

Préfecture du Nord

Direction Départementale des Territoires et de la Mer (DDTM59)

**Projet « de modernisation de l'aéroport de Lille » (cessionnaire :
ADL SAS)**

**« Demande d'Autorisation Environnementale (DAE- IOTA) et de permis de
construire concernant le projet de modernisation de l'aéroport de Lille »**

Enquête unique du 10 janvier 2022 au 1^{er} mars 2022



Commission d'enquête publique composée de :

Christian Lebon : président

Jean-Marc Dumortier et François Yoyotte : membres titulaires

**Document unique : Procès-Verbal de Synthèse –
Mémoire en réponse – Avis de la commission**

Pièces jointes : 1 - Contributions registre papier

2 - Contributions registre numérique

Procès-verbal de synthèse

Procès-verbal de synthèse des observations orales et écrites recueillies dans les registres d'enquête du périmètre, par courrier adressé au siège de l'enquête, au cours des permanences présentielle, permanences téléphoniques, registre numérisé et adresse e-mail dédiée.

Objet de l'enquête publique : « Demande d'Autorisation Environnementale et permis de construire concernant le projet de modernisation de l'aéroport de Lille »

Références : arrêtés de Monsieur le préfet du Nord du 13 décembre 2021 et 10 février 2022

§§§§§§§§§§§§§§§§

I : Bilan quantitatif des contributions issues de toutes sources :

Au total, la commission constate : 1408 contributions détaillées ci-dessous :

1 : Dans le temps de la consultation publique et durant les 29 permanences présentielle tenues par la commission : **79** contributions ont été recueillies. **103** visiteurs ont été dénombrés.

3 pétitions émanant du Collectif Templemars survolés :

- Thématique trajectoire des avions Est/Ouest : 243 signatures
- Thématique Couvre-feu : 233 signatures
- Thématique « Non au projet d'agrandissement » : 232 signatures

2 : Durant les 3 permanences téléphoniques : 10 créneaux de réservation ont été utilisés, 10 entretiens avec les membres de la commission ont été réalisés, **10** contributions déposées.

3 : Durant la période de la consultation par voie numérique **1315** contributions ont été recensées.

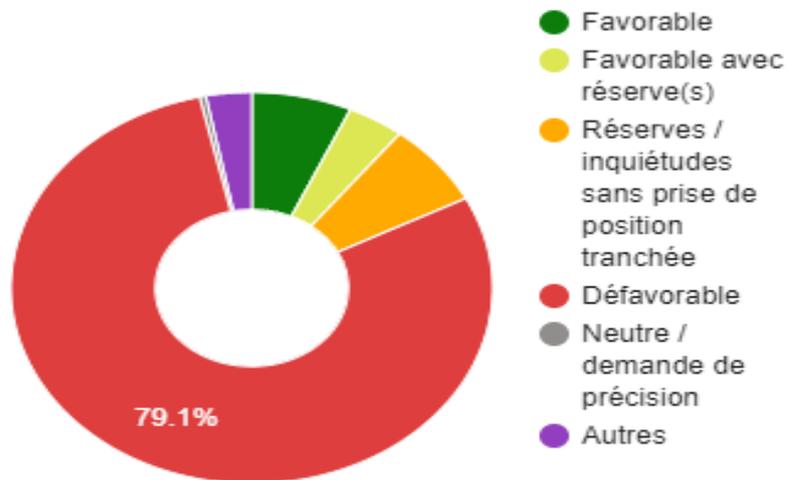
4 : Durant la période, **5** courriers ont été adressés au Président de la Commission.

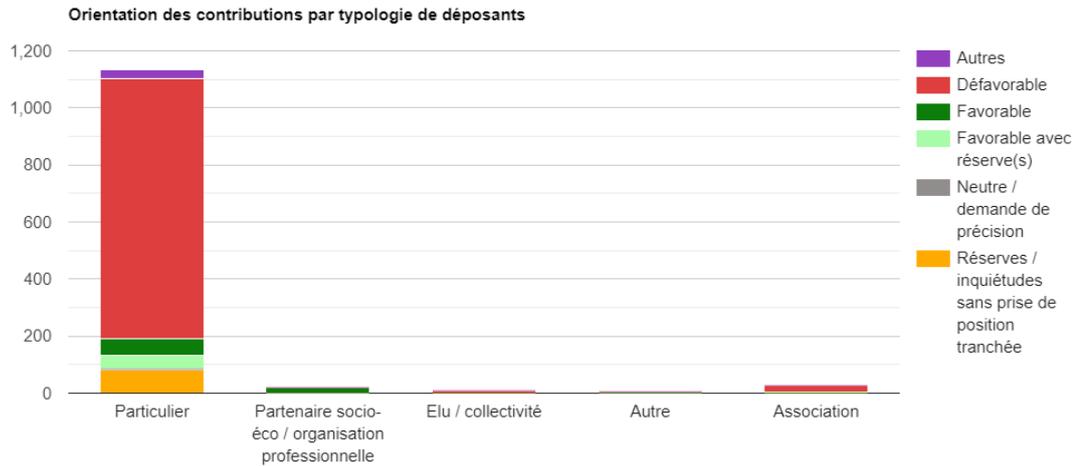
Par ailleurs durant cette période : **7763** visites uniques et **5729** visualisations directes et téléchargements des pièces du dossier d'enquête ont été constatées.

II : Examen global des caractéristiques principales de la consultation, orientation et thématiques des contributions recueillies dans le temps de la consultation publique :

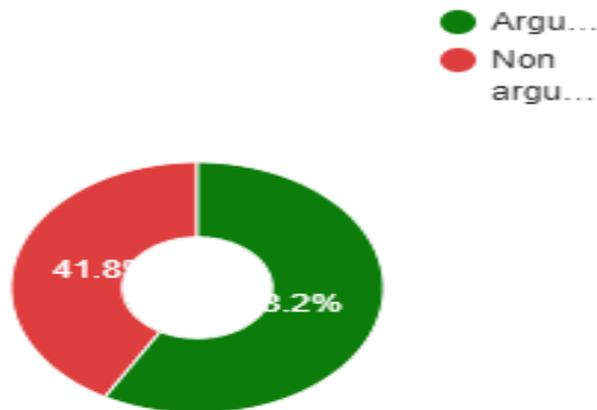
II - 1 - Orientation générale des contributions issues de la consultation

Orientations des contributions (total)





Argumentation des contributions (total)



II - 2 - Thématiques et remarques - questions soulevées par les contributeurs, par ordre d'importance numérique des sujets évoqués :

- La nuisance sonore et ses conséquences : (vols de nuit et le jour, ressenti des survols après décollage au-dessus des zones habitées, gêne diurne, problèmes de sommeil, impact sur la santé (vis-à-vis du bruit) et sur l'immobilier : **467** remarques incluant les propositions d'extension des taxiways pour permettre les décollages en seuil de piste.

- Impact de la pollution de l'air sur la vie quotidienne et la santé des riverains incluant outre les GES, la problématique des particules fines : (dépôt huileux, odeurs, ...) : **336** remarques.
- Impact sur le climat et le réchauffement climatique (gaz à effet de serre) : **280** remarques.
- Constatations et inquiétudes sur les incidences de l'accroissement du trafic routier et la nécessité de développer une liaison directe spécifique (lien fixe) vers l'aéroport en transports en commun (réseau routier « embolisé » en périphérie de la plate-forme aéroportuaire) : **243** remarques (dont 85 concernent la desserte directe de l'aéroport et 158 pour les problèmes de circulation).
- Alternatifs à l'aérien et politique des transports, utilisation et développement du chemin de fer, prix du train : **206** remarques.
- Demande d'un couvre-feu par arrêté ministériel ou par pacte conventionnel avec l'exploitant : **191** remarques.
- Remarques et inquiétudes sur les impacts potentiellement négatifs affectant la ressource en eau et la conservation des sols (champs captant et imperméabilisation). Ces remarques incluent les risques de pollution accidentelle : **180** remarques.
- Remarques sur la proximité géographique d'autres aéroports (Beauvais, ADP, Charleroi ou Zaventem) et sur un projet non adapté aux besoins : **161** et **111** remarques.
- Contestation des trajectoires aériennes et des pratiques de navigation aérienne incluant des contingentements en matière de trafic et des propositions de sanctions : **154** remarques.
- Contestation des hypothèses d'évolution du trafic aérien de la plate-forme, **139** remarques, avec des questionnements relatifs :
 - À la pertinence et aux objectifs de l'élargissement de la piste principale :
 - Aux craintes du développement du fret aérien avec pour corollaire un impact sur le nombre de vols et sur les horaires de ces vols.
- Signalements de zones géographiques particulièrement sujettes aux nuisances des survols : **114** remarques.
- Inquiétudes des impacts éventuels sur la faune et la flore : **48** remarques.
- Incidences économiques du projet : **103** remarques.
- Déclaration de principe : **285** remarques.
- Contributions donnant un avis favorable à la seule mise en conformité vis-à-vis des normes en matière de sûreté et sécurité : **83** remarques.

III : relevé exhaustif des contributions recueillies

III – 1 : Contributions émanant des registres d'enquête papier

Cette partie fait l'objet d'un document séparé : annexe 1 au présent procès-verbal.

III – 2 : Contributions émanant du registre dématérialisé

Cette partie fait l'objet d'un document séparé : annexe 2 au présent procès-verbal.

IV : questionnements de la commission d'enquête auprès du porteur du projet, maître d'ouvrage

La commission d'enquête a formulé plusieurs questions, regroupées dans 24 thèmes différents, auprès du porteur du projet, maître d'ouvrage.

Ces questions sont mentionnées ci-après en écriture noire.

Les observations ou réponses du maître d'ouvrage figurent en écriture verte.

L'avis de la commission, à l'égard des réponses du maître d'ouvrage, sont mentionnées en bleu.

En préalable, Aéroport de Lille SAS constate que la durée de l'enquête publique – 51 jours – a été suffisante pour permettre à tous ceux qui le souhaitaient de s'exprimer, comme en témoigne le nombre important de contributions déposées et la diversité des opinions exprimées au cours de l'enquête publique.

De plus, dans la prolongation de la concertation préalable volontaire et de la poursuite du dialogue en 2021, Aéroport de Lille SAS a souhaité maintenir ses efforts de transparence et d'information.

Ainsi, conformément à ses engagements, le dossier d'enquête publique a été mis à la disposition du public dès le 17 décembre 2021 sur la plateforme dédiée à l'enquête publique, soit plus de 3 semaines avant l'obligation légale. Le public a ainsi pu disposer du temps nécessaire pour prendre connaissance du dossier d'enquête publique.

De plus, en parallèle de la publicité légale (avis légal affiché au sein de l'aéroport, dans les 67 communes de l'enquête et publié dans les journaux), le maître d'ouvrage a volontairement mis en place des outils d'information complémentaires, afin d'assurer la bonne information du public :

- une affiche « communicante » annonçant les modalités d'information et de participation aux 67 mairies du périmètre de l'enquête,
- une plaquette de présentation du projet, synthétisant le dossier d'enquête publique afin de le rendre plus accessible au grand public, mise à disposition avec le dossier d'enquête publique et en ligne,
- des actualités sur le site internet du projet www.modernisons-aeroportdelille.fr pour relayer les informations et actualités liées à l'enquête publique.

Par ailleurs, Aéroport de Lille SAS relève que des contributions à l'enquête publique concernent des problématiques et interrogations qui dépassent le périmètre de l'autorisation environnementale et du permis de construire faisant l'objet de l'enquête publique et même la compétence du maître d'ouvrage.

1 – Les engagements pris par Aéroport de Lille SAS à l'issue de la concertation

– La commission souhaite la confirmation de la totalité des engagements pris par le porteur du projet à l'issue de la phase de concertation préalable volontaire (2020–2021) et notamment sur les points suivants :

- Abandon du programme immobilier initialement envisagé jusqu'à la mise en place éventuelle d'une solution d'accès direct fixe de transport en commun.

A l'issue de la phase de concertation et dans le cadre des analyses des mesures Eviter Réduire Compenser, le dossier soumis à l'enquête publique porte bien l'engagement d'abandon du programme immobilier initialement envisagé tant que les modalités de transports en commun ne sont pas améliorées. Cet engagement est décrit dans la mesure MR22 en page 67/643 de la pièce ADL_Piece B_03-Etude impact-Partie 3.

Avis de la commission : prend acte

- Abandon du projet de conception du parking P7 sous sa version « silo » au profit d'un chantier phasé sur le foncier déjà imperméabilisé du site de l'ex ALAT (aviation légère de l'armée de terre).

L'aménagement du P7 sur le foncier déjà imperméabilisé du site de l'ex ALAT est confirmé dans le dossier soumis à l'enquête, tout particulièrement dans la notice architecturale PC4-1 en page 112/117 de la pièce ADL_Piece D-01-Pieces obligatoires-Partie 2 du dossier d'enquête.

Avis de la commission : prend acte

- Engagement d'obtention d'une certification ACA (Airport Carbon Accreditation) de niveau 4 à l'horizon 2030.

L'obtention de la certification ACA au niveau 4+ à l'horizon 2030 est un engagement pris par Aéroport de Lille SAS en phase de poursuite du dialogue après la concertation préalable. Cet engagement est confirmé dans le dossier d'enquête publique, au titre des mesures d'accompagnement (mesure MA11 décrite en page 209/643 de la pièce ADL_Piece B_03-Etude impact-Partie 3).

Avis de la commission : prend acte

- Engagement de non-évolution à la hausse du volume des mouvements aériens de nuit (gel des vols de nuit) et de l'évolution des vols de fret, le tout sur la base des chiffres de 2019.

Aéroport de Lille SAS confirme l'engagement pris lors de la concertation d'une limitation des vols de nuit (22h-06h) sous le niveau atteint en 2019, soit 1701 mouvements par an. Cet engagement est confirmé dans le dossier d'enquête publique, au titre des mesures de réduction (mesure MR31 décrite en page 341/643 de la pièce ADL_Piece B_03-Etude impact-Partie 3).

Avis de la commission : prend acte

- Création de cheminements doux, pistes cyclables, hangars à vélos, naturalisation des parkings. Création de salle de change pour handicapés (handyroom).

Le dossier soumis à l'enquête intègre la mise en continuité des pistes cyclables avec le réseau des pistes cyclables gérées par la MEL, et la création de garages à vélos sécurisés ; ces aménagements sont décrits dans le plan PC1-3 en page 42/46 de la pièce ADL_Piece D-01-Pieces obligatoires-Partie 1 et également repris dans la mesure MR04 en page 125/643 du document ADL_Piece B_03-Etude impact-Partie 3.

L'aménagement des parkings est prévu dans le respect des prescriptions du PLU2 de la MEL, comme indiqué au dossier.

L'aménagement intérieur de l'aérogare a prévu des espaces permettant l'accueil ultérieur d'aménagements de type salle de change PHMR lorsque cette typologie, actuellement proposée par une seule contributrice relayant les propositions d'un seul fournisseur d'aménagements, aura fait l'objet d'un consensus avec les autorités et associations concernées. Cet engagement est confirmé dans le dossier d'enquête publique, au titre des engagements pris à l'issue de la concertation et décrit en page 138/196 de la pièce ADL_Piece E_Bilans de la concertation.

Avis de la commission : prend acte

- Après avoir pris connaissance de l'ensemble des contributions et délibérations qui se sont manifestées au cours de l'enquête publique, quels nouveaux engagements Aéroport de Lille SAS est disposé à prendre ?

En préalable, Aéroport de Lille SAS souligne l'importance qu'il a attaché à s'assurer de l'exhaustivité et de la précision de l'étude de l'ensemble des impacts du projet sur l'accessibilité, les émissions de GES, la qualité de l'air, l'ambiance sonore, les vibrations, le milieu naturel, l'eau, les risques naturels, l'ambiance lumineuse et l'agriculture. Dans le cadre de la démarche Eviter - Réduire - Compenser, ce sont ainsi 100 mesures qui ont été prévues dans l'évaluation environnementale, dont de nombreuses ont été discutées à l'occasion du dialogue instauré par Aéroport de Lille SAS avec le public lors de la concertation volontaire et dans la poursuite du dialogue.

Ainsi, Aéroport de Lille SAS tient à rappeler les limites conséquentes d'ores et déjà fixées au projet, notamment en lien avec certaines contributions à l'enquête publique :

- Aéroport de Lille SAS s'est engagé à plafonner le nombre de mouvements de nuit (22h-06h) à 1 701 mouvements, nombre constaté en 2019.
- Le développement du fret aérien ne fait pas partie des objectifs de développement de Aéroport de Lille. La réalisation des accotements de piste n'a pas pour objectif de permettre l'accueil d'avions de code plus élevé que celui actuellement autorisé (E).
- Lorsque les textes réglementaires auront été adoptés, et dans le respect des procédures partenariales applicables (Commission Consultative Economique), Aéroport de Lille SAS mettra en œuvre une modulation de la redevance en fonction des classes d'émissions polluantes des aéronefs, comme elle le fait déjà en fonction des classes d'émissions sonores.
- Aéroport de Lille SAS apporte son concours aux autorités en charge d'évaluer les modalités de mise en œuvre des recommandations de l'ACNUSA faites en CCE du 14/12/2021.

Les réponses apportées aux questions suivantes de la Commission d'enquête précisent en tant que de besoin les différents points du dossier.

En complément, au regard des contributions à l'enquête publique, Aéroport de Lille SAS prend plusieurs engagements complémentaires :

- Aéroport de Lille SAS participera à la rédaction d'une charte de bonne conduite de l'aviation légère si celle-ci est décidée par l'autorité compétente.
- Aéroport de Lille SAS contribuera aux travaux visant à la mise en place par arrêté ministériel de « volumes de protection environnementale ».

Avis de la commission : prend note avec satisfaction des réponses à chacun des points ci-dessus

2 – Les évolutions en matière de transports en commun et d'accès routier

En matière de transports en commun, Aéroport de Lille SAS compose avec les orientations de la MEL et du Conseil Régional, autorités organisatrices des transports, et avec la DIR Nord en ce qui concerne la desserte routière de la plateforme. En effet, l'organisation des transports en commun, tout comme la création d'un nouveau mode de transport, ne relève pas de la compétence d'Aéroport de Lille SAS, mais de la MEL, qui est l'Autorité organisatrice de la mobilité (AOM) urbaine, ou de la Région, AOM des liaisons interurbaines.

Avis de la commission : prend acte

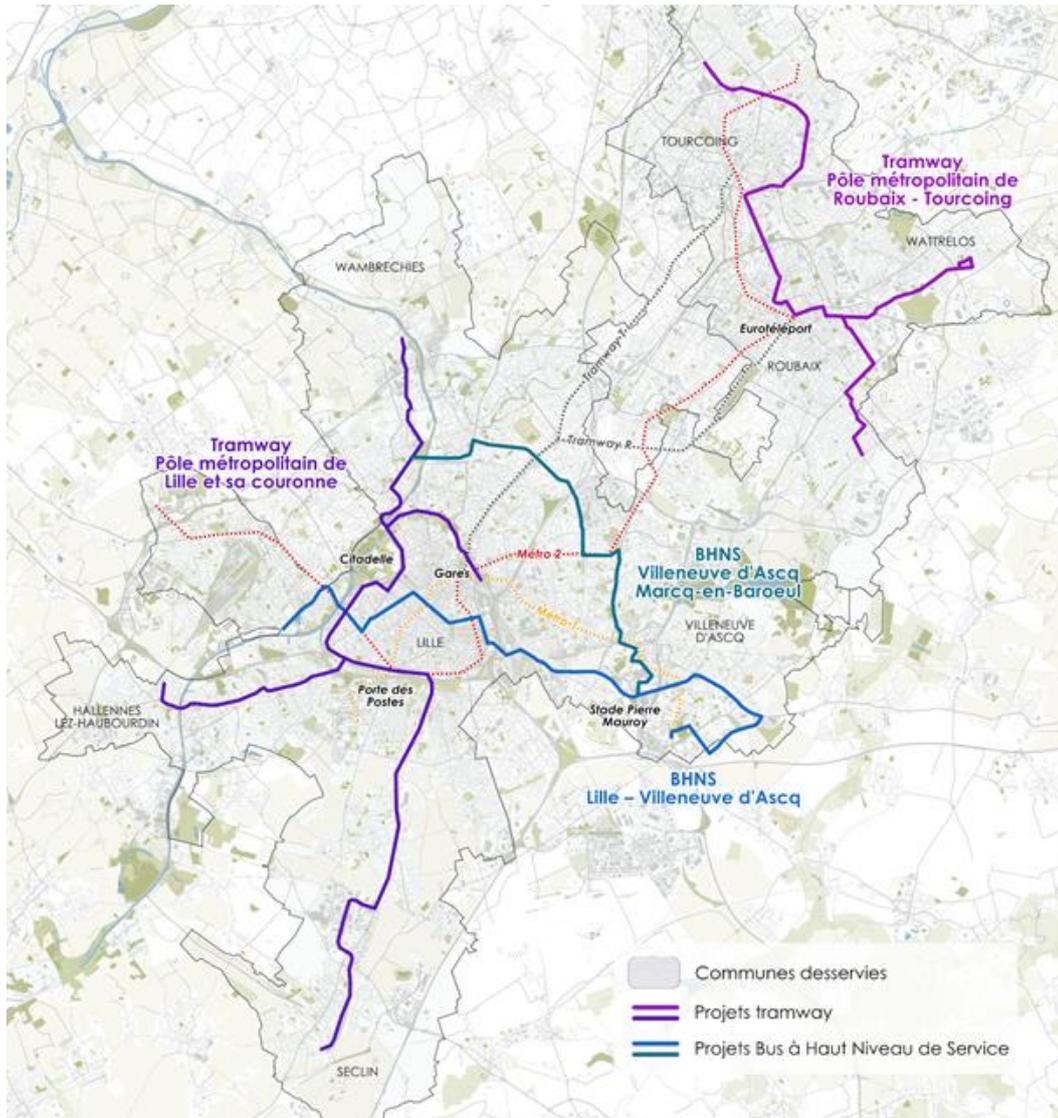
- La commission souhaite connaître l'évolution des dernières mesures envisagées pour augmenter la part des mesures modales d'accès en transports en commun à l'horizon 2039 (autres que l'augmentation du nombre de rotations des navettes et création de lignes d'autocar) en concertation avec les autorités compétentes en la matière (MEL, Région, ...) Notamment les incidences potentielles de l'actuel Schéma Directeur des Infrastructures de Transport (SDIT) de la MEL en cours de concertation.

Aéroport de Lille SAS rappelle que le contrat de concession ne lui attribue que l'organisation du service de desserte de Lille centre par la navette bus. Les Autorités Organisatrices de Mobilité compétentes développent leurs projets suivant les orientations qu'elles ont retenues dans leurs cadres de décision respectifs.

En mars 2022, la situation des différents projets est la suivante :

- La concertation publique actuellement en cours à l'initiative de la MEL¹ porte sur les premières étapes des liaisons structurantes par tramway arrêtées dans le cadre du SDIT, et notamment sur les options de tracé pour la desserte du centre-ville de Seclin via Wattignies. Une autre partie des échanges avec le public porte sur les voies de bus en site propre (Bus à Haut Niveau de Service), notamment entre Lille Eurasanté et Villeneuve d'Ascq Haute Borne.

¹ <https://participation.lillemetropole.fr/processes/concertationprealablesdit>



- Concernant les autres liaisons du SDIT, et notamment la Liane L1 (seule liaison métropolitaine prévue pour desservir à terme l'aéroport), une série d'études pré-opérationnelles est engagée par la MEL, sans calendrier détaillé de mise en service arrêté à ce jour.
- Concernant la desserte ferroviaire, L'État, la Région Hauts-de-France, la Métropole Européenne de Lille et SNCF Réseau se sont engagés dans le projet de Service Express Métropolitain, dont l'objectif est de doubler les fréquences en heures de pointe des trains de l'étoile ferroviaire de Lille d'ici 2035-2040². Ces partenaires viennent de désigner le bureau d'études Egis, en charge de la réalisation des études de faisabilité techniques, environnementales et de synthèse³.

² <https://www.sncf-reseau.com/fr/reseau/hauts-de-france/service-express-metropolitain-etoile-ferroviaire-lille/objectifs-et-financement>

³ <https://www.egis-group.com/fr/toute-l-actualite/egis-remporte-les-etudes-de-faisabilite-du-developpement-du-service-express-metropolitain-de-l-etoile-ferroviaire-de-lille>

- Les aménagements en vue d'une Modulation Dynamique des Accès (MDA) et des Vitesses (MDV), programmées depuis 2016 par la DIR Nord⁴, sont actuellement en cours d'installation sur l'A1.

Avis de la commission : prend acte qu'actuellement il n'y a pas de projet de liaisons prévues à court terme pour la desserte de l'aéroport

- Dans le même esprit, quelle est la position du porteur du projet sur la pertinence voire la nécessité, évoquée par des contributeurs, de prévoir à terme un « lien fixe » de transport collectif desservant (entre autres destinations) l'aéroport, quelle qu'en soit la nature (prolongation de ligne de métro, tramway comme celui desservant désormais l'aéroport de Nice ,ou autres dispositifs à l'étude) étant rappelé que les décideurs dans ce domaine sont les propriétaires concédant de la plateforme (MEL -Région).
- Ainsi que sur la saturation déjà constatée des accès autoroutiers (A1/A23) et la pertinence d'un aménagement éventuel (compétence de l'Etat)
- Déjà identifié dans le SCOT de Lille métropole approuvé en février 2017, la saturation des entrées sud et sud-est de Lille au niveau du réseau routier et autoroutier est soulignée par de nombreuses contributions (communes, riverains, gestionnaires de parcs d'activité, ...). Pour soulager cette congestion, quelles suites concrètes ont été données par les autorités organisatrices de transport et les maitres d'ouvrage aux orientations exprimées par le SCOT (développement de transports en commun structurants, de voiries de contournement, ...) ?
- Le concessionnaire considère-t-il que les développements attendus et leurs éventuels calendriers prévisionnels sont compatibles avec le calendrier du projet de modernisation de l'aéroport ?

La réponse à ces quatre points est formulée ci-dessous.

Aéroport de Lille SAS rappelle que la Délégation de Service Public ne lui donne compétence que sur la gestion de l'accueil des transports en commun sur le domaine concédé, et sur l'organisation de la navette de liaison avec le centre-ville de Lille.

Aéroport de Lille SAS prend acte des orientations du SDIT qui appellent l'amélioration de la desserte en transports publics. Le SMALIM, autorité délégante, dialogue avec la MEL et la Région au sujet de toutes les opportunités de déploiement d'offres de transports collectifs en direction de l'aéroport, et reste disposée à contribuer au financement des investissements qui pourraient être décidés en ce sens. A ce titre, le SMALIM a modifié ses statuts en 2021 afin d'élargir ses compétences et permettre des « contributions financières à des projets d'investissement ou de fonctionnement portés par d'autres personnes publiques ou privées, et participant à l'accessibilité de la plateforme, l'intermodalité des transports publics, la préservation de l'environnement, au développement économique et à la promotion touristique, au sein de la zone de chalandise de l'aéroport et dans le respect de la réglementation applicable.

⁴ <https://www.dir.nord.developpement-durable.gouv.fr/l-extension-sur-l-a1-l-a22-et-l-a23-a1045.html>

Face à l'absence de calendrier de déploiement des projets des Autorités Organisatrices de Mobilité (AOM), engageant et cohérent à l'échelle de temps de sa concession, Aéroport de Lille SAS n'a tenu compte dans ses analyses que de ce qui dépend d'elle : l'adaptation à la fréquentation du service de la navette, et l'accueil de Services Librement Organisés.

Par ailleurs, Aéroport de Lille SAS et la Région Hauts de France ont déjà organisé la desserte de l'aérogare par les autocars régionaux Arc en Ciel, en plus de la desserte de l'aéroport pré existante par la ligne Ilevia 68, comme Aéroport de Lille s'y était engagé à l'issue de la concertation.

Ces seules dessertes sont suffisantes pour atteindre l'objectif contractuel de la concession, à savoir un minimum de 17% de part modale pour les transports en commun.

Pour Aéroport de Lille SAS, toute amélioration supplémentaire de desserte par des transports en commun favorisera son projet.

Aéroport de Lille SAS reste au soutien de son autorité concédante, le SMALIM, pour contribuer en tant que de besoin aux études initiées par les différentes AOM.

Avis de la commission : prend acte que les propositions d'ADL correspondent à ses possibilités d'intervention et observe que l'amélioration de la part modale des transports collectifs relèvent des autorités organisatrices de mobilité

3 – Les mouvements d'avions

- La commission souhaite connaître, au titre de l'année 2019, la répartition précise du type et du nombre de vols commerciaux (tranches horaires 06h-22h et 22h-06h) en scénario de référence et en scénario projet, en y incluant la photographie de l'activité fret.

Les informations relatives à la répartition des vols pour les vols commerciaux passagers et les vols cargo* par tranche horaire en 2019 et pour le scénario référence et le scénario projet sont reprises ci-après.

(*) La quasi-totalité du fret sur Lille est acheminée par voie de surface (camions vers/depuis les hubs cargo) ou dans les avions passagers. Le trafic des avions tout cargo reste ainsi très limité.

Scénario de référence

	2019				SCENARIO REFERENCE 2039				SCENARIO REFERENCE 2050			
	06h00-18h00	18h00-22h00	22h00-06h00	TOTAL	06h00-18h00	18h00-22h00	22h00-06h00	TOTAL	06h00-18h00	18h00-22h00	22h00-06h00	TOTAL
Vols commerciaux passagers	14562	5250	1327	21 139	14 274	4 482	782	19 538	14 300	4 461	782	19 543
Vols Cargos	1	12	15	28	2	23	29	54	2	27	34	63

Scénario projet – fourchette haut

	2019				SCENARIO PROJET 2039				SCENARIO PROJET 2050			
	06h00-18h00	18h00-22h00	22h00-06h00	TOTAL	06h00-18h00	18h00-22h00	22h00-06h00	TOTAL	06h00-18h00	18h00-22h00	22h00-06h00	TOTAL
Vols Commerciaux passagers	14562	5250	1327	21 139	17 934	5 392	1 402	24 729	21 266	6376	1 193	28 836
Vols Cargos	1	12	15	28	2	23	29	54	2	27	34	63

- Avis de la commission : prend acte des valeurs citées

4 – Les mesures de mises aux normes (côté piste)

- La commission souhaite connaître la nature exacte de la dérogation (à hauteur d’une centaine de vols autorisés par la DGAC pour certaines catégories d’avions : D et E).

La plateforme aéroportuaire dispose d’une Base de Certification notifiée par le Directeur de la Sécurité de l’Aviation Civile Nord, laquelle comporte des dérogations aux normes applicables.

Ces dérogations sont appelées DAAD (acronyme du terme anglais “Deviation Acceptance and Action Document” (document d’acceptation de déviation et d’action)) et autorisent temporairement l’exploitant à déroger aux spécifications de certification imposées par la réglementation européenne en matière de sécurité aéroportuaire.

Une de ces dérogations porte sur les accotements de la piste principale, et autorise l’absence d’accotements aménagés jusqu’au 31/12/2025, sous réserve que le trafic des aéronefs quadriréacteurs de code D et des aéronefs de code E, se situe sous le seuil de trafic annuel de 100 mouvements.

Avis de la commission : prend acte

- Pourriez-vous communiquer à la commission, le certificat en vigueur couvrant l’aérodrome et ses équipements liés à la sécurité ?

Voir documents en annexe 1 Certificat de sécurité aéroportuaire 20191219 et annexe 2 Annexe 2 CSA 001-2020_LFQQ ANNEXE.

- Quelle sera la pérennité de cette dernière dérogation après réalisation des travaux sur les accotements de la piste 8/26 : maintien à titre permanent ou disparition du quota et développement des nombres de vols de ce type ?

Une fois les travaux réalisés, la dérogation devient caduque. L’aéroport sera en capacité d’accueillir les aéronefs quadriréacteurs de code D et les aéronefs de code E sans limitation du nombre annuel de mouvements. Pour autant, l’accueil d’aéronefs de code F ne sera pas autorisé.

Avis de la commission : prend bonne note que les aéronefs de code F ne seront pas autorisés

- L'absence de réalisation de ces travaux d'élargissement entraînerait-il une non-homologation de l'aéroport ?

En l'absence de travaux, le certificat de sécurité actuel serait remis en cause, et l'aéroport n'aurait plus la capacité d'accueillir les aéronefs quadriréacteurs de code D, et les aéronefs de code E. Notamment, Air Algérie positionne plusieurs fois pendant l'été des Airbus A330 pour répondre à la demande de voyages vers l'Algérie à cette période de l'année ; au cas où les travaux d'accotements ne seraient pas réalisés, les aéronefs de ce type ne seraient plus accueillis, et il faudrait mettre en place 2 voire 3 appareils de code C pour le même flux de passagers. La conséquence pourrait donc être, dans l'absolu, une hausse du nombre de mouvements.

Avis de la commission : prend acte

- Quelles seraient les conséquences pour le concessionnaire d'une décision en faveur du scénario projet sans ces accotements : coût du projet, évolution du nombre de mouvements commerciaux (dont fret), ... ?

Il convient de rappeler d'une part, que la réalisation des accotements est une obligation contractuelle à charge d'Aéroport de Lille SAS et, d'autre part, que le développement du fret ne fait pas partie de la stratégie de l'aéroport.

Le coût de réalisation de ces accotements est évalué en 2019 à 2,744 M€.

Comme vu à la question précédente, la non-réalisation des accotements impliquerait que l'aéroport ne pourrait plus recevoir des aéronefs D et E. Seuls les appareils de Code C pouvant alors être accueillis, cela impliquerait une augmentation des mouvements de ces aéronefs. A titre d'illustration, pour remplacer 100 codes E par 300 codes C, cela représenterait 200 mouvements en plus des 24 729 actuellement prévus, soit 0,8%.

Avis de la commission : prend acte

5 – Les éléments ayant conduit au projet de modernisation

- Pourriez-vous confirmer que les éléments du programme constituant le projet de modernisation ont été fixés par le SMALIM ?

Pour connaître les obligations s'imposant au concessionnaire, veuillez trouver en annexe 3 le règlement de consultation émis par le SMALIM au lancement de sa procédure de mise en concurrence pour l'attribution de la Concession de Service Public. Le dossier d'enquête publique précise également ces obligations en page 181/369 de la pièce ADL_Piece B_03-Etude impact-Partie 1 dans le chapitre dédié au contenu du contrat de délégation de service public.

Ce guide de rédaction des offres mentionne les investissements suivants comme indispensables :

Installations des PAPI (indicateurs visuels de pente d'approche) au seuil 26, 01 et 19

Accotements de la piste 08/26 pour aéronefs de code E d'une largeur de 7,5 m de chaque côté de la piste

Création du taxiway (Voie de circulation) parallèle à la piste 01/19 en herbe pour aéronefs inférieur à 5.670kg, d'une largeur de 7,5 m)

Mise aux normes du tri-bagage au standard 3

Rénovation et mise aux normes de l'aérogare fret (Halls, quais et bureaux)

Reprise de la rampe d'accès, traitement du dépose minute et du stationnement des Taxis VTC et navettes

Reconstruction et finalisation du chemin de ronde d'une largeur de 4 m (longueur approximative, à vérifier par le Candidat : 11.730 m)

Rénovation complète des installations du Hangar « FEDEX »

Rénovation toitures des hangars basés

Rénovation de la clôture périmétrale pour prévenir entre autres du péril animalier (longueur approximative, à vérifier par le Candidat : 13.150 m)

Avis de la commission : prend acte

- Si c'est le cas, la commission souhaite avoir communication des éléments du contrat de concession du 25/07/2019 (et de tout avenant éventuel) relatifs à ce programme, des délibérations du comité syndical du 16/03/2021 validant l'APS et du 18/05/2021 validant l'APS modifié ?

L'annexe architecturale du contrat fut une première version destinée à évoluer au cours de la réalisation des études pour devenir la pièce PC4-1 Notice architecturale présente dans le dossier d'enquête publique en page 10/117 de la pièce ADL_Piece D-01-Pieces obligatoires-Partie 2. Ainsi, le Contrat de Concession a prévu une validation explicite de l'Avant-Projet-Sommaire par le biais d'une délibération du Comité Syndical du SMALIM. Les délibérations correspondantes des Avant-Projet-Sommaire par le Comité Syndical du SMALIM se trouvent en Annexe 4.

Avis de la commission : prend acte

- Qui a fixé l'objectif de 3,9 MPAX en 2039 (concessionnaire ou concédant) ?

Comme le mentionne le Guide de rédaction des offres, il revenait à chaque candidat de prévoir son activité : « Le Candidat devra concevoir et présenter un projet qui permettra la consolidation et le développement des activités sur l'aéroport de Lille-Lesquin ».

Le volume annuel de 3.9 MPax ne constitue pas en lui-même un objectif à atteindre au titre du contrat de concessions. Il s'agit de l'hypothèse de trafic à laquelle le concessionnaire a abouti à l'issue de ses études prospectives de trafic, et qui lui a donné la métrique de dimensionnement des infrastructures.

Avis de la commission : prend acte

- Est-il exact que les autres candidats au renouvellement de la concession atteignaient ces 3,9 MPAX en 2039 avec un nombre annuel de mouvements (32 120 et 36 500) très supérieur à celui proposé par le concessionnaire (de l'ordre de 25 000) en jouant sur un emport moyen (passagers par vol) très supérieur aux autres candidats ?

La délibération du SMALIM du 12/07/2019 en Annexe 5 présente en effet ces conclusions.

Le projet d'Aéroport de Lille SAS a pour ambition d'apporter des réponses opérationnelles face à des hypothèses de trafic, et non pour satisfaire à des objectifs de trafic.

Aéroport de Lille SAS confirme ses hypothèses. A titre d'exemple, celles-ci trouvent toute leur actualité avec les nouveautés du programme été 2022. Ainsi, l'arrivée de Transavia avec des avions de plus grande capacité, 189 sièges, en remplacement des appareils de Hop-Air France d'une capacité de 100 sièges, l'annonce de la base Volotea qui opérera des vols vers de nouvelles destinations en A319, 156 sièges, ou en A320, 186 sièges, l'ouverture d'une nouvelle ligne par easyJet opérant avec des A319 ou

A320, contribueront directement à l'augmentation de l'offre sièges globale et impacteront directement l'emport moyen.

Avis de la commission : prend acte

- Pourquoi le titre de modernisation de l'aéroport a-t-il été conservé dans la phase d'enquête publique, alors que le garant du débat public qui l'avait précédée soulignait dans son rapport « *Dès le début de la concertation préalable, une question d'ordre sémantique est apparue qui concerne le titre même du projet, une partie du public considérant qu'il s'agissait davantage d'un agrandissement de l'aéroport – en raison notamment de l'augmentation annoncée du trafic et des places de parking avions - que de sa modernisation.* » ?

Le projet ne répond pas à la définition juridique d'une "extension". Ainsi, le tableau joint à l'article R121-2 du code de l'environnement fait référence à la "Création ou extension de piste d'aérodrome". Celui joint à l'article R122-2 du même code fait référence à la "Construction d'aérodromes dont la piste de décollage ou d'atterrissage a une longueur d'au moins 2 100 mètres."

Or, dans le cadre du projet soumis à l'enquête publique :

L'aéroport est déjà construit et dispose d'une base de certification autorisant son exploitation moyennant des dérogations aux règles EASA applicables à sa catégorie.

La piste principale existante dépasse les 2 100 mètres et ne sera pas prolongée en alignement dans l'axe.

Aucune acquisition foncière n'est requise pour réaliser le projet qui n'est ainsi pas concerné par l'article L122-2-1 du code de l'expropriation pour cause d'utilité publique créé par l'article 146 de la loi Climat et Résilience (le projet est de toute façon antérieur à la promulgation de cette loi).

Le projet dans son ensemble ne répond donc pas aux définitions d'une « extension ».

En revanche, le projet répond bien à des exigences de mise aux normes en termes de sécurité et de modernisation requises pour les passagers et l'infrastructure. Ainsi,

Du côté Ville :

- Le projet de redistribution de l'aérogare permettra de résoudre les points de saturation identifiés dans les installations actuelles, dont les surfaces n'ont pas évolué depuis 25 ans.
- La création du parvis multimodal permettra un accueil favorisé pour les transports en commun tout en éloignant les véhicules particuliers, facteurs de risque d'attentat.
- Le déploiement mesuré de nouveaux espaces de stationnement répondra aux insuffisances actuelles de l'offre

Du côté Pistes:

- Les travaux d'accotements en particulier ont pour but de supprimer la **déviaton** aux spécifications de certification CS.ADR-DSN.D.245, référencée DAAD N01 ADR-DSN-B125(b)-LFQQ et valable jusqu'au 31 Décembre 2025 au plus tard.

Le taxiway de la piste secondaire permettra de réduire les temps d'occupation de cette piste par les aéronefs, facteur favorable pour la sécurité des mouvements d'aviation légère. Le chemin de ronde facilitera le contrôle permanent de la continuité et de l'étanchéité des clôtures, et faciliterait une éventuelle intervention lors de tentatives d'intrusion.

- Les travaux sur le tri bagage permettra mise aux normes Standard 3 du système de tri et contrôle des bagages de soute.

Avis de la commission : prend acte de la réponse et constate que la seule partie du projet pouvant être qualifiée d'extension concerne l'aérogare et les parkings

6 – La piste secondaire 01-19 et l’aviation légère

- La commission souhaite connaître la position du porteur de projet sur la pérennité et l’amélioration (avec la création d’un taxiway) de la piste secondaire 01-19, sous l’angle de l’activité des vols d’affaires et de l’aviation légère, et de son impact sur ADL.

Actuellement, il n’existe pas de voie de circulation (taxiway) parallèle à la piste 01/19. Les appareils doivent utiliser la piste pour rejoindre l’aire de trafic Echo. La réalisation d’un taxiway permet de répondre aux obligations du cahier des charges de la Délégation de Service Public demandées par le SMALIM, dans un objectif d’amélioration de la fluidité des opérations sur cette piste, et de la sécurité des vols.

Cet aménagement a été sollicité par courrier du 23 février 2018 émanant du représentant local du Service de la Navigation Aérienne (service de l’Etat), adressé au SMALIM alors en phase de rédaction du cahier des charges de l’appel d’offres. Cette demande était alors justifiée pour des raisons de sécurité, afin de faciliter l’accès des véhicules et aéronefs au roulage depuis et vers le parking « Echo » qui n’est aujourd’hui accessible que par la piste secondaire. Cette demande se fondait sur le plan d’action de prévention des incursions de piste publié en 2017 par l’Agence européenne de sécurité aérienne.

Cet aménagement n’est pas à corréler avec une augmentation de l’activité des vols d’affaires, ces vols utilisant la piste principale 08/26 dotée de procédures de décollage et d’atterrissage aux instruments, ce qui n’est pas le cas de la piste 01/19.

Par ailleurs, les prévisions de trafic n’envisagent pas un développement significatif de l’activité d’aviation légère et privée (+16% entre 2019 et 2039, soit une moyenne de +0,8% par an).

Avis de la commission : prend acte

- Confirmez-vous que les vols exercés par l’aviation légère au départ et à l’arrivée de cette piste ne sont pas soumis à des trajectoires contraintes durant leurs phases de vol à vue et dans le cadre des actions de formation menées par les aéro-clubs résidents ?

La piste 01-19 est une piste homologuée par les services de l’Aviation Civile pour les vols à vue. Elle n’est donc pas dotée de procédures de guidage aux instruments, plus précises. En conséquence, les trajectoires des aéronefs au départ et à l’arrivée de cette piste sont effectivement moins contraintes que les aéronefs utilisant la piste 08-26.

Un certain nombre de règles sont toutefois publiées dans l’information aéronautique en vigueur :

L’interdiction des entraînements de nuit

Les hauteurs minimales de passage pour les entraînements basse hauteur

Une utilisation de la piste de nuit réservée aux aéronefs basés

La figuration sur fond de carte des villes alentours.

Le Service de Navigation Aérienne veille au respect des règles de mouvement, tant au sol qu’en approche ou en tour de piste.

Avis de la commission : prend acte

- Aéroport de Lille SAS serait-il opposé à une réglementation portant limitation des horaires, des tours de piste et de l'équipement (échappement libre) de l'aviation légère ?

Aéroport de Lille SAS est favorable à poursuivre les actions déjà engagées à la demande du SMALIM et à ce que soient étudiées, en lien avec les services de l'Aviation Civile et des pilotes de l'aviation légère (en particulier issus du Club Aérien Lille Métropole), des règles ou des bonnes pratiques, qui pourraient par exemple être formalisées dans un code de bonne conduite, afin de maîtriser au mieux les impacts induits par l'activité de l'aviation légère.

Avis de la commission : prend acte

- Le projet de taxiway de la piste secondaire est, dans sa partie nord, situé dans une zone d'anciennes carrières connues (vulnérabilité forte), couvertes par le plan d'exposition aux risques (PER) Mouvements de Terrain sur la commune de Vendeville.
Des reconnaissances ou mesures ont-elles été effectuées pour apprécier le risque d'effondrement nécessitant un comblement lors des travaux de construction du taxiway ?
Dans l'hypothèse d'un effondrement, quelles dispositions seraient prises pour les eaux de ruissellement ?

La partie de taxiway incluse dans le territoire de la commune de Vendeville est soumise à deux réglementations, apparemment antinomiques : la plus ancienne est celle du Plan d'Exposition aux Risques carrières souterraines (PER), la plus récente est celle applicable à l'Aire d'Alimentation des Captages.

La première règle impose que toutes dispositions soient prises pour prévenir les conséquences dommageables des effondrements sur les ouvrages, et interdit l'infiltration des eaux collectées sur ceux-ci pour ne pas déstabiliser les carrières. La seconde règle, au contraire, recommande l'infiltration sur place.

Au regard des enjeux de prévention des accidents de personnes et de matériels, pouvant entraîner des pollutions de la nappe par épanchement de carburant, Aéroport de Lille SAS a privilégié le choix de réaliser un taxiway imperméable en conformité au PER et en aggravation des exigences minimales du contrat de concession qui demandait un taxiway engazonné.

Comme prévu dans le dossier de demande d'Autorisation Environnementale, Aéroport de Lille respectera strictement les exigences du Plan d'exposition aux Risques carrières souterraines :

Réalisation d'une recherche de cavités par micro-gravimétrie

Comblement des éventuelles cavités identifiées avec des matériaux inertes pour prévenir tout effondrement

Réalisation d'une chaussée imperméable, collecte des eaux de ruissellement et rejet de celles-ci (après traitement) dans le bassin d'infiltration Nord.

Concernant ce bassin, il est situé sur la commune de Lesquin, hors PER carrières souterraines, mais dans le même sous-bassin versant des eaux souterraines que le taxiway. Il n'y a donc pas d'incidence sur l'alimentation de la nappe : les surfaces collectées sont infiltrées dans le même sous-bassin hydrogéologique, comme le montre l'étude hydrogéologique jointe au dossier en annexe 6. Cette disposition répond aux dispositions de la zone AAC2 qui demandent le maintien pérenne de la qualité et de la quantité des eaux infiltrées dans le périmètre.

Concernant l'éventuel effet de barrage des eaux souterraines évoqué par des contributeurs, de par leurs méthodes d'exploitation, les carrières de type "catiches" ne descendent pas dans la nappe au-delà du niveau de marnage de celle-ci. Les cavités connues et cartographiées au droit du seuil 19

avaient une profondeur de l'ordre de 15 mètres, quand le toit des marnes (base présumée de l'aquifère) se situe à une profondeur de l'ordre de 25 à 30 mètres. Par ailleurs, l'orientation générale du taxiway est globalement parallèle aux lignes de courant souterraines. L'effet de barrage consécutif à des comblements d'éventuelles carrières ne serait donc pas sensible à l'échelle du sous-bassin versant, la garantie de transparence hydraulique demandée par le règlement AAC2 serait assurée. Une étude plus précise serait effectuée si un nombre important de cavités était identifié, ce qui est peu probable compte tenu des études déjà menées en 1964 le long de la piste secondaire, et de l'absence de manifestations en surface depuis cette date.

Avis de la commission : prend note qu'il y a antinomie en terme de réglementations mais relève que les constatations physiques (profondeur des cavités, le toit des marnes et l'orientation générale du taxiway globalement parallèle aux lignes de courant souterraines) permettent au porteur du projet d'affirmer la faisabilité sans risque du projet.

- Plus largement, les études et reconnaissances menées ont-elles mis en évidence un risque mouvement de terrain sur d'autres secteurs du domaine aéroportuaire ?

Aéroport de Lille a interrogé le Service Commun des Carrières Souterraines de la Ville de Lille, compétent à ce sujet sur le territoire des communes de la MEL où l'aéroport est implanté. Ce service lui a transmis les éléments en sa possession.

Le risque principal sur les autres secteurs de l'aéroport est celui des tranchées et sapes de guerre (1ère guerre mondiale). Celui-ci est d'ailleurs associé à un risque pyrotechnique (vestiges des 2 conflits).

Concernant l'aérogare, les diagnostics gravimétriques et pyrotechniques ont été réalisés. L'étape suivante (caractérisation des anomalies identifiées, et traitement éventuel) sera programmée en cohérence avec le développement du projet de l'aérogare. La dépollution pyrotechnique en profondeur au droit des pieux et des anomalies gravimétriques, et l'éventuel comblement des cavités identifiées, seront effectués avant démarrage des travaux soumis à permis de construire.

7 – Le taxiway de la piste principale

- La commission souhaite connaître la position du porteur du projet sur la faisabilité, le coût et la pertinence des propositions soutenant le prolongement des taxiways de la piste 8/26 afin de permettre les décollages « en seuil de piste » et par là-même réduire la nuisance sonore pour les populations survolées.

Une étude approfondie est actuellement conduite, avec une expertise externe, sur l'intérêt (avantages, inconvénients, risques) d'étendre les taxiways jusqu'aux seuils de la piste 08/26 pour favoriser le décollage des avions en bout de piste.

Deux bureaux d'étude ont ainsi été désignés en fin d'année 2021, pour réaliser l'étude technique/géométrique des infrastructures et réaliser une analyse multicritères intégrant :

- L'impact acoustique des décollages effectués depuis le bout de piste
- L'impact en termes de gaz à effet de serre induit par les modifications au roulage
- L'impact sur la faune et la flore des nouvelles infrastructures
- L'impact sur les surfaces imperméabilisées
- L'impact opérationnel : temps d'occupation piste et sécurité

Les résultats de cette étude sont attendus au 2ème semestre 2022.

Aéroport de Lille SAS proposera de les présenter à l'occasion d'une prochaine Commission Consultative de l'Environnement.

Avis de la commission : prend acte

8 - Les trajectoires aériennes

- Dans le cadre de la recherche des optimisations environnementales, la commission souhaite connaître la nature des possibilités et marges de manœuvre dévolues au porteur du projet au sein des travaux de détermination et de révision des trajectoires aériennes, en sa qualité notamment de membre de la commission consultative de l'environnement (CCE),

Le SMALIM, n'étant pas compétent en matière de navigation aérienne, n'a pas délégué de mission en la matière à Aéroport de Lille SAS dans le cadre du contrat concession de service public.

La détermination et la révision des procédures de navigation aérienne font l'objet d'études pilotées par les services de l'Aviation Civile. Les modifications de procédures sont soumises à l'avis de la Commission Consultative de l'Environnement, à laquelle siège l'exploitant d'aéroport qui dispose donc d'un avis consultatif (voir d'ailleurs pour exemple de ce sujet en pièce jointe le compte-rendu de la CCE du 9 Février 2018 qui explicite les étapes d'évolution des trajectoires en décollage depuis le seuil 08).

Par ailleurs, l'exploitant d'aéroport assure le guichet unique pour le traitement des signalements et a donc connaissance des problématiques de nuisances exposées par les riverains. Il partage ces connaissances avec les services de l'Aviation Civile, pour contribuer à la réflexion et aux propositions.

Enfin, avec le système de mesure de bruit et de suivi des trajectoires, l'exploitant d'aéroport peut fournir un ensemble de données permettant d'éclairer la réflexion.

Avis de la commission : prend acte

- De même, en ce qui concerne l'exécution des directives encadrant les procédures opérationnelles de navigation aérienne (notamment des décollages).

De même, le SMALIM, n'étant pas compétent en matière de navigation aérienne, aucune mission en matière de définition des procédures opérationnelles de navigation aérienne n'a été déléguée à Aéroport de Lille SAS dans le cadre du contrat concession de service public.

Les directives encadrant les procédures opérationnelles de navigation aérienne relèvent de la compétence des services de la navigation aérienne, service de l'état au sein de la DGAC. L'exploitant d'aéroport, de par la connaissance qu'il a des problématiques de nuisances sur le territoire, peut être amené à échanger avec les services de l'Aviation Civile afin de demander à étudier des aménagements, tels que par exemple une procédure de moindre nuisance au décollage (NADP1 ou NADP2), des restrictions relatives aux entraînements, ou la limitation des caps directs.

Avis de la commission : prend acte

- La commission souhaite connaître les objectifs et le degré d'avancement du calendrier des études en cours menées par la DGAC et le service national de l'aviation (SNA), dans le cadre des travaux d'actualisation des procédures de départ vers l'est et vers l'ouest.

Un groupe de travail a été créé lors de la réunion de la Commission Consultative de l'Environnement (CCE) du 14 avril 2021. Piloté par la Direction de la Sécurité de l'Aviation Civile avec l'appui et l'expertise technique du Service de la Navigation Aérienne Nord, le groupe de travail est composé de

représentants d'associations, de représentants de communes et de représentants des professions aéronautiques, siégeant à la CCE.

Ce groupe de travail est chargé depuis mai 2021 d'élaborer des propositions d'optimisation des trajectoires de départs vers l'Est, qui seront soumises à l'avis de la CCE.

Le groupe de travail s'est réuni 7 fois entre mai 2021 et mars 2022, et les propositions issues des travaux seront présentés à l'occasion d'une prochaine réunion de la CCE. Selon les avis formulés à l'occasion de cette CCE, une expérimentation pourra être engagée par la DGAC. Aéroport de Lille SAS apportera ses moyens de mesure (stations mobiles) pour cette expérimentation.

Les services de l'Aviation Civile ont par ailleurs proposé lors de la réunion de la CCE de décembre 2021 de créer un groupe de travail équivalent concernant les trajectoires de départ vers l'Ouest.

Les travaux de ce groupe débuteront lorsque ceux du groupe de travail "départs Est" seront terminés.

Avis de la commission : prend acte

- Est-il exact que sur l'aéroport de Lille, aucun écart par rapport aux procédures particulières de décollage ou d'atterrissage en vue de limiter les nuisances environnementales engendrées par ces phases de vol en vigueur n'est signalé à l'ACNUSA (l'article L6361-12 du code des transports - §4C) ?

Le signalement d'écarts à l'ACNUSA doit s'appuyer sur un arrêté ministériel instaurant un ou des Volumes de Protection Environnementale (VPE) qui permet, en cas d'écart constaté par un agent assermenté, de dresser un procès-verbal d'infraction auprès d'un exploitant aérien dont l'aéronef serait sorti de ce VPE. Or, aucun arrêté ministériel de ce type n'existe à ce jour concernant l'aéroport de Lille.

Toutefois, il convient de noter que Aéroport de Lille ne laisse pas les situations d'écart sans suite. Ainsi, la plupart des écarts constatés sont des demandes spécifiques des contrôleurs aériens pour des raisons de sécurité aéronautique, ou des demandes des pilotes pour des raisons météorologiques. Tout écart non justifié fait l'objet d'un rappel d'ADL auprès de la compagnie aérienne. La compagnie doit alors investiguer et procéder, si nécessaire, à la publication de rappel ou de modification de consignes auprès de son personnel navigant.

Avis de la commission : la commission prend note que les Volumes de Protection Environnementale nécessitent la prise d'un arrêté ministériel

- L'instauration de « volumes de protection environnementale » par arrêté ministériel (article L6362-1 du code des transports) permettrait une amende administrative rapide par l'ACNUSA. Le concessionnaire est-il favorable à la mise en place de ce dispositif ?

Aéroport de Lille SAS est favorable à la création de ce type de dispositif. Dans un tel cas, il appartiendrait juridiquement aux services de l'Etat de procéder à la constatation des infractions.

Avis de la commission : la commission souligne qu'ADL SAS est favorable à la mise en œuvre des Volumes de Protection Environnementale

9 - Les nuisances sonores

- La commission souhaite connaître les mesures déjà prises ou envisagées par le porteur du projet (mesures pécuniairement dissuasives, modulation de redevances selon les

tranches horaires, pénalisation progressive des avions bruyants selon la qualification calypso, ...) aux fins de réduire ces dernières, notamment dans le contexte des « pistes de réflexion » suggérées par l'Autorité de Contrôle des Nuisances Aéroporutaires (ACNUSA) dans son rapport du 14 décembre 2021 (protection des vols de nuit).

Conformément aux dispositions du contrat de concession de service public, Aéroport de Lille SAS a instauré en 2021 une politique tarifaire incitative relative aux vols de nuit et aux avions les plus bruyants :

Augmentation de 60% de la redevance d'atterrissage pour les vols de nuit (22h-06h)

Gratuité du stationnement de nuit pour les avions basés (en cas de stationnement d'une durée de plus de 7 heures)

Majoration de la redevance d'atterrissage selon le groupe acoustique de l'aéronef :

Groupe acoustique	% de majoration
5a et 5b	/
4	+20%
3	+40%
2	+70%
1	+100%

Aéroport de Lille SAS procède à une révision annuelle des tarifs des redevances à l'occasion des Commissions Consultatives Economiques, et ces mesures pourront si besoin être adaptées et renforcées en fonction des résultats obtenus.

Avis de la commission : prend acte

- Les avions dits « basés » participeront-t-il, dans la durée de la concession, à une activité aérienne entre 22 heures et 6 heures ?

Les avions basés participent en partie à une activité aérienne entre 22 heures et 6 heures : le fait que les avions soient stationnés à l'aéroport de Lille peut favoriser les arrivées programmées tardivement ou retardées, ou les premiers décollages avant 06h00. Toutefois, il est ici précisé que ces mouvements sont inclus dans l'engagement formel d'Aéroport de Lille SAS de ne pas développer le nombre total de vols de nuit, au-delà du niveau atteint en 2019 (1701). Aéroport de Lille SAS se montrera particulièrement vigilant en matière d'horaires programmés de nuit, notamment pour les compagnies basées.

Avis de la commission : prend acte

- La question du couvre-feu nocturne suscite une forte mobilisation des riverains :
 - A cet égard, la commission souhaite connaître les conséquences pour le porteur du projet d'un arrêté ministériel comportant ce type de mesure restrictive particulière.
 - Hors du cadre d'un arrêté ministériel de restriction, une formalisation par convention peut-elle être envisagée aux fins d'affiner et de conforter les engagements pris dans le contexte de l'activité nocturne, au terme de la concertation préalable.

L'existence d'un couvre-feu s'avérerait très vraisemblablement rédhitoire à la création d'une base, les exploitants aériens perdant la flexibilité requise dans leurs opérations, et notamment la capacité d'accueil d'aéronefs retardés dans leurs rotations. Or, pour une compagnie aérienne, baser un avion sur un aéroport permet d'optimiser l'usage de ses avions tout en offrant les meilleurs horaires possibles à ses clients.

De plus, plusieurs aéroports internationaux fonctionnent sur la base de « slots » alloués annuellement aux compagnies aériennes (ce n'est pas le cas de l'aéroport de Lille). Les slots sont des créneaux horaires d'atterrissage et de décollage que la compagnie aérienne doit utiliser pendant un laps de temps donné. Les compagnies possèdent historiquement des slots sur certains aéroports stratégiques de leur réseau, notamment en Grèce.

Le respect de cette règle « historique » des slots est un des enjeux fondamentaux qui fait la crédibilité d'une compagnie aérienne sur un aéroport. Aujourd'hui, les aéroports de pays à fort trafic aérien en saison d'été, comme l'Espagne, l'Italie et la Grèce, où les compagnies opèrent un grand nombre de leurs vols sont régis par cette allocation de slots. Si les compagnies ne pouvaient plus utiliser ces créneaux horaires suite à une modification des horaires d'ouverture et de fermeture de l'aéroport de départ, elles pourraient être contraintes d'annuler leur programme de vols et de les opérer au départ d'un autre aéroport.

Par ailleurs, conscient des nuisances induites par l'activité aérienne de nuit, Aéroport de Lille SAS confirme l'engagement pris à l'occasion de la concertation préalable volontaire, à savoir une limitation du nombre de vols de nuit (22h-06h) au niveau atteint en 2019, soit un maximum de 1701 mouvements de nuit. Cet engagement sera formalisé dans le cadre de la Charte de Développement Durable établie en accord avec le SMALIM. Le nombre de mouvements de nuit fera par ailleurs l'objet d'un reporting lors des réunions de la Commission Consultative de l'Environnement, ce qui permettra aux parties prenantes de vérifier l'atteinte de cet objectif.

Avis de la commission : prend acte

- Est-il exact, comme le mentionnent des contributeurs, que le contrat de délégation de service public de 2009 entre le SMALIM et le concessionnaire de la période prévoyait un maximum de mouvements de nuit de 3% des mouvements ?
Si c'est bien le cas, quelle était la période de référence de ces 3% ? (Journée, week-end, semaine, mois ou année) ? Quelle était la nature des mouvements autorisés la nuit ?
Aéroport de Lille SAS ne connaît pas le détail des rapports contractuels qui préexistaient entre le SMALIM et SOGAREL SAS dans le cadre de la précédente délégation de service public.

Avis de la commission : prend acte

- Dans le contrat de DSP en cours, est-il prévu une restriction aux vols de nuit (nombre, objet ou autre) ? Si c'est le cas, cette restriction, quelle est la période de référence (journée, week-end, semaine, mois ou année) ?

Le contrat de DSP en cours prévoit une limitation spécifique aux vols commerciaux programmés de nuit entre 23h00 et 06h00 à 7% maximum de l'ensemble des mouvements commerciaux programmés. Il n'y a pas de période de référence associée à cette limitation.

En complément, il est ici rappelé l'engagement formel pris par Aéroport de Lille SAS d'une limitation des vols de nuit sur une plage horaire élargie de 22h à 06h sous le niveau atteint en 2019.

Avis de la commission : prend acte

- La commission souhaite un état des lieux de l'existant et des perspectives de développement quantitatif et géographique envisagé (positionnement) des capteurs sonores (dont l'implantation est également sollicitée hors du périmètre du PEB.) En effet 8 des capteurs actuels de mesure ne semblent pas situés dans l'axe de la piste 08/26.

Selon le “Guide sur les caractéristiques techniques des systèmes de surveillance automatique de bruit aéronautique – STNA”, l’implantation des stations n’est pas nécessairement à réaliser dans l’axe de la piste principale. Le choix de l’implantation des stations dépend de ce que l’exploitant souhaite surveiller dans le cadre de son système de surveillance du bruit et de suivi des trajectoires : trajectoires de départ et d’arrivées, présence de zones habitées, éloignement de sources sonores... l’implantation des stations de mesures de bruit doit permettre de représenter le bruit aérien.

Le système de mesure de bruit et de suivi des trajectoires d’aéronefs (système de monitoring) dont dispose actuellement l’aéroport est doté de 8 stations de mesure de bruit fixes.

Ces 8 stations ont été implantées en 2008 en fonction des conditions de circulation aérienne en vigueur à l’époque. Compte-tenu de l’évolution induite par la mise en place des trajectoires par guidage satellitaire en 2016, la pertinence de 2 emplacements (Fretin et Carnin) est à questionner.

Par ailleurs, une 3ème station (Noyelles-les-Seclin) était déjà auparavant éloignée des trajectoires, et cet emplacement est aussi à questionner.

Enfin, le secteur de la forêt de Phalempin (concerné par les départs courts vers l’Ouest) n’est pour l’instant pas doté de station de mesure de bruit fixe.

Concernant les départs vers l’Est, il pourrait aussi être étudié l’intérêt de doter le secteur Sud-Est de l’aéroport d’une station complémentaire.

Un travail de réflexion est engagé en concertation avec le SIVOM depuis mars 2022 pour étudier l’opportunité de ces nouveaux emplacements dans le cadre de la modernisation du système de monitoring, prévu au contrat de concession.

Pour les communes n’étant pas équipées d’une station de mesure du bruit, il est possible de solliciter l’aéroport, en lien avec la mairie de commune concernée, pour réaliser des campagnes de mesure du bruit grâce à une station de mesure mobile.

Avis de la commission : prend acte et note avec satisfaction la concertation en cours avec le SIVOM pour ces nouveaux emplacements

10 - La protection des champs captant et la ressource en eau

- La commission souhaite avoir confirmation par le Maître d’ouvrage que les travaux « côté piste » situés au droit des champs captant et de la nappe phréatique, seront réalisés en stricte conformité avec les arrêtés préfectoraux de protection dédiés (Projet d’Intérêt Général : PIG et aire d’alimentation des champs captant en partie concernée sur l’ouest de la plate-forme : AAC) ainsi que les servitudes, s’y rapportant, seront respectées.

Aéroport de Lille SAS confirme que le dossier soumis à l’enquête a bien été élaboré en tenant compte des prescriptions et servitudes du PIG et de l’AAC, comme le relève l’Autorité Régionale de Santé (ARS) dans son avis du 13 Octobre 2021. Notamment, il est prévu la mise en œuvre de systèmes de traitement des eaux pluviales plus performants que ceux actuellement existants, avant l’infiltration des eaux pluviales dans le bassin versant hydrogéologique de la Deûle.

Ce dossier a été soumis à l’avis d’un hydrogéologue agréé en matière d’hygiène publique désigné par l’ARS. Cet hydrogéologue a transmis le 17 décembre 2021 l’avis favorable joint en annexe 6, qui relève l’absence de risque de pollution des champs captants mais indique des prescriptions complémentaires

de gestion des volumes collectés. Notamment, il recommande de mieux caractériser la ligne de partage des eaux des sous-bassins versants, afin de rééquilibrer le plus possible l'infiltration des eaux.

Aéroport de Lille SAS réitère son engagement à respecter les prescriptions de l'hydrogéologue agréé.

Avis de la commission : prend acte

- Le collectif NADA Lille mentionne que « L'impact sur la nappe du Sud de Lille des rejets aériens (notamment SO₂) qui s'effectuent au-dessus des champs captant en phase de décollage et d'atterrissage, ou en cas d'accident, ne sont pas pris en compte dans l'étude d'impact ». Est-ce exact ?
Si c'est le cas, cette non prise en compte s'explique-t-elle par l'absence d'effet significatif sur la qualité de la nappe des « champs captant » compte tenu des dispositifs prévus et de leur gestion

La réponse à cette question est traitée de manière complète dans le développement en réponse à la question 20 sur l'impact des rejets atmosphériques sur les champs captants.

- La commission relève que les eaux de ruissellement des accotements projetés sont destinées à être collectées séparément, puis ensuite à rejoindre des installations de réception et de traitement. Pour infiltrer les eaux de ruissellement spécifiques à ces accotements et réduire ainsi les conséquences de l'imperméabilisation (3,36 ha), est-il envisageable :
 - D'une part, d'utiliser des matériaux perméables suffisamment stabilisateurs permettant ainsi de pallier, en partie, à cette artificialisation des accotements ?
 - D'autre part, d'orienter gravitairement les eaux pluviales ainsi collectées par ces accotements vers la zone de « prairies aéroportuaires » contiguës « façonnées » en forme de noue ?
Un profil en travers type (bord de piste – accotement 7,5m – reprofilage sur 20m), illustrant les dispositions envisagées, serait utile à la commission.

La question de la Commission d'Enquête rejoint une recommandation de l'hydrogéologue agréé.

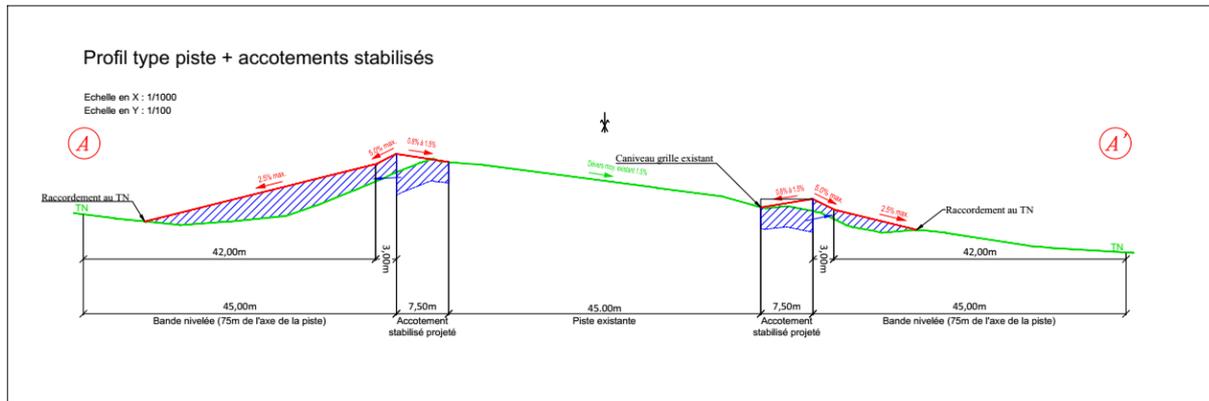
Les objectifs assignés à ces accotements par la réglementation aéronautique sont d'une part, s'opposer de façon permanente à la création d'objets déplaçables par le souffle des réacteurs et pouvant amener des dommages à ceux-ci ou à la structure de l'aéronef, et d'autre part éviter les dommages au train d'atterrissage ou à la structure de l'aéronef en cas de sortie de piste. Il paraît difficile de réaliser ce second objectif avec des matériaux garantissant une infiltration directe : une couche de fondation en matériaux liés est impérative.

Toutefois, Aéroport de Lille SAS a engagé avec les services compétents de l'Aviation Civile et son hydrogéologue une démarche visant à étudier la réalisation du revêtement de ces accotements par un traitement aux liants hydrauliques du sol en couche de fondation, couplé à un engazonnement type prairie aéroportuaire, plutôt qu'avec un revêtement lié hydrocarboné de type chaussée aéronautique. Ces accotements seraient associés à un dispositif de drainage pour réduire la collecte directe des eaux de ruissellement par les réseaux, en favorisant une infiltration au plus près.

Des études, dont mise en œuvre de planches d'essais, vont être nécessaires pour valider le procédé. En conséquence, cette solution ferait l'objet d'un porté à connaissance ultérieur au titre du volet eau de l'autorisation environnementale si elle pouvait être retenue.

La mise en œuvre de noues infiltrantes ne peut pas être retenue, d'une part en raison des limites aéronautiques imposées aux pentes en travers dans la bande aménagée de piste (75 mètres de part et d'autre de l'axe), de la problématique de traitement des eaux pluviales en saison hivernale (déverglaçage potentiel des accotements revêtus dont par ailleurs l'infiltration est un point d'analyse de l'avis de l'ARS) et du caractère attractif pour l'avifaune qui aggraverait fortement le péril animalier.

Voici ci-dessous une coupe de principe des accotements :



Avis de la commission : prend acte

- Quelle nature seront les mesures de protection contre les risques de pollution liés à ce traitement des eaux pluviales ?

Les mesures prévues sont décrites au dossier soumis à l'enquête :

Collecte des eaux dans un réseau enterré étanche

Tamponnement des eaux dans des bassins de rétention étanches, dimensionnés pour accueillir sans surverse la pluie vingtennale (les surverses vers les bassins d'infiltration pour les épisodes de pluie d'occurrence supérieure devront être réduites, comme demandé par l'hydrogéologue agréé)

Vidange de ces bassins au travers d'un déboureur séparateur à hydrocarbures garantissant un rejet à 5 mg/l vers les bassins Sud et Est, à 1 mg/l pour le bassin Nord en zone AAC2

Mise en place d'une vanne de barrage pour confinement des pollutions accidentelles

A l'aval du séparateur, infiltration dans deux bassins dotés d'une couche de sable filtrant de 1 mètre

Suivi régulier de la qualité des eaux de nappe par le biais de piézomètres

Les eaux infiltrées traversent donc deux dispositifs successifs (déboureur puis filtre à sable), ce qui garantit la retenue des matières en suspension. Pour les éléments en solution, l'étude de dispersion de l'évaluation environnementale montre que les panaches restent globalement cantonnés à la zone de l'aéroport.

Avis de la commission : prend acte

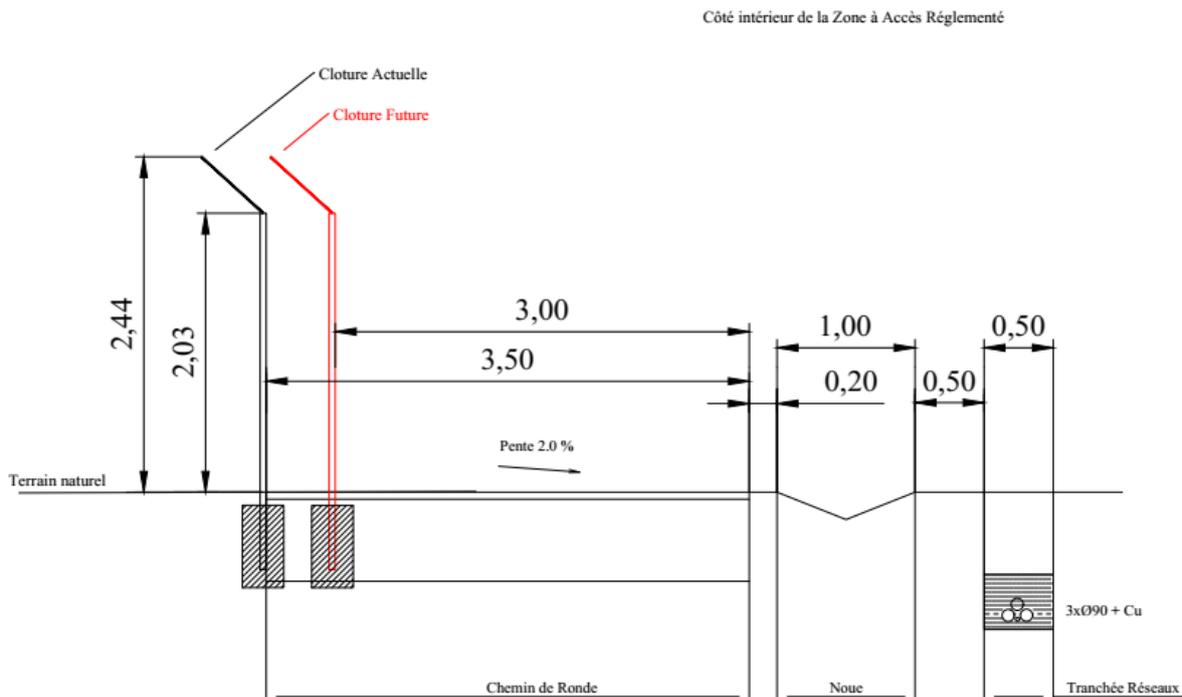
- S'agissant du chemin de ronde de 9km, il est prévu dans l'étude d'impact « une stabilisation de matériaux perméables et des noues infiltrantes longitudinales le long du chemin » et la réutilisation « d'environ 2,4 km de surfaces déjà artificialisées (ancien

taxiway militaire) ». Dans ces conditions pourquoi est mentionnée une imperméabilisation du fait de ce chemin sur environ 2.2 ha ?

Les profils en travers types (section courante et section réutilisant l'ancien taxiway) seraient également utiles à la commission.

Comme mentionné dans l'étude d'impact « ADL Piece B_03-Etude impact-Partie 3 » en page 18/643, le chemin de ronde doit être circulable. Cela dit il se fera bien avec une stabilisation de matériaux perméables. En dehors des zones de taxiway déjà artificialisées la réalisation du chemin de ronde, bien que réalisé en matériaux perméables entraîne une modification de l'état des sols (initialement de la prairie aéroportuaire). Il est donc fait mention d'une artificialisation de 2,2 ha (et non une imperméabilisation). En synthèse, pour l'ensemble du projet, 13,26 ha seront artificialisés, 9,98 ha seront imperméabilisés.

Voici ci-dessous un schéma de principe applicable à ce stade à la section courante (la section de réutilisation du taxiway sera étudiée ultérieurement) :



Avis de la commission : prend acte

- Quel est l'impact des rejets atmosphériques issus des turboréacteurs, en phase de décollage et atterrissage, en matière de pollution potentielle des champs captant survolés au cours de ces phases ?

Dans quelle mesure ces rejets peuvent-ils s'infiltrer jusqu'à la nappe phréatique ?

En premier lieu, il est intéressant de rappeler que la plateforme aéroportuaire fait déjà l'objet d'une surveillance de la qualité des eaux souterraines et que cette dernière n'a pas mis en évidence de dégradation de la qualité des eaux associée à l'activité aéroportuaire.

Pollution diffuse lors de l'exploitation de l'aéroport

Dans le cadre de l'exploitation de l'aéroport, il s'agit de prendre en compte les pollutions diffuses émises par les avions en vol. La modélisation aérodispersive a intégré les polluants émis classiquement par les avions en vol conformément à la bibliographie en vigueur. Le choix des polluants a fait l'objet d'une validation par l'ACNUSA et ATMO. Ont ainsi été retenus pour les avions en cycle LTO le SO₂, CO, COVNM (1.3-butadiène et benzène) et les NO_x ainsi que les PM_{2,5} et PM₁₀.

Certains de ces polluants gazeux peuvent également avoir des formes particulaires qui retombent sur le sol sous forme de dépôts secs⁵ ou humides⁶.

Les dépôts ont bien été pris en compte dans les calculs de risque. Les cartes de dépôts sont présentées en annexe 15 de l'évaluation environnementale (Volet Air de l'étude d'impact). Les polluants pris en compte sont : Arsenic, benzo(a)pyrène, cadmium, chrome, somme des 16 HAP, nickel, PM₁₀, PM 2.5. Ces cartes permettent de montrer l'importance prépondérante du trafic routier en matière de dépôts.

La Figure 1: « Schéma conceptuel – Identification des sources, des voies de transfert et des cibles » p17 du chapitre 07« Effets du projet sur la santé et mesures ERC » montre bien que les dépôts particulaires ont été pris en compte sur les cultures et les potagers.

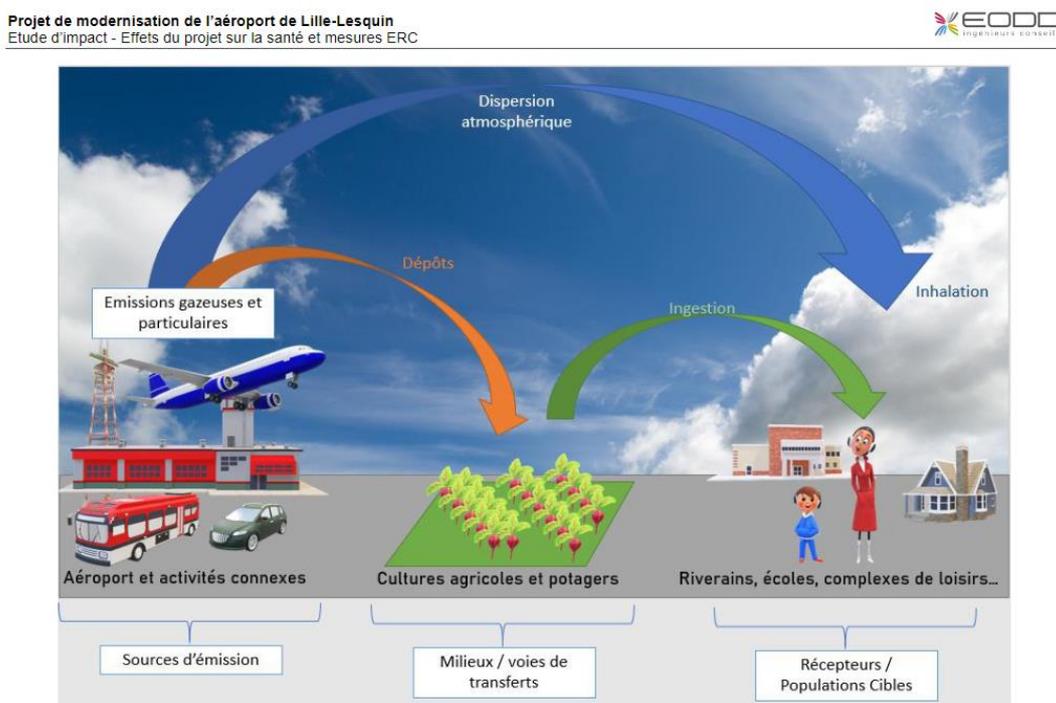


Figure 1 : Schéma conceptuel – Identification des sources, des voies de transfert et des cibles

De même, p21 et 22 du chapitre 07 « Effets du projet sur la santé et mesures ERC » les dépôts sont intégrés dans les scénarios :

Scénario « Habitation avec jardin » : ce scénario concerne les résidents adultes et enfants qui habitent les logements disposant d'un jardin les plus exposés aux rejets du site. Dans une hypothèse majorante, il a été considéré que ces résidents restaient en permanence chez eux, soit un temps d'exposition de 24h/24 et 7j/7. Il a également été considéré que ces résidents

⁵ Les dépôts secs peuvent être définis comme le transfert de matière de l'atmosphère à des surfaces autre que par précipitation : sédimentation, adsorption, absorption (y compris dissolution), réaction chimique

⁶ Les dépôts humides peuvent être définis comme le transfert de matière de l'atmosphère à des surfaces dû aux précipitations : pluie, neige, grêle, brouillard

consommaient des fruits et légumes issus de la parcelle agricole la plus impactée par les rejets du site, ainsi que les fruits et légumes issus de leur propre jardin.

Scénario « Agricole » : ce scénario concerne les travailleurs (adultes) qui officient au niveau de la parcelle agricole la plus exposée par les rejets du site. Dans une hypothèse majorante, il a été considéré un adulte travaillant 8h/j et 5j/7 sur la parcelle agricole et résidant le reste du temps au niveau de l'habitation la plus exposée aux rejets du site. Il a également été considéré que ces adultes consommaient des fruits et légumes issus de la parcelle agricole la plus impactée par les rejets du site, ainsi que les fruits et légumes issus de leur propre jardin.

Il s'agissait ici de considérer les transferts de polluants :

De l'air vers les sols par les dépôts particuliers,
Puis des dépôts dans le sol vers les fruits et légumes.

Impact des dépôts particuliers sur la qualité des sols puis vers les eaux souterraines

Dans le cadre de l'Evaluation Environnementale, l'accumulation des polluants dans les sols sur une période de 30 ans en raison des dépôts particuliers a été évaluée et présentée dans l'annexe 20 « Concentrations dans les sols et végétaux ».

Ainsi, nous proposons ci-dessous une comparaison des polluants accumulés dans les sols pendant 30 ans par rapport aux valeurs médianes des sols dans le département du Nord :

MATRICES	Teneurs des éléments en traces (A, Cd, Cr, Cu, Hg, Ni, Pb, Se, Zn) selon une étude nationale*	SOL	Ordre de grandeur
Substances	Département du Nord - valeur moyenne	Concentration dans le sol au bout de 30 ans (mg/kg) - médiane	% par rapport à la médiane
BaP	Non évalué	1,21E-02	/
As	Non évalué	3,38E-03	/
Ni	15,7	1,72E-02	0,11%
Cr	24,7	1,08E-01	0,44%
Cd	0,47	1,39E-03	0,29%

*Teneurs en huit éléments en traces dans les sols agricoles en France - par Denis BAIZE, W DESLAIS et N SABA - INRA Orléans - Juin 2005

Les valeurs présentées dans le tableau correspondent au récepteur le plus exposé aux émissions du site et exposé 100 % du temps.

Le tableau démontre que la contribution des dépôts particuliers sont non significatives par rapport aux valeurs médianes des sols dans le Nord (<0.5% pour les polluants renseignés).

Conclusions

Ces scénarios n'ont pas montré d'impacts significatifs des dépôts sur la qualité des sols à proximité de l'aéroport et ne sont donc pas de nature à impacter la qualité des eaux souterraines des champs captants.

En complément nous rappelons que les polluants de la piste sont récupérés sur cette dernière puis envoyés dans des bassins étanches de régulation puis dans des bassins d'infiltration après traitement

par un séparateur hydrocarbures. Une modélisation hydrogéologique spécifique a été réalisée pour mesurer l'impact de ces volumes infiltrés sur la qualité de l'eau des champs captants. Ont notamment été modélisés les flux d'hydrocarbures et de l'acétate de potassium, produit de déverglaçage.

Cette modélisation hydrogéologique a été menée par SB2O. L'intégralité de la modélisation de la nappe est jointe au dossier d'étude d'impact dans le document ADL_Piece B_04-Annexes-Etude impact-Partie 3. La conclusion de cette étude est la suivante : *« Au vue des hypothèses très conservatrices considérées et des concentrations calculées (1 pour mille vis-à-vis de la norme eaux brutes pour les paramètres étudiés), la modélisation permet de conclure que **l'impact peut être considéré comme non significatif sur les captages AEP et Industriels du secteur.** Ainsi, les champs captants Sud de Lille, comme les forages Industriels sur Pont-à-Marcq ne verront pas leur qualité des eaux souterraines dégradée par ce projet de modernisation. Ces résultats sont d'autre part en cohérence avec le suivi analytique trimestriel effectué au droit du site ».*

Dans son avis du 17 Décembre 2021 (voir annexe 6), l'hydrogéologue agréé confirme que les résultats sont conformes.

Autres informations sur l'impact aéroportuaire

Aéroport de Lyon : la série de mesure réalisée sur dix sites répartis sous le trajet des avions et 24 heures d'exposition n'a pas permis de recueillir des particules ressemblant aux descriptions des plaintes de certains riverains de l'aéroport (dépôts huileux ou visqueux visibles à la surface des piscines, ...).

Aéroport de Nice – Côte d'Azur : en 2001 puis en 2002, l'aéroport de Nice a effectué des analyses de dépôts sur et à proximité de l'aéroport. Les méthodes de prélèvements utilisées ont été soit le grattage, soit la récupération à l'aide de papier absorbant imbibé de produit neutre.

Il ressort de ces études que les dépôts sont essentiellement constitués d'éléments minéraux et ne contiennent pas de suies grasses organiques.

Aéroports de Paris : depuis plusieurs années, à la demande des riverains, des prélèvements sont régulièrement analysés par des laboratoires spécialisés qui recherchent l'origine des dépôts. Les avions n'ont jamais été mis en cause jusqu'à présent.

Pollution accidentelle

Ce cas est traité en réponse à la question 20.

La gestion des accidents :

Cette question a été traitée dans le chapitre 09 « Effets du projet sur l'occurrence des risques d'accidents ou les catastrophes majeures et mesures ERC ».

En France, le service de sauvetage et de lutte contre l'incendie des aéronefs, abrégé SSLIA, désigne les services de secours sur les aérodromes. L'aéroport bénéficie évidemment d'un SSLIA capable d'intervenir au niveau de la plateforme aéroportuaire et sur les zones voisines de l'aéroport (ZVA).

Dans le chapitre 09, sont présentées les procédures en cas d'accident. On pourra se référer au « 9.1.3.2 Renversement accidentel d'hydrocarbures » dont nous rappelons le contenu : *« Pour éviter tout impact sur le milieu naturel, il est nécessaire d'empêcher les hydrocarbures de rejoindre le milieu naturel et de les récupérer pour leur réutilisation ou leur évacuation dans les filières de traitement ».*

agrées. Le réseau d'assainissement des eaux pluviales dispose de bassins de rétention étanches et de vannes de barrage permettant de contenir les effluents en amont de bassins d'infiltration. Les hydrocarbures peuvent ainsi être récupérés dans le bassin de régulation avant tout transfert dans les sols et les eaux souterraines ».

Avis de la commission : prend acte

- Quelle est la position du maître d'ouvrage relative à la faisabilité des propositions techniques avancées par le Comité Local de l'EAU du SAGE de la Marque-Deûle préconisées durant la phase de chantier aux fins de protection contre les risques de contamination accidentelle des champs captant ?

Précisément : les mesures suivantes en ce qui concerne les sites de stockage situé au sein du PIG :

- Imperméabilisation provisoire des sites
- Travaux en flux tendu
- Utilisation de bacs de rétention pour les eaux de surface
- Privilégier l'accès des engins de chantier en extérieur de la zone AAC.
- Procéder à une analyse avant valorisation des terres de décapage « in situ ».

Aéroport de Lille SAS mettra en œuvre les propositions techniques du Comité Local de l'Eau, ainsi que celles de l'hydrogéologue agréé sur la phase de chantier (procédures de gestion des pollutions accidentelles). Notamment, concernant les sites de stockage de matériaux dans le périmètre du PIG, et comme expliqué en réponse à l'Autorité Environnementale, le maintien des aires de dispersion actuellement existantes (« marguerites ») permettra la mise en stock de matériaux et l'accès aux zones de chantier.

Avis de la commission : prend acte

11 – Le dispositif de géothermie

- La commission souhaite connaître l'état d'avancement des études relatives à la faisabilité de l'utilisation de la solution de géothermie dans le respect de l'intégrité et de la protection de la ressource en eau de la zone de protection.

Dans son avis du 17 Décembre 2021 ci-joint (voir annexe 6), l'hydrogéologue agréé a émis un avis favorable, sous conditions de méthodes de réalisation, pour la mise en œuvre du seul Test de Réponse Thermique, étape préalable indispensable au dimensionnement pertinent du système de géothermie. La mise en œuvre de cette phase d'essai s'effectuera dans les conditions qui seront fixées par l'Autorisation Environnementale. Après étude plus détaillée, la mise en œuvre du champ de sondes en situation finale fera l'objet d'une nouvelle demande spécifique.

Comme relevé dans son avis par l'hydrogéologue, la sonde sera réalisée en se conformant à la norme NF X10-970 "Forage d'eau et de géothermie - Sonde géothermique verticale (échangeur géothermique vertical en U avec liquide caloporteur en circuit fermé)". Une telle sonde n'est utilisée ni pour un pompage d'eau, ni pour une injection d'eau. Elle est de très faible emprise (longueur 90 m au plus, diamètre 161 mm). Elle est donc sans aucune influence sur le cône de rabattement d'un éventuel pompage situé à proximité, ni sur la transparence hydraulique du site. Le fluide caloporteur utilisé sera de l'eau potable. Afin de répondre aux inquiétudes de certains contributeurs, Aéroport de Lille SAS rappelle que la technologie envisagée n'est en rien comparable à celle mise en œuvre aux environs de

Strasbourg : la solution alsacienne repose sur des doublets profonds (plus de 4 000 m) associés à une réinjection sous forte pression (jusqu'à 100 bars).

Avis de la commission : prend acte

12 – Climat, pollution de l'air

- La commission demande au Maître d'ouvrage de confirmer ou d'infirmer la compatibilité d'ensemble du projet avec l'objectif de réduction des gaz à effet de serre de l'ordre de 45 % en 2030 et 89 % en 2050 tel que prévu dans le PCAET de la MEL.

La compatibilité de l'ensemble du projet avec les prescriptions du PCAET est confirmée par les analyses détaillées dans le chapitre 15.6.3 de l'étude d'impact en page 279/347 du document ADL_Piece B_03-Etude impact-Partie 4.

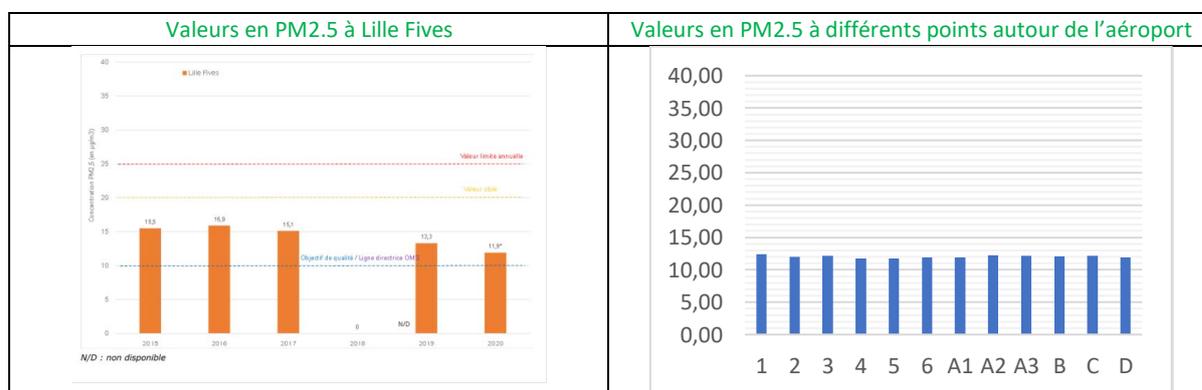
Notons également que la MEL a émis une délibération sur le dossier et n'a pas fait part d'une éventuelle incompatibilité avec son PCAET.

Avis de la commission : prend acte

- Le porteur du projet a-t-il connaissance d'éléments d'études récentes relatives à la question, fréquemment évoquée par les contributeurs, des risques (pour la santé) engendrés par la présence de « particules fines » à proximité directe des aéroports.

Les particules appelées PM2.5 sont des particules dont le diamètre est de 2.5 micron (μm). La modélisation prend bien en compte les PM2.5 aussi bien sous forme gazeuse que sous forme de dépôts particulaires. Elles ont été intégrées dans l'étude de la qualité de l'air puis dans l'évaluation des risques sanitaires.

On note que les concentrations en particules fines (PM2.5) autour de l'aéroport de Lille sont sensiblement du même ordre de grandeur que celles de la métropole de Lille.



On peut également préciser que les sources des particules sont multiples : la moitié des émissions de PM2.5 sont dues au secteur résidentiel et plus d'un quart au transport routier⁷.

Dans le cas de l'aéroport de Lille, la qualité de l'air à proximité de l'infrastructure, n'est donc pas sensiblement différente que celle de la Métropole de Lille.

⁷ <https://www.airparif.asso.fr/les-particules-fines>

Avis de la commission : prend acte

- Les particules ultrafines (<0.1 μm) ont-elles été recensées dans le rapport sur la qualité de l'air ?

Actuellement les particules ultrafines (PUF) ne sont pas réglementées et ne font pas l'objet d'une surveillance systématique dans les suivis de la qualité de l'air.

Nous pouvons cependant préciser l'état des connaissances sur ce polluant émergent.

Sources :

1515_2006-09rapport-qualite-de-lair2020vfc_0.pdf (acnusa.fr)

CLASSEUR 6 - Annexe 14 « VOLET AIR DE L'ETUDE D'IMPACT »

Les particules ultrafines (PUF) dont le diamètre est compris entre 10 et 100 nm constituent un polluant émergent dont la communauté internationale commence à se préoccuper. Dans son avis de juin 2018 sur les polluants émergents, l'Anses estime qu'il est nécessaire de compléter et de pérenniser l'acquisition de données dans l'air ambiant compte tenu de leurs enjeux potentiels en termes d'impact sanitaire.

Dans les Hauts-de-France, Atmo HDF surveille depuis 2018 ces particules sur le site de proximité automobile de Lille-Leeds, et réalise par ailleurs des campagnes de mesures spécifiques.

Toujours d'après l'Anses (2018), ces particules sont émises dans l'environnement, via des sources primaires et secondaires anthropiques (procédés de combustion et l'émission des véhicules à moteur, etc.) et naturelles/biogéniques (feux de forêts, éruptions volcaniques, etc.). Cette grande variété de sources implique une variabilité spatio-temporelle de leur composition chimique, de leur morphologie, de leur distribution de taille et de leur concentration atmosphérique (Stone, 2016).

De nombreuses études soulignent le rôle potentiel des PUF dans les effets sanitaires de la pollution atmosphérique. Les PUF ont une contribution mineure à la masse totale particulaire en suspension dans l'air, mais des études épidémiologiques et toxicologiques remettent en question le paradigme de cette métrique dans le domaine de l'évaluation des risques liés à l'inhalation de particules, suggérant de façon de plus en plus évidente que les métriques « surface » et « nombre » représentent de meilleurs indicateurs (INRS, 2015).

Les particules ultrafines sont notamment générées à des températures très élevées comme dans le processus de combustion (feux de bois, processus industriels, combustion des moteurs, fumées de cuisson...). Différentes sources sur un aéroport émettent des PUF, on peut citer notamment :

Les avions (moteurs principaux, APU, frein et usure des pneus) ;

Les engins de piste et les véhicules ;

Les installations de production d'énergie, de maintenance des aéronefs...

Les particules des moteurs d'avions émises sont principalement des particules ultrafines de suie.

Un travail sur la certification des moteurs pour les particules ultrafines (diamètre compris entre 10 et 100 nm) a été réalisé au sein du CAEP4 de l'OACI en 2016. Le nouveau standard de certification CAEP/10 nvPM (2016) devrait être appliqué en 2021 pour tous les moteurs de poussée > 26,7 kN.

Le rapport de l'ACNUSA précise également que seules les campagnes de mesure à long terme comportant plusieurs sites de mesures sur un aéroport peuvent fournir un résultat solide sur le comportement des PUF sur un aéroport.

Enfin le rapport précise que « cette dernière décennie, les études concernant les PUF se sont multipliées mais des travaux complémentaires restent nécessaires pour confirmer ces résultats sur d'autres aéroports et pour affiner les connaissances sur la composition chimique des PUF ».

On ajoutera également l'absence de valeurs limites réglementaires et de références sanitaires auxquelles se référer.

Source : Analyse des Particules Ultrafines à l'aéroport de Nice (06) janvier-octobre 2020 – AtmoSud

On peut également citer l'étude récente « Analyse des Particules Ultrafines à l'aéroport de Nice (06) janvier-octobre 2020 – AtmoSud »⁸. Cette étude a été réalisée pendant la crise sanitaire avec des périodes de confinement et de forte réduction du transport aérien mais plusieurs informations peuvent cependant en être tirées. Une des conclusions de ce rapport concernant les PUF est la suivante :

« L'activité de l'aéroport a une influence sur le nombre de particules ultra fines mais le nombre d'avions ne suffit pas pour confirmer l'existence d'un lien, d'autres paramètres interviennent »

« La comparaison du nombre des particules ultra fines avec celui des mouvements d'avions, information fournie par les services de la SAACA a montré des évolutions comparables. Malgré ce lien apparent, il n'y a pas de caractère systématique, certaines hausses apparaissant alors qu'il n'y a pas beaucoup d'avions et inversement. La recherche de corrélation supplémentaire sur des données horaires en période hors confinement, selon le régime de vent, le terminal ou le sens n'est pas plus probante. Ainsi, il apparaît clairement une influence de l'activité de l'aéroport sur le nombre de particules ultra fines mais les mouvements d'avions (décollage/atterrissage) seuls ne suffisent pas à expliquer l'évolution du nombre de particules ultra fines et à en être à l'origine. D'autres paramètres entrent en jeu, qu'ils soient liés aux aéronefs (motorisation) ou aux autres activités associées au fonctionnement de l'aéroport ».

Au regard des informations reportées ci-dessus, on comprendra que les PUF constituent un polluant important qui fait actuellement l'objet de nombreuses études et pour lequel les cadres réglementaires devraient évoluer dans les prochaines années. Néanmoins, dans le cadre de la présente étude, l'impact de la modernisation de l'aéroport de Lille-Lesquin n'a pas été étudié en détail pour les raisons suivantes:

Les publications récentes montrent que les concentrations de PUF présentent une très grande variabilité spatiale et temporelle dans l'environnement des aéroports (Zurich Airport, 2017), et qu'il est difficile d'évaluer la contribution (signature) des activités aéroportuaires aux niveaux observés dans l'air ambiant. L'état de l'art de la mesure des PUF dans l'environnement des aéroports est donc en pleine évolution.

Au-delà du standard CAEP/10 nvPM mentionné plus haut, il existe très peu de données relatives aux facteurs d'émission des PUF par les moteurs d'avion et autres sources potentielles présentes sur l'aéroport (centrales thermiques, trafic routier, ...)

S'il est difficile de réaliser un calcul des émissions, l'état de l'art concernant la dispersion de ces particules et leur comportement physico-chimique dans l'atmosphère reste très peu développé et rend très incertaine la modélisation des niveaux de concentration de PUF dans l'environnement de la plateforme.

⁸ https://www.atmosud.org/sites/paca/files/atoms/files/210527_rapport_puf_aeroport_nice.pdf

Il n'existe pas actuellement de réglementations relatives aux concentrations de PUF dans l'air ambiant, que ce soit en France ou en Europe.

Pour toutes ces raisons, les PUF n'ont pas pu être considérées quantitativement dans la présente étude d'impact de la modernisation de l'aéroport sur la qualité de l'air.

Un groupe de travail national sur les particules ultrafines en zone péri-aéroportuaire a été mis en place en 2020. Ce groupe de travail piloté par ATMO France et les AASQA⁹, est constitué de représentants des AASQA, de la DGAC, du LCSQA et de l'ACNUSA. L'objectif de ce groupe de travail est de mettre en perspective les différentes initiatives en cours sur les aéroports français, de comparer les méthodologies retenues, et d'établir des premiers éléments de compréhension des niveaux de particules ultrafines en zones péri-aéroportuaires et leur répartition granulométrique. Les acteurs souhaitant mettre en place une surveillance des particules ultrafines sur et autour d'un aéroport peuvent se rapprocher de ce groupe de travail afin de bénéficier de ses travaux.

L'aéroport de Lille s'engage à analyser les résultats des travaux de ce groupe de travail.

Avis de la commission : prend acte

13 – Les évolutions des capacités aériennes

- De quelles garanties, arguments ou moyens, le porteur du projet dispose-t-il auprès des compagnies aériennes clientes pour assurer l'objectif annoncé de l'augmentation à terme de l'emport moyen en scénario projet ?

Le projet d'Aéroport de Lille SAS répond à des hypothèses de trafic et non pas à des objectifs de trafic et que ces hypothèses comportent elles-mêmes des sous-hypothèses dont l'emport moyen.

Par ailleurs, il est important de rappeler que dans le secteur du transport aérien, il n'existe pas de contrat engageant une compagnie aérienne et un aéroport sur l'atteinte d'un niveau de trafic. Les compagnies aériennes disposent d'un certificat de transport aérien (CTA) ; la libre circulation aérienne au niveau de l'Union Européenne octroie une totale liberté aux compagnies aériennes d'opérer des vols avec tous types d'appareils préalablement autorisés par la DGAC au sein de l'Union européenne.

Cette libre circulation impose aux aéroports dûment certifiés d'accueillir ces vols sans être en mesure de pouvoir imposer une quelconque obligation à leur égard.

Nous souhaitons par ailleurs rappeler quelques données en matière d'emport moyen. L'emport moyen de l'aéroport de Lille a augmenté régulièrement ces dernières années.

⁹ AASQA: Association Agréée pour la Surveillance de la Qualité de l'Air.

LIBELLE	ANNEE										
	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
Nombre de passagers	1 147 924	1 170 693	1 164 631	1 397 637	1 661 741	1 597 097	1 540 853	1 776 715	1 905 608	2 078 549	2 189 221
Nb de Mouvements avions total	31 426	31 252	41 583	41 000	36 715	32 742	31 807	35 565	31 432	32 313	32 668
Commerciaux / business (réguliers, charters, déroutements, occasionnels et saisonniers)	16 692	16 535	17 295	16 903	19 403	18 175	16 731	19 493	19 731	20 398	21 139
Autres (dont Cargos)	1119	1265	1331	1407	1197	1232	1177	1573	1646	1633	1649
Dont Cargos	32	27	41	96	42	35	38	58	57	53	28
Dont Mises en Place	435	577	600	462	496	500	466	680	770	771	797
Dont Escales Techniques	652	661	690	849	659	697	673	835	819	154	69
Dont Militaires	225	371	437	513	303	338	283	679	752	739	755
Aviation privée – Aviation légère - EVASAN	13962	13635	23139	22986	16422	13671	14270	14577	9962	10198	9880
Dont Affaires	281	329	341	346	344	301	201	629	1605	1653	1283
Dont EVASAN	163	174	244	292	330	332	368	504	573	652	586
Dont Aviation Générale	13518	13132	22554	22348	15748	13038	13701	13444	7784	7893	8011
Taux de remplissage (Nb de passagers / nb de sièges offerts)	68%	71%	74%	72%	74%	77%	77%	80%	81%	82%	82%
Emport moyen (Nb de passagers / vol)	68,77	70,8	67,34	82,69	85,64	87,87	92,1	91,15	96,58	101,9	103,56

Mais l'emport moyen reste sensiblement plus faible que d'autres aéroports.

Les projections de l'emport moyen des scénarios sont rappelées ci-dessous :

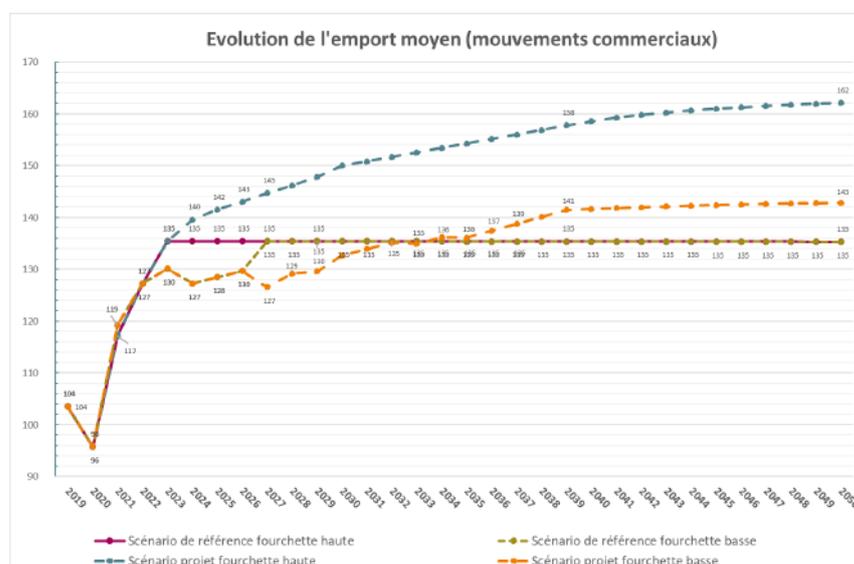


Figure28 : Illustration de l'emport moyen des scénarios

Emport moyen	Situation actuelle	Situation 2,6 MPAX		Fin de concession	Projection long terme
	2019	2023	2027	2039	2050
Scénario de référence – fourchette basse	104	130	135	135	135
Scénario de référence – fourchette haute	104	135	135	135	135
Scénario de projet – fourchette basse	104	130	127	141	143
Scénario de projet – fourchette haute	104	135	145	158	162

Tableau 14 : Hypothèses retenues en matière d'emport moyen sur les scénarios

Ces données sont à comparer à des emports moyens sur d'autres aéroports :

Les taux d'emport du projet en 2039 sont compris entre 141 et 158 PAX ; ces valeurs sont déjà atteintes par certains aéroports en 2019 (voir encadré bleu)

Les taux d'emport du projet en 2050 sont compris entre 143 et 162 PAX ; ces valeurs sont déjà atteintes par l'aéroport de Beauvais (voir encadré rouge).

				Bâle-Mulhouse	Beauvais	Paris - Orly	Paris - CDG	Lyon	Bordeaux-Mérignac
	MOY	MIN	MAX	MLH	BVA	ORY	CDG	LYS	BOD
Plateforme				Aéroport de Bâle-Mulhouse	Aéroport de Paris-Beauvais	Paris - Orly	Paris Charles de Gaulle	Lyon-Saint-Exupéry	Aéroport de Bordeaux-Mérignac
Emports moyens									
2015	99	1	156	103	156	128	150	86	104
2016	101	1	158	106	158	133	149	93	106
2017	106	1	163	121	163	140	156	98	110
2018	110	1	165	117	165	145	160	104	114
2019	112	1	166	119	166	146	163	107	118

				Toulouse	Nice	Marseille-Provence	Nantes - Atlantique	Lille - Lesquin	Montpellier - Méditerranée
	MOY	MIN	MAX	TLS	NCE	MRS	NTE	LIL	
Plateforme				Toulouse	Nice Cote d'Azur	Aéroport Marseille Provence	Aéroport de Nantes Atlantique	Aéroport de Lille-Lesquin	Aéroport Montpellier Méditerranée
Emports moyens									
2015	99	1	156	102	77	101	92	92	96
2016	101	1	158	104	76	103	96	91	97
2017	106	1	163	110	81	106	102	97	99
2018	110	1	165	116	85	110	107	102	103
2019	112	1	166	117	87	112	116	104	106

Aéroport de Marseille

		Emport moyen					
Année	National	Inter (Hors Europe)	UE Schengen	UE Non Schengen	Hors UE Schengen	Hors UE Non Schengen	
TERMINAL 1							
T1 : legacy airlines	2014	85	103	81	113	120	
	2025	125	130	115	115	115	
	2035	130	140	125	125	125	
	2060	135	145	130	130	130	
TERMINAL 2							
T2 : lowcost airlines	2014	149	164	152	147	150	
	2025	170	170	170	170	170	
	2035	175	175	175	175	175	
	2060	180	180	180	180	180	

De plus l'augmentation de l'emport moyen est dans l'intérêt des compagnies pour augmenter leur rentabilité économique et s'inscrit dans leur propre politique environnementale.

De même, Aéroport de Lille SAS n'ayant également pas la maîtrise de l'utilisation, par les compagnies aériennes, de nouveaux propulseurs moins bruyants et moins polluants de type « NEO » et globalement du renouvellement de leur flotte, le porteur du projet dispose-t-il d'informations tangibles relatives au rythme du renouvellement escompté vers ces nouveaux aéronefs plus performants sur la période de la concession (2019-2039) ? Pour mémoire, toutes les hypothèses retenues pour l'évolution de la flotte des avions sont présentées dans le chapitre « 3.4.2 DESCRIPTION DES EVOLUTIONS TENDANCIELLES » en page 288/369 de la pièce B_03-Etude d'Impact-Partie1 du

dossier d'enquête publique. Elles s'appuient sur les stratégies des constructeurs et des compagnies en matière de renouvellement des flottes comme indiqué dans le chapitre précédemment cité.

Ainsi des améliorations tendancielle des flottes d'avions sont en cours : les avions les plus bruyants, les moins économes en carburant et les moins capacitaires vont être supprimés petit à petit au profit d'avions plus économes, plus propres et moins bruyants. Nous avons notamment considéré les évolutions suivantes :

Evolution des A319-320-321 vers leurs versions NEO

Evolution de l'A330 vers la version A330-800 NEO

Evolution des Embraer E170/190 vers les A220

Evolution des B737-700 et 800 vers les versions B737 MAX7 et B737 MAX8

Le maître d'ouvrage a également confirmé que le projet avait pour ambition de maintenir les capacités d'accueil de la plateforme des avions de code D et E (Airbus A330 ou Boeing 787 surtout pour les liaisons d'été avec les compagnies desservant l'Afrique du Nord). En revanche, il n'est pas envisagé d'accueillir des avions plus lourds, de code F (type A380).

Nous ne disposons pas d'informations spécifiques relatives au rythme de renouvellement des flottes avec de nouveaux appareils plus performants au niveau sonore. Toutefois, Air France-KLM a annoncé une commande pour sa filiale Transavia en décembre 2021, de 100 exemplaires d'A320-321neo qui seront livrés à partir du second semestre 2023 pour remplacer les appareils actuels, B737.

EasyJet, également candidate à l'arrivée d'A320neo, a annoncé une livraison de 32 appareils entre 2025-2027.

Avis de la commission : prend acte

- Si ce renouvellement des flottes n'était pas conforme aux prévisions affichées, que compte faire le concessionnaire pour s'engager à faire respecter ces prévisions ?

Parmi les mesures de réduction prises par le concessionnaire, la mesure MR09 (pièce 6A page 127 de l'étude d'impact) consiste en la modulation de la redevance incitative à l'utilisation des avions les plus performants en terme environnemental.

La délibération du collège de l'ACNUSA lors de la séance du 12 avril 2021 recommande pour la qualité de l'air :

« à l'administration de faire aboutir la classification des aéronefs en fonction des émissions d'oxydes d'azote pour permettre aux aéroports d'instaurer une modulation de la redevance incitative à l'utilisation des avions les plus performants en terme environnemental ».

« dans l'attente, l'Autorité recommande aux gestionnaires des plus grandes plateformes de mettre directement en place la recommandation ECAC/27-4 qui propose un système simple sur ce sujet ».

ADL s'est engagé à mener une étude de modulation de la redevance d'atterrissage en fonction des émissions de polluants. Dès la classification des aéronefs réalisée par l'administration, ADL s'appuiera sur cette dernière pour décliner la redevance incitative.

Avis de la commission : prend acte

14 - L'emploi

- Un contributeur mentionne que l'aéroport de Beauvais (accueillant plus de 4 millions de passagers annuels) emploierait un effectif comparable à celui de Lille, pour la moitié de passagers accueillis en 2019 :
 - Ce constat en termes d'effectif est-il exact ?
 - Dans l'affirmative, les prévisions annoncées dans le scénario projet en matière d'emploi à terme sont-elles confirmées ?

Situation 2019 et comparaison à d'autres plateformes

L'aéroport de Lille-Lesquin compte 1 065 ETP directs en 2019 pour 2,2 millions de passagers, soit un ratio de 486 ETP/millions de passagers. Ce ratio est dans la moyenne des aéroports français. Le tableau ci-dessous (déjà présenté dans le rapport d'évaluation socio-économique) compile les résultats d'études similaires réalisées sur différents aéroports français.

Aéroport	Année de l'étude	Trafic de l'année considérée*	Emplois directs (ETP)	Ratio emplois directs/Mpax
Marseille	2018	9 390 371	4 542	484
Toulouse	2014	7 517 736	4 236	563
Nice	2012	11 189 896	4 895	437
Lyon	2016	9 553 250	5 663	593
Biarritz	2014	1 064 402	430	404
Beauvais	2019	3 983 250	985	247
Bordeaux	2014	4 945 029	2 754	557
Pau	2014	621 492	278	447
Montpellier	2012	1 288 215	767	595
Moyenne				475
Lille	2019	2 189 221	1 065	486

* Source trafic : Union des Aéroports Français (UAF)

L'aéroport de Beauvais présente effectivement un ratio plus faible, qui s'explique par les caractéristiques de la plateforme :

Pas d'activité fret, alors que cette activité¹⁰ représente 25% des emplois à l'aéroport de Lille-Lesquin.

¹⁰ L'activité fret sur la plateforme de Lesquin consiste pour sa très grande majorité à assurer les contrôles de sûreté sur du fret acheminé ensuite par voie routière vers d'autres plateformes aéroportuaires. Le volume de vols tout cargo est limité à une dizaine de vols en 2019.

Pas de maintenance aéronautique lourde réalisée sur place, alors que cette activité représente 30 ETP à l'aéroport de Lille-Lesquin.

Pas de passerelles d'embarquement, ce qui réduit les interventions de l'assistance aéroportuaire.

Trafic exclusivement low-cost (ce qui n'est pas le cas de Lille-Lesquin), qui influe sur le comportement des passagers : enregistrement en ligne, pas de bagages en soute, ... ce qui tend également à réduire les interventions de l'assistance aéroportuaire.

Avis de la commission : prend acte

- La commission souhaite disposer des éléments chiffrés suivants :

	Scénario	REF 2039	REF 2050	PRO 2039	PRO 2050	PRO -REF 2039	PRO -REF 2050
Emplois créés	Directs						
	Indirects						
	TOTAL						

Rappels méthodologiques

Les contributions directes correspondent à la valeur créée au sein de l'emprise aéroportuaire par l'aéroport lui-même et par les établissements implantés sur le site aéroportuaire, ou ayant un lien direct avec les opérations aéroportuaires. Ce sont donc des contributions locales.

Les contributions indirectes correspondent aux achats des acteurs présents sur le site aéroportuaire auprès de leur chaîne de fournisseurs. Ces contributions peuvent être locales ou ailleurs en France selon où se situent les fournisseurs.

Les contributions induites résultent des dépenses des employés directs et indirects sur leur lieu usuel de vie (ex. les dépenses d'alimentation des salariés), et de leur participation aux impôts locaux. Ces contributions sont principalement locales, car générées par les acteurs directs (qui représentent 70% des emplois directs et indirects), présents sur le territoire autour de la plateforme aéroportuaire. Elles peuvent également se situer dans d'autres régions, selon où se situent les fournisseurs des acteurs directs.

Les contributions catalytiques résultent des dépenses des passagers non-résidents sur le territoire, auxquelles les dépenses sur le site aéroportuaire sont soustraites, car comptabilisées dans les contributions directes comme les boutiques et la restauration. Ce sont donc des contributions locales.

Nous rappelons les éléments chiffrés suivants tels que figurant dans l'étude d'impact :

		2019	REF 2039	REF 2050	PRO 2039	PRO 2050	PRO-REF 2039	PRO-REF 2050
Emplois créés	Directs	1065	1253	1311	1505	1600	252	289
	Indirects	427	550	606	613	685	63	79
	Sous-total	1492	1803	1917	2118	2285	315	368
	<i>Induit</i>	1044	1263	1342	1483	1600	220	258
	<i>Catalytique</i>	2884	3485	3485	4416	4832	931	1347

	TOTAL	5420	6551	6744	8017	8717	1466	1973
--	-------	------	------	------	------	------	------	------

Avis de la commission : prend acte

15 – La conception architecturale et capacité de l'aérogare

- Un contributeur mentionne qu'à la lecture d'un rapport d'une chambre régionale des comptes, il apparaît que les ombrières disposant d'une couverture photovoltaïque (comme celle prévue dans le projet au-dessus des places de stationnement à proximité du futur parvis multi modal) ne serait pas compatible avec l'activité aéronautique (Règlement (UE) N° 139/2014 de la Commission du 12 février 2014, article 9-d : « *utilisation de surfaces hautement réfléchissantes susceptibles de provoquer des éblouissements* »).
Pouvez-vous infirmer ou confirmer cette assertion ?

La compatibilité d'installations de surfaces réfléchissantes (serres, ombrières photovoltaïques) à proximité des aéroports s'apprécie au cas par cas. L'implantation des surfaces réfléchissantes doit faire l'objet d'une étude spécifique soumise à l'avis des services de l'Aviation Civile. Les conditions de ces demandes sont définies dans une Note d'Information Technique dédiée de la Direction de la Sécurité de l'Aviation Civile, dont la révision actuellement en vigueur est la version 4 du 27/07/2011 que vous trouverez en annexe 7.

Un rapport de retour d'expériences d'août 2013 apporte des éléments complémentaires, et est fourni en annexe 8.

L'implantation des ombrières projetées et les panneaux utilisés respecteront les critères spécifiés par l'Aviation Civile.

Avis de la commission : prend acte

- Au rez-de-chaussée de l'aérogare (en façade côté sous l'auvent d'arrivée du public), le plan fait apparaître dans 2 locaux mitoyens deux équipements sensibles : la chaufferie gaz (1,234 MW) et le groupe électrogène (1,185 MW). Cette situation très particulière de locaux sensibles induit-elle des mesures de sûreté ou de sécurité (prescriptions constructives sur murs, planchers, baies, portes, circuits énergie ; détection-alarmes ; contrôle d'accès, dispositif de surveillance, ...) ?

La position et l'accès à ces locaux ont été analysés d'une part dans la notice de sécurité incendie, d'autre part dans l'étude de sûreté et sécurité publique. Les mesures de prévention pertinentes ont été soumises aux sous-commissions de sécurité départementales, qui ont rendu un avis favorable lors de la réunion conjointe du 1^{er} octobre 2021.

Avis de la commission : prend acte

- Comment a été évaluée la capacité de l'aérogare actuelle (2,6 M PAX) ? et celle de l'aérogare du projet ?

La question de la saturation du terminal est exposée dans le chapitre 3.3.1.2. en page 254/369 de la pièce B_03. Les critères de saturation correspondent à l'occupation maximum des surfaces dévolues à chaque fonctionnalité que doit assurer le gestionnaire du terminal.

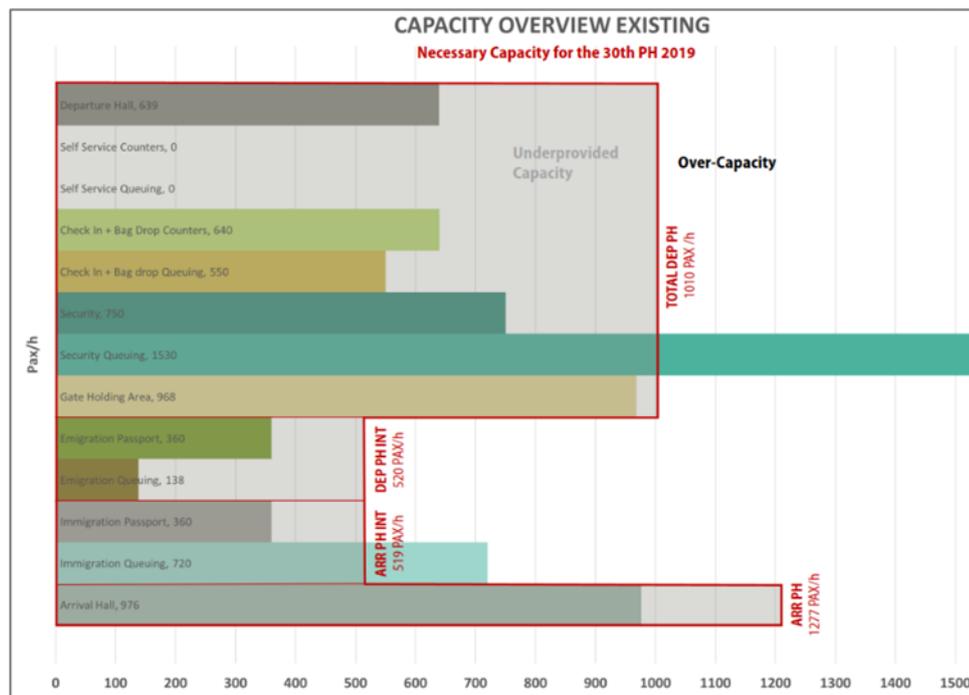


Figure 2 : Capacité du terminal existant : comparaison du trafic passagers à la trentième heure de pointe avec les capacités nominales des différents points de passage dans l'aéroport existante

Les installations saturant en premier sont le poste d'inspection filtrage et le contrôle des passeports. La saturation de ces espaces met en risque le bon fonctionnement des contrôles et la qualité de services aux utilisateurs.

Avis de la commission : prend acte

– Comment ont été évalués les besoins en stationnement par rapport aux capacités actuelles ?

L'annexe 04_Phassage des stationnements du mémoire en réponse à l'avis de L'Autorité Environnementale de la pièce B_05-Avis de AE sur étude impact et mémoire décrit précisément dans le deuxième paragraphe en page 5 comment est évalué le besoin en stationnement des parkings.

L'approche utilisée pour déterminer la capacité du nombre de places de stationnement consiste en une application de la méthode standard de dimensionnement de parkings en aéroport consistant à l'utilisation de ratios avec une borne haute de saturation 1,2 place pour 1000 passagers, et une borne basse 1 place pour 1000 passagers.

La gestion des pics de fréquentation est appréhendée par l'adaptation préventive de politiques tarifaires, d'actions sur la tarification, la gestion des stocks de réservations, l'anticipation des réservations, la gestion opérationnelle, les actions de sensibilisation et de communication, etc...

Cette gestion s'accompagne également par la promotion et le développement de l'offre de transports en commun pour inciter les passagers à privilégier les transports en commun au détriment des véhicules individuels. La construction de la gare routière va dans ce sens.

Le taux des passagers accédant à l'aéroport en transport en commun en 2019 était inférieur à 6% et l'engagement est de porter ce taux à 17% en fin de concession.

Avis de la commission : prend acte

16 – L'évolution du trafic aérien

- L'essor récent du télétravail et des outils de visio-conférence consécutif à la pandémie (et sa pérennité en partie supposée) a-t-il été intégré dans les travaux relatifs aux hypothèses de croissance du trafic passager et en particulier dans les hypothèses basses du scénario projet ?

Aéroport de Lille SAS s'est appuyé sur le bureau Arthur D. Little pour estimer les projections de trafic. Les projections sont expliquées dans le chapitre 3.3.2. en page 265/369 du document ADL_Piece B_03-Etude impact-Partie 1.

Ces dernières ont été revues suite à la crise COVID. Ainsi le scénario de référence fourchette haute correspond au scénario conçu avant le COVID. Le scénario a été revu à la baisse (fourchette basse) suite à la crise COVID. Ce scénario intègre justement une baisse de voyages d'affaires avec le déploiement de la visioconférence.

Ainsi le scénario fourchette haute prévoyait un trafic de 3.9MPAX en 2039 et a été revu à 3.4MPAX pour la fourchette basse en intégrant notamment la baisse des voyages d'affaires.

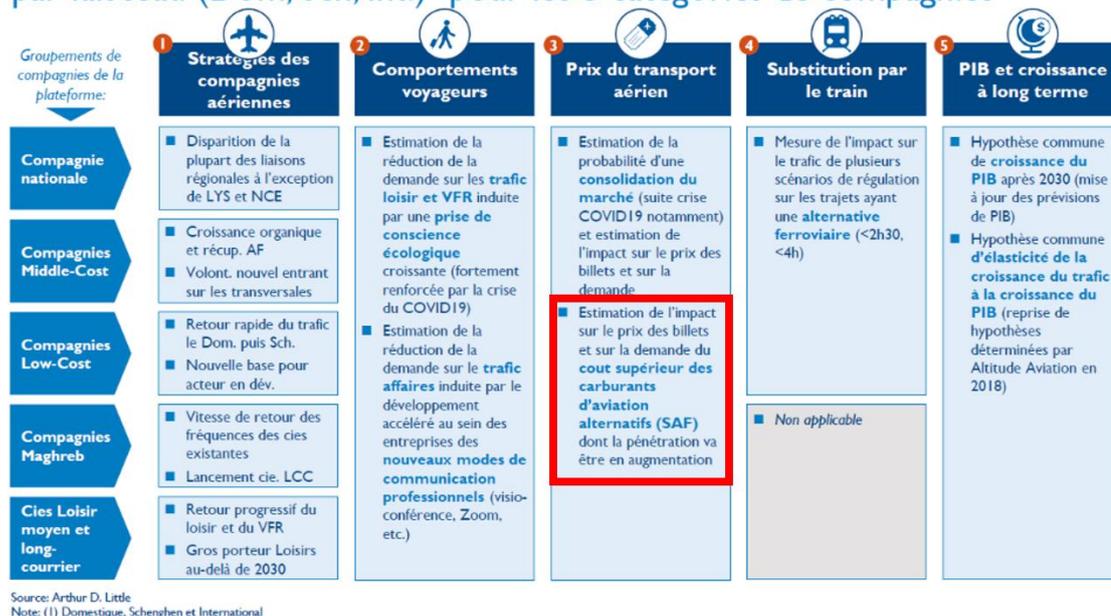
Extrait de l'étude d'impact page 32 (page 268/369 du document ADL_Piece B_03-Etude impact-Partie 1 : « *Un recul des déplacements professionnels (28% en 2021 à 26% en 2039) en raison des évolutions des pratiques professionnelles induites par la crise COVID et le renforcement de l'utilisation de la visioconférence* ».

Avis de la commission : prend acte

- L'augmentation significative du coût des carburants (probablement appelée à durer à court terme) aura-t-elle un impact sur le coût des vols et par conséquent sur l'attractivité des déplacements aériens et des prévisions de trafic ?

Nous confirmons que l'augmentation du coût des carburants est également prise en compte dans les projections de trafic. Il est ainsi possible de se référer à la page 114 de l'étude d'impact précisant les hypothèses de l'étude d'ADL.

La mise à jour des prévisions de trafic repose sur 5 types d'effets déclinés par faisceau (Dom, Sch, Int.)¹ pour les 5 catégories de compagnies



Arthur D Little

Figure 57 : type d'effets pouvant influencer sur les projections, déclinés pour les catégories de compagnies

Avis de la commission : prend acte

- Le nombre annuel de vols étant particulièrement sensible, notamment par ses conséquences en termes de nuisances, quels engagements le concessionnaire est-il disposé à prendre si l'emport moyen n'évoluait pas selon les prévisions affichées dans le dossier soumis à l'enquête publique ?

L'emport moyen fait l'objet d'une attention particulière de la part d'Aéroport de Lille SAS. Il est ainsi calculé mensuellement, suivi en interne en tant qu'indicateur-clé, et reporté au SMALIM dans le cadre du reporting contractuel, ainsi qu'en Commission Consultative de l'Environnement.

Comme indiqué dans la réponse à la question « 13 – Les évolutions des capacités aériennes », le modèle économique choisi par Aéroport De Lille (choix des destinations ouvertes, réduction des vols affaires...) ainsi que celle des compagnies va tendre à augmenter l'emport moyen.

Il est important de rappeler que dans le secteur du transport aérien, il n'existe pas de contrat engageant une compagnie aérienne et un aéroport sur la réalisation d'un trafic. Les compagnies aériennes disposent d'un certificat de transport aérien (CTA) ; la libre circulation aérienne au niveau de l'Union Européenne octroie une totale liberté aux compagnies aériennes d'opérer des vols avec tous types d'appareils préalablement autorisés par la DGAC au sein de l'Union européenne.

Cette libre circulation impose aux aéroports dûment certifiés d'accueillir ces vols sans imposer une quelconque obligation.

La question de l'emport moyen pose indirectement celle des vols à vide des compagnies pour conserver leur créneau de vol dans les aéroports. Or, comme développé ci-après, cela ne s'applique pas à l'aéroport de Lille.

La plupart des grands aéroports mondiaux sont coordonnés (ex : Orly). Cela signifie que la plateforme coordonnée a atteint ses limites de capacité en nombre de mouvements permis par le système de pistes. La coordination consiste donc en un découpage des mouvements (les créneaux) de la capacité théorique au cours d'une journée. Ces aéroports suscitent en général un fort attrait des compagnies car la demande en voyages aériens y est très forte. Cela signifie que dans la très grande majorité des cas, les compagnies aériennes n'éprouvent pas de difficultés particulières à assurer le remplissage de leurs vols. Ces créneaux sont donc très précieux pour les compagnies aériennes. Pour les garder d'une année sur l'autre elles doivent justifier de leur utilisation à minima à 80% au cours de l'année écoulée. Sinon, ceux-ci sont redistribués à la concurrence. La soudaineté de la crise sanitaire intervenue en mars 2020 a pris de court le secteur, qui n'a pas pu s'adapter assez rapidement. Il en a résulté des situations où certaines compagnies aériennes ont réalisé des rotations à vide car elles souhaitaient conserver leurs créneaux. Toutefois, cette situation n'a pas duré puisque la Commission Européenne a assoupli les règles le 6 mars 2020. Les compagnies ont ainsi pu déprogrammer leurs vols sans risquer de perdre leurs créneaux. Ces dispositions sont toujours en cours. L'aéroport de Lille n'est pas coordonné. Cela signifie qu'il n'a pas encore atteint ses limites de capacité de piste. En conséquence, aucun vol n'a été opéré « à vide » pendant la crise par des compagnies aériennes dans l'objectif de sécuriser un créneau à Lille.

A l'aéroport de Lille, il n'y a donc pas d'impact négatif de vols à vide sur l'emport moyen

Avis de la commission : prend acte

17 – L'information et les échanges

- La commission souhaite connaître l'échéance à laquelle Aéroport de Lille SAS fournira à l'ACNUSA les éléments lui permettant de mettre à disposition du public sur son site internet :
 1. La visualisation des trajectoires et mesure du bruit,
 2. Les statistiques de survol,
 3. L'homologation des stations de bruit,
 4. Les stations de mesure de la qualité de l'air.

L'ACNUSA a réalisé sur son site internet un « Atlas des Aéroports » qui recense, pour chaque aéroport relevant de l'ACNUSA, les liens vers différentes rubriques relative à son activité (nombre de mouvements, nombre de passagers) et aux systèmes de surveillance de l'environnement lorsqu'ils existent.

1) Visualisation des trajectoires et mesures de bruit

Le renouvellement du système de monitoring de bruit et de suivi des trajectoires, annoncé par ADL SAS dans l'évaluation environnementale et lors de la concertation préalable, est en cours. Le prestataire a été choisi, le renouvellement des stations de mesures de bruit et du système de suivi des trajectoires se fera progressivement au cours du premier semestre 2022. La mise à disposition d'une interface en ligne permettant la consultation des trajectoires et les données de bruit des avions devrait être opérationnelle pour le second semestre 2022. Le lien sera porté à la connaissance de l'ACNUSA dès que le portail sera opérationnel.

2) Statistiques de survol

Quel que soit l'aéroport, ce lien sur le site de l'ACNUSA (exemple pour l'aéroport de Lyon-Saint Exupéry : <https://www.acnusa.fr/aeroport-de-lyon-saint-exupery>) renvoie vers le site « Extract » de la DGAC

pour l'aéroport concerné (exemple pour l'aéroport de Lyon-Saint Exupéry : <http://entract.dnsa.aviation-civile.gouv.fr/Lyon.html?PARAM=LYON>).

Aéroport de Lille SAS restera à l'écoute de l'ACNUSA sur ses attentes relatives à cette rubrique.

3) Homologation des stations de bruit

Le site de l'ACNUSA renvoie vers l'arrêté ministériel d'homologation du système de surveillance de bruit et de suivi des trajectoires des aéronefs, prévu par l'arrêté du 20 juillet 2004 relatif aux dispositifs de mesure de bruit et de suivi des trajectoires des aéronefs. Exemple pour l'aéroport de Lyon-Saint Exupéry : https://www.legifrance.gouv.fr/jorf/article_jo/JORFARTI000002067577

Une fois que le système de monitoring de bruit et de suivi des trajectoires de l'Aéroport de Lille sera fonctionnel, la phase d'homologation s'engagera. Il s'agit d'un processus long nécessitant l'audit de l'ensemble du système et de la documentation par un organisme externe pour attester de la conformité du dispositif de monitoring. Après avis favorable de l'ACNUSA, le système pourra recevoir une homologation par arrêté ministériel qui sera publié au Journal Officiel.

4) Les stations de mesure de la qualité de l'air

Le lien du site de l'ACNUSA renvoie vers les réseaux de qualité de l'air dont font partie certains aéroports (cela concerne 3 aéroports régionaux et les aéroports parisiens). Exemple pour l'aéroport de Lyon-Saint Exupéry : <https://www.atmo-auvergnerrhonealpes.fr/donnees/acces-par-station/20048>.

Si une station de mesure de la qualité de l'air devait être installée à l'Aéroport de Lille, ce qui est une opportunité à analyser avec ATMO HDF, le lien pourrait renvoyer vers les résultats de la surveillance de la station de mesure.

Avis de la commission : prend acte

18 – Une communauté aéroportuaire

- Le concessionnaire serait-il favorable à la création d'une « communauté aéroportuaire » au sens du code des transports (articles L6363-1 suivants) ? Dans ce cadre, envisagerait-il une contribution volontaire, au-delà des obligations réglementaires d'un futur plan de gêne sonore ?

Ce mécanisme prévu par une loi de 2004 ne semble n'avoir jamais été réellement mis en œuvre car le renforcement de l'implication des collectivités dans la gouvernance et le dialogue avec les différentes parties prenantes sur un aéroport a pu s'opérer dès 2005 avec la décentralisation des aéroports régionaux et la transformation en société anonyme des grands aéroports d'Etat. Par ailleurs les Commissions Consultatives de l'Environnement représentent un espace d'échange entre parties prenantes où l'exploitant d'aéroport fait part régulièrement de ses informations et propositions.

L'article L6363-1 et suivants du 22/12/2021 précisent les modalités de constitution et les missions relevant des communautés aéroportuaires. Dans ce cadre, si une telle communauté aéroportuaire était décidée, ADL prendra toute sa part conformément aux dispositions réglementaires prévues à cet effet.

Nous tenons à rappeler les engagements fermes de Aéroport de Lille SAS en matière environnementale, notamment la certification ACA 4+ qui vise à fédérer les actions carbone des différents acteurs de la plateforme, mais aussi sa volonté d'associer les acteurs locaux au développement de l'aéroport en participant à la Commission en charge du dialogue avec les territoires, mise en place par l'autorité concédante. De son côté, ADL mettra en place un Comité Opérationnel qui

permettra d'alimenter régulièrement la Commission avec les résultats de travaux réalisés en commun avec les principaux acteurs du territoire.

Par ailleurs, ADL a pris un engagement ferme de construire avec Pôle Emploi une cartographie/analyse de l'emploi sur le périmètre géographique des communes riveraines (profil socio-économique des emplois, cartographie des compétences, niveaux de rémunération, adéquation de l'offre à la demande, origine géographique des collaborateurs de la plateforme aéroportuaire).

ADL souhaite accroître la connaissance des métiers aéroportuaires par les riverains. A ce titre, il propose d'organiser annuellement un évènement type « forum pour l'emploi ». Cet évènement est envisagé dès la rentrée prochaine.

Avis de la commission : prend acte

19 – Questionnements consécutifs aux diverses propositions émanant des contributeurs

- L'entretien et la remise en état des pistes cyclables « traversantes » et périphériques autour de la plate-forme aéroportuaire ou la création d'une « plate-forme légère » d'observation (pour les passionnés d'aviation) en lisière directe de la clôture sud aéroportuaire, entrent-elles dans le domaine de compétence ou de faisabilité de réalisation par le porteur du projet ?

L'entretien des pistes cyclables en dehors du domaine public aéroportuaire ne relève pas d'Aéroport de Lille SAS mais des communes ou intercommunalités correspondantes.

Un espace accessible, en bordure de plateforme près du seuil 26 mais hors domaine concédé, est existant.

Avis de la commission : prend acte

- Quelles sont les réponses apportées par Aéroport de Lille SAS aux demandes relatives à la faisabilité :
 - D'aménagement et/ou de re naturalisation (création de mares, roselières, prairie à fleurs, bosquets) sur les espaces non constructibles : « les délaissés fonciers » de la plateforme dans le cadre du « Compenser » des mesures ERC ?
Et notamment dans l'optique de l'augmentation globale des surfaces imperméabilisées constatées suite à la mise en œuvre du projet (mise en perspective avec la loi sur la reconquête de la biodiversité et la nature du 8 aout 2016, préconisant l'objectif « 0 » artificialisation nette).

L'évaluation environnementale ayant montré l'absence d'impact résiduel sur les espèces, le projet ne nécessite pas de mesures compensatoires. Cependant des mesures d'accompagnement en faveur de la biodiversité sont proposées.

Le développement de la faune côté piste n'est pas souhaitable car cela peut augmenter le péril animalier et ainsi le nombre de collisions entre oiseaux et avions. L'augmentation de la biodiversité côté ville est cependant envisageable.

A ce titre le projet comprend plusieurs mesures (MA¹¹27 et MA28 + MA29 et MA30) de récréation d'habitats naturels qui vont dans ce sens :

Mesure d'accompagnement**MA27 - Créer un espace végétalisé composite**

Plusieurs espèces d'habitats ruraux et périurbains voient leurs populations en déclin. On peut ainsi citer le chardonneret élégant le verdier d'Europe ou le chardonneret élégant. De même la trame verte est assez peu présente sur le territoire de l'aéroport car les grandes cultures dominent.

L'objet est de créer un espace végétalisé permettant d'accueillir ces espèces pour la totalité ou une partie de leur cycle biologique (nidification, reproduction alimentation ou repos) à proximité de l'aéroport sous la forme d'un espace végétalisé composite avec des habitats ouverts et fermés.

Surface aménagée : Env.4 ha

- Estimation du nombre d'arbres plantés : env.445 arbres
- Surface de milieux fermés (boisements)
- Surface de milieux ouverts : 9 730 m²



Figure 49 : aménagement d'un espace végétalisé composite

Mesure d'accompagnement**MA28 - Créer un espace d'alimentation pour l'avifaune**

La friche au nord de l'aire d'étude rapprochée constitue une zone importante d'alimentation pour l'avifaune granivore (Chardonneret élégant, Serin cini, Moineau domestique, Verdier d'Europe, ...). Afin de maintenir la fonctionnalité de cette zone et de la développer, plusieurs espèces végétales seront plantées le long de l'alignement d'arbres ou dans les espaces prairiaux.

La plantation sera faite le long de l'alignement d'arbres, ou dans les clairières.

Cette bande végétalisée sera composée de plusieurs espèces (liste non exhaustive) :

- Coquelicot,
- Bardane,
- Tournesol,
- Céréales,
- Lin cultivé, Lin bisannuel ou Lin purgatif,
- Fumeterre officinale,
- Mouron des oiseaux,
- Oseilles, ...

Mesures d'accompagnement**MA30- Gérer les espaces verts de façon différenciée**

Cet engagement vise à modifier les pratiques d'entretien et de gestion des espaces verts (hors pelouses de l'aéroport dont la hauteur de fauche est réglementée) afin de prendre en compte les contraintes écologiques liées aux espèces fréquentant ces milieux. L'objectif de cette mesure est de limiter la pollution physico-chimique des milieux et de favoriser le rétablissement d'un écosystème naturel stable et équilibré.

Cela consiste notamment à ne pas tondre systématiquement les surfaces enherbées afin de ne pas avoir un milieu homogène et quasiment monospécifique, peu utile à l'entomofaune et n'apportant presque aucun service écosystémique.

Cette démarche s'accompagne d'un objectif « zéro phytosanitaire ».

Mesures d'accompagnement**MA29 - Adapter la palette végétale**

Dans le cadre de la création du parking au nord de l'aéroport (P7), un espace végétalisé sera réalisé, présentant un aspect composite avec des habitats ouverts et fermés.

Cet espace sera composé uniquement d'espèces locales et sauvages. L'intérêt d'utiliser des plantes indigènes dans le cadre d'aménagements d'espaces verts est de leur permettre d'assurer différentes fonctions capitales pour les autres espèces :

- Corridor écologique : déplacement d'un espace naturel à un autre ;
- Source de nourriture : arbustes à fruits et à baies pour les oiseaux, herbacées messicoles pour les abeilles, ... ;
- Refuge et éventuellement reproduction : arbustes à épines, arbres de haute tige, ...

4 hectares sont donc aménagés pour la faune et la flore.

Avis de la commission : prend acte

- De mesures de protection de la flore et de la faune prévues en phase chantier ?

Des mesures sont en effet prévues pendant le chantier pour préserver la faune et la flore. Elles sont listées dans le chapitre 05 « Effets du projet en phase chantier et mesures ERC » ainsi que le chapitre 11 « Cout des mesures ».

La liste des mesures pouvant préserver la biodiversité pendant le chantier est présenté ci-dessous :

N° de la mesure	Nom de la mesure
Mesures propres à la faune et la flore pendant le chantier	
ME 03	Conserver la station d'Ophrys abeille
MR32	Adapter le planning travaux pour le secteur des pistes
MR33	Adapter le planning travaux pour les abattages d'arbres
MR34	Maitriser les espèces exotiques envahissantes
Mesures génériques qui peut profiter à la faune et la flore pendant le chantier	
MA1	Mettre en œuvre une démarche chantier à faibles nuisances

Le détail des mesures est présenté dans les chapitres de l'évaluation environnementales cités précédemment.

Avis de la commission : prend acte

- L'aéroport de Lille est-il en capacité d'accueillir des « hub » afin de développer des destinations internationales moyen et long courrier ?

Il n'entre pas actuellement dans la stratégie d'Aéroport de Lille SAS de développer une stratégie de hub international / intercontinental qui est aujourd'hui l'apanage de quelques très grandes plateformes européennes comme Paris, Londres, Francfort et Amsterdam. En revanche, dans une optique d'optimisation de connectivité à l'échelon international (Asie et Afrique), Aéroport de Lille est en discussion régulière depuis plusieurs années avec Turkish Airlines en vue de l'établissement d'une liaison opportunément programmée et qui permettrait aux clients / passagers de disposer d'une connexion idéale d'Istanbul vers un réseau de destinations internationales répondant aux demandes des clients de notre zone de chalandise.

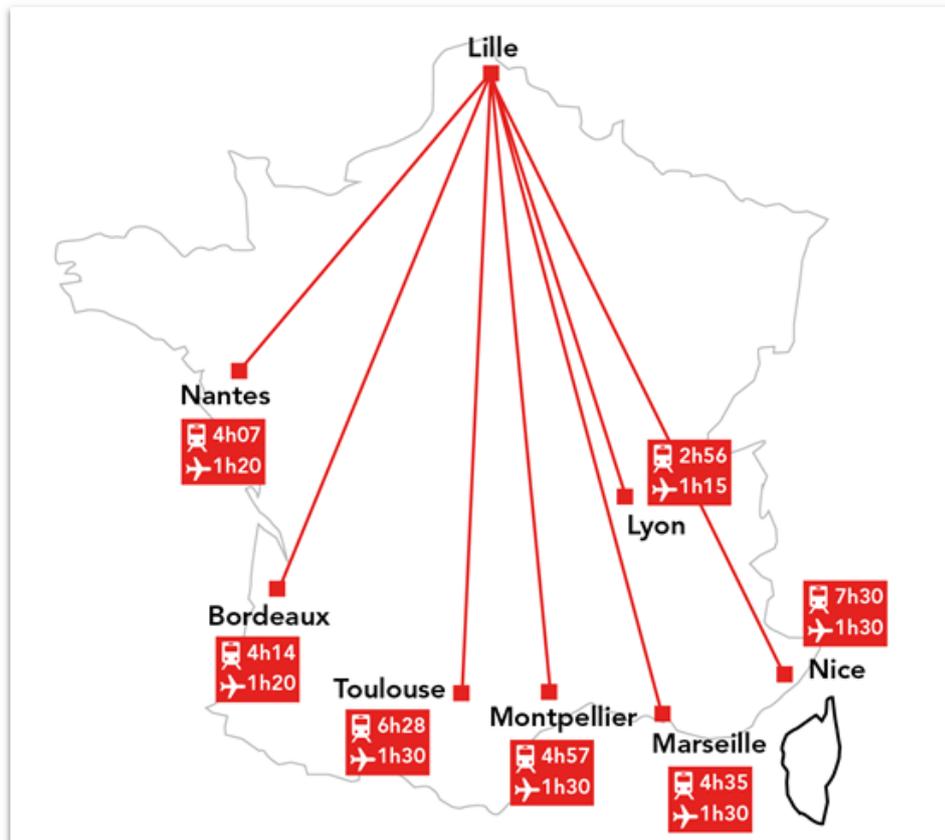
Avis de la commission : prend acte

- Les affirmations du collectif NADA Lille selon lesquelles « En 2019, :
 - Un tiers du trafic aérien de l'aéroport de Lille-Lesquin correspondait à la ligne Lille-Lyon,
 - Deux tiers du trafic total était remplaçable par le TGV en France »,
Sont-elles exactes ?

En 2019, en nombre de passagers, le trafic entre Lille et Lyon était de 85 879 passagers, soit moins de 4% du trafic total de l'aéroport. En nombre de mouvements, cette ligne représente 1 529 mouvements annuels en 2019, soit un peu plus de 7% du total des mouvements commerciaux.

En 2019, le trafic vers et à destination de la France métropolitaine (hors Corse), était de 1 257 544 passagers. Ceci représente moins de 60% du trafic de l'aéroport, et seule une partie de ces destinations pourrait être atteinte en totalité en TGV. Notamment, les destinations de Nice (312 084 passagers en 2019) et de Toulouse (233 973 passagers en 2019) ne sont pas accessibles en "grande vitesse". Ainsi moins d'un tiers du trafic est susceptible d'être atteignable en TGV.

Enfin, certaines lignes aériennes pourraient être « remplacées » par des lignes TGV ou TGV + train mais avec des durées de trajet incomparables et des conditions tarifaires probablement moins compétitives, difficilement compatibles avec les trajets d'affaire et les voyages de courte durée, comme le montre la carte ci-après (durées de trajet comparatives 2020).



[Avis de la commission : prend acte](#)

20 – Les recommandations de l'ACNUSA

- Lors de la réunion de la CCE du 14 décembre 2021 à Lille, le Président de L'ACNUSA a formulé les recommandations suivantes :
 - Accompagner les logistiques des compagnies aériennes aux fins d'alléger les programmes de vol de fret nocturne ;
 - Eviter les vols à tarifs incitatifs dans les créneaux horaires perturbants ;
 - Restrictions progressives des avions bruyants à des seuils sonores à des échéances 2/5/10 ans ;
 - Modulation des redevances par rapport aux tranches horaires ;
 - Mise en place d'un observatoire des mouvements de nuit ;
 - Instauration des volumes de protection environnementale associés aux procédures de navigation aérienne.

La commission souhaite connaître la position et les actions qu'Aéroport de Lille SAS a mis en œuvre ou entend mettre en œuvre pour donner suite à ces recommandations.

Aéroport de Lille SAS est entré dans le champ de compétences de l'ACNUSA en 2020 après avoir dépassé les 20.000 mouvements d'avions de plus de 20 tonnes et depuis ce jour, s'efforce de se conformer aux recommandations proposées de l'ACNUSA. Toutes les recommandations énoncées ci-

dessus sont accueillies favorablement par Aéroport de Lille SAS et seront prises en compte dans le cadre du projet de modernisation de l'aéroport.

Aéroport de Lille SAS tient des contacts commerciaux réguliers avec les opérateurs aériens (qu'il s'agisse de fret ou de passagers) afin de limiter le recours aux créneaux de nuit. Ainsi en 2020, un opérateur de fret a été dissuadé d'opérer une chaîne de vols de nuit à raison de 5 jours par semaine.

Aéroport de Lille SAS est favorable à ce que soient mises en œuvre des restrictions progressives de nuit pour les avions les plus bruyants, si ce sujet devait être porté à l'occasion d'une prochaine Commission Consultative de l'Environnement.

Par ailleurs, la modulation tarifaire pour les vols de nuit (avec une augmentation de 60% de la redevance) est effective depuis 2021 (voir réponse à l'observation n°9) et Aéroport de Lille SAS est prêt à renforcer si besoin cette modulation en fonction des résultats obtenus.

La mise en place d'un observatoire des mouvements de nuit est effective au travers d'un reporting vers la Commission Consultative de l'Environnement.

Enfin Aéroport de Lille SAS est favorable à la création de Volumes de Protection Environnementale, si ce sujet venait à être porté à l'occasion d'une prochaine Commission Consultative de l'Environnement.

Avis de la commission : prend acte

- Une décision de la DGAC est-elle nécessaire pour autoriser les travaux de modernisation ? dans l'affirmative, selon quelles modalités ?

Les travaux de modernisation qui induisent des changements affectant les termes du certificat de sécurité aéroportuaire ou de la base de certification, ou des modifications affectant les éléments critiques de l'aérodrome (tels que les pistes), nécessitent effectivement une approbation préalable des services de la Direction de la Sécurité de l'Aviation Civile Nord avant de pouvoir être mis en œuvre. Dans le cadre du projet de modernisation, il s'agit notamment des travaux d'accotements de la piste 08/26, et de la construction du taxiway de la piste 01/19.

Avis de la commission : prend acte

- Quelles sont les zones de délestage de carburant en cas de dysfonctionnement grave au décollage de l'aéroport de Lille ? A quelle altitude s'effectue le largage ?

Les vidanges d'avions en vol sont pratiquées uniquement en cas d'urgence et selon des manœuvres très précises.

Elles concernent les cas très rares (raisons médicales, grave avarie sur l'appareil...) selon lesquels un avion en difficulté serait amené à se reposer juste après son décollage.

L'atterrissage ne peut se faire que si la masse de l'appareil est inférieure à sa masse maximale d'atterrissage. Or, dans certains cas, il arrive que la masse de l'avion qui vient de décoller soit supérieure à la masse maximale d'atterrissage. C'est notamment le cas pour les vols long-courriers, qui nécessitent l'emport de réserves de carburant importantes pour assurer plusieurs heures de vol. L'avion qui doit atterrir en urgence doit donc réduire sa masse.

Cela ne concerne donc que les appareils pour lesquels la masse au décollage est nettement plus importante que la masse maximale autorisée à l'atterrissage : potentiellement, seuls les gros-porteurs affectés à des vols long-courriers sont susceptibles de déléster.

La décision de largage de carburant appartient au commandant de bord et ne peut se faire que dans certaines conditions.

Il n'y a pas de secteur déclaré pour le largage de carburant autour de l'Aéroport de Lille. Toutefois, selon les recommandations de l'Organisation de l'Aviation Civile (OACI), la vidange de carburant en vol doit être effectuée « dans des zones faiblement urbanisées » et à une hauteur « qui ne doit pas être inférieure à 1 800 m ». Elle ne peut s'effectuer que sous certaines conditions météorologiques, en particulier hors des nuages d'orage et en dehors de zones de turbulences.

Cette règle permet, selon la DGAC, à 90% du kérosène de s'évaporer à une température à 10°C, et même davantage si la température augmente. Une grande partie des 10% restants s'évapore au contact du sol.

Le carburant stocké dans les réservoirs situés dans les ailes est expulsé sous pression à l'aide d'une pompe, sous forme de fines gouttelettes pour favoriser sa dispersion. L'avion doit évoluer à une vitesse d'environ 400-500 km/h pendant le délestage. A noter que tous les gros-porteurs n'étant pas équipés du dispositif de vaporisation, une partie seulement des avions est concernée par le délestage. Ainsi, la grande majorité des appareils qui fréquentent l'Aéroport de Lille de façon régulière ne sont pas équipés du système de vidange de carburant.

Les manœuvres de délestage de carburant sont donc des opérations rarissimes, effectuées uniquement en cas d'urgence et dans certaines conditions, qui ne concernent qu'un certain type d'avions dont la plupart ne fréquentent pas l'Aéroport de Lille. Selon le contrôle aérien, un seul évènement aurait été recensé à l'aéroport de Lille sur une vingtaine d'années, concernant un avion qui n'est plus en service actuellement.

Source : [Plaquette DGAC « Délestage de carburant et environnement », février 2020.](#)

Avis de la commission : prend acte

21 – La stratégie nationale bas carbone (SNBC)

- La SNBC 2020 adopté par décret no 2020-457 du 21 avril 2020, prévoit de « *Maîtriser la croissance de la demande pour le transport de voyageurs (+26 % entre 2015 et 2050 tous modes de transports confondus) et de marchandises (+40 % entre 2015 et 2050) notamment en favorisant le télétravail, le covoiturage, les circuits courts et l'économie circulaire.* » (SNBC Synthèse page 18, SNBC intégrale). Les perspectives de croissance du nombre de PAX dans le scénario projet pour la période 2019 – 2039 (passage de 2,189 M à 3,901 M PAX, soit +78% en 20 ans) sont largement supérieures à l'objectif de la SNBC malgré une période plus réduite.

Comment le concessionnaire justifie-t-il ce décalage avec l'objectif national pour le transport de voyageurs ? Quelles conséquences en tire-t-il ?

L'analyse réalisée ci-après rappelée démontre que le taux de croissance moyen annuel du scénario de projet fourchette basse est de 1,7% en moyenne annuelle, c'est-à-dire conforme aux projections de l'AME2021 de la SNBC.

Ainsi, il est rappelé que pour répondre aux obligations internationales et européennes et éclairer le débat national, le Ministère de la Transition Écologique élabore régulièrement des scénarios

prospectifs énergie-climat-air. Ces projections sont réalisées à partir d'un ensemble particulier d'hypothèses sur les évolutions technologiques, le contexte économique (notamment les prix de l'énergie) ainsi que sur les politiques et des mesures favorables à la transition énergétique représentées dans les différents scénarios. Certains scénarios élaborés sont « tendanciels » et ne reflètent que les mesures déjà adoptées. D'autres, supposant l'adoption de mesures supplémentaires à l'avenir, illustrent des trajectoires, avec des objectifs ambitieux comme l'atteinte de la neutralité carbone à l'horizon 2050. Ces scénarios servent ensuite de référence pour l'élaboration de la stratégie française pour l'énergie et le climat, en particulier pour des documents programmatiques comme la Stratégie Nationale Bas Carbone ou la Programmation Pluriannuelle de l'Energie au niveau national, ou le Plan National Intégré Energie Climat au niveau européen.

Deux scénarios principaux sont en général construits : un dit « avec mesures existantes » (AME), qui reflète l'impact des politiques et mesures adoptées jusqu'à une certaine date passée, et un scénario « avec mesures supplémentaires » (AMS), qui traduit l'impact de nouvelles mesures qui seraient mises en œuvre dans le futur de manière à atteindre un certain objectif.

Le document SNBC datant de mars 2020 (dont il est fait référence ci-dessus) s'appuie sur les scénarios de référence nommés « Avec Mesures Supplémentaires » (AMS) 2018 et « Avec Mesures Existantes » (AME) 2018.

Le scénario Avec Mesures Existantes (AME) 2021, vient actualiser le scénario Avec Mesures Existantes (AME) 2018 et le scénario Avec Mesures Supplémentaires (AMS) 2018. Le scénario AME 2021 prend en compte les politiques et mesures adoptées jusqu'en décembre 2019. Par rapport aux précédentes projections (AME et AMS 2018), ce nouveau scénario est différent principalement car il intègre les prévisions de croissance du PIB et le prix des énergies en cohérence avec les impacts de la crise sanitaire du COVID19.

Dans le cadre du mémoire en réponse à l'avis de l'autorité environnementale (Pièce B, partie 5, annexe 7 du mémoire en réponse) une comparaison des taux de croissance moyen annuel des trafics prévisionnels pour l'aéroport de Lille et des projections de trafic fournies par la synthèse du scénario AME 2021 de la SNBC a été réalisée.

Les données relatives à l'aéroport de Lille sont précisées ci-dessous. L'analyse est faite jusqu'en 2050, conformément à l'horizon étudié dans les scénarios de la SNBC, soit 2050.

PAX		Situation actuelle	Fin de concession	Projection long terme	Taux de croissance moyen annuel 2019-2050
		2019	2039	2050	
Scénario de référence	Fourchette basse	2 189 221	2 644 992	2 645 020	0,6%
	Fourchette haute	2 189 221	2 644 992	2 645 020	0,6%
Scénario projet	Fourchette basse	2 189 221	3 352 045	3 668 020	1,7%
	Fourchette haute	2 189 221	3 901 727	4 675 484	2,5%

Une analyse similaire est faite des projections de trafic fournies par la synthèse du scénario Avec Mesures Existantes (AME) 2021 de la SNBC rappelées ci-dessous.

Tableau 48. Projection des trafics aériens métropole, outre-mer et international (index 2019 = 1)

	2019	2020	2025	2030	2035	2040	2045	2050
Trafics métropole	1,00	0,43	1,02	1,04	1,11	1,19	1,27	1,35
Trafics outre-mer	1,00	0,54	1,13	1,26	1,39	1,53	1,69	1,87
Trafics international	1,00	0,27	1,13	1,26	1,39	1,53	1,69	1,87

PAX.km (Index 2019=1)	2019	2039	2050	Taux de croissance moyen annuel 2019-2050
Trafic métropole	1,00	1,17	1,35	1,0%
Trafic international	1,00	1,50	1,87	2,0%

NB : Pour le calcul des évolutions annuelles, une interpolation linéaire a été effectuée entre les horizons de 5 ans auxquels les données étaient fournies.

Le taux de croissance moyen annuel 2019-2050 du scénario de projet fourchette haute (2,5%) est supérieur à celui des projections de l'AME2021 tous faisceaux confondus (1,0% et 2,0%), qui tiennent compte de l'effet COVID.

Pour mémoire, le scénario fourchette haute avait été envisagé avant la période COVID, et suite à celle-ci, les projections de trafic sur l'aéroport ont été revues à la baisse au travers des fourchettes « basses ».

Dans le cadre de l'évaluation environnementale pour une approche conservatoire il a été fait le choix tout au long de l'étude de :

Prendre en compte l'hypothèse haute du nombre de PAX et des mouvements pour évaluer les impacts environnementaux notamment le trafic routier, les niveaux de bruit, les émissions gazeuses et GES.

Prendre en compte l'hypothèse basse du nombre de PAX et des mouvements pour évaluer les impacts économiques.

Soit l'hypothèse la plus défavorable pour chaque thématique.

L'analyse montre que le taux de croissance moyen annuel du scénario de projet fourchette basse est de 1,7% en moyenne annuelle, c'est-à-dire conforme aux projections de l'AME2021.

22 – Les incidences de décisions impactant les différents scénarios

- Quelles seraient les conséquences pour le concessionnaire d'une décision en faveur du scénario de référence avec un plafonnement à 2,6 M PAX ?
- Même question avec un plafonnement à 2,6 M PAX et un couvre-feu nocturne (22h-6h).

- Quelles seraient les conséquences pour le concessionnaire d'une décision en faveur du scénario projet avec un plafonnement à 2,6 M PAX ?
- Même question avec un plafonnement à 2,6 M PAX et un couvre-feu nocturne (22h-6h).

Aéroport de Lille SAS tient ici à préciser qu'en cas de plafonnement à 2,6 M PAX, et quels que soient les conditions (couvre-feu ou pas), il ne sera pas en mesure d'exécuter le projet, ni les seules opérations de mise aux normes ni celles liées à la modernisation. En effet, trois types de difficultés majeures entraveraient alors la bonne réalisation du projet :

D'un point de vue financier : l'équilibre du modèle financier qui sous-tend et justifie l'investissement contractuel est directement lié à l'évolution du trafic. Un plafonnement change fondamentalement et matériellement les hypothèses de départ et empêche toute viabilité du projet en l'état. De nouvelles études devraient être lancées afin d'évaluer la rentabilité et la viabilité du projet avec la solution incluant un plafonnement.

D'un point de vue commercial : aucune compagnie aérienne n'accepterait de développer des nouvelles lignes dans un environnement contraint avec des aéroports concurrents proches disposant d'une capacité non plafonnée et des tarifs réduits. En outre, un couvre-feu nocturne 22h-6h, qui ne correspondrait pas aux réalités de l'exploitation, pourrait conduire les compagnies aériennes à privilégier d'autres aéroports voisins, ce qui induirait un appauvrissement de la qualité des dessertes proposées depuis et à destination de Lille.

D'un point de vue constructif : le projet contient deux phases importantes, création d'un hall d'arrivée et d'une jetée dans un premier temps et rénovation de l'existant dans un deuxième temps (deux ans plus tard). Le nouvel espace créé permet d'accueillir les passagers lors de la rénovation du terminal existant. La seule modernisation de l'existant sans création de nouvel espace entraînerait la fermeture complète de l'aéroport pour minimum un an. En effet, le niveau de saturation actuel ne permet plus de dégager des espaces suffisants pour permettre les travaux en détournant les flux de passagers.

Avis de la commission : prend acte

23 - Les incidences du Plan Exposition aux Risques vis-à-vis de l'AAC2

- L'hypothèse du comblement des cavités dites "catiches" est-elle en conformité avec les règles régissant l'Aire Alimentation C2 de la zone ? (Problématique d'une éventuelle incompatibilité, évoquée par certains contributeurs, entre le règlement du PER (mouvement de terrain) et les règles spécifiques de l'AAC2 (entrave à la circulation de la nappe) ?

Les éléments de réponse à cette question ont été développés au point 6 relatif au taxiway de la piste secondaire. En l'état des données disponibles, Aéroport de Lille a respecté les données du PER (évaluation détaillée du risque, comblement des carrières, création d'ouvrages de surface étanches assurant la sécurité des personnes et des biens) et la philosophie des règles AAC2 en assurant l'infiltration des eaux collectées dans le même sous-bassin versant et hors zone des carrières. L'effet de barrage paraît très peu probable, et serait étudié de façon détaillée après caractérisation des éventuels besoins de comblement.

Avis de la commission : prend acte

24 - Plan d'exposition au bruit (PEB)

Le PEB de l'aérodrome a été approuvé en 2009 avec des perspectives de trafic aérien à l'horizon 2050. Il limite préventivement les droits à construire dans les zones exposées au bruit de l'aéroport. L'article R112-9 du code de l'urbanisme dispose que « *Sans préjudice du pouvoir du préfet de décider la mise en révision du plan d'exposition au bruit ... la commission consultative de l'environnement ... examine tous les cinq ans au moins la pertinence des prévisions ayant servi à l'établissement du plan au regard de l'activité aérienne constatée. Elle peut proposer au préfet sa mise en révision.* ». Quand a eu lieu le dernier examen par la CCE de la pertinence de ces prévisions ?

A connaissance d'Aéroport de Lille SAS, il n'y a pas eu de révision des hypothèses du PEB depuis sa mise en œuvre en 2009. Cette révision relève des prérogatives des services de l'Etat.

Avis de la commission : prend acte

- Par ailleurs, les cartes acoustiques (annexe 13b de l'étude d'impact - plans n°18bis, 32, 39 et 46) superposent les mêmes seuils sonores du PEB et les prévisions en Lden 2019, 2039 et 2050. A quelle échéance, selon le concessionnaire, un réexamen ces prévisions lui paraît-il souhaitable ainsi qu'une proposition de mise en révision du PEB en vigueur ?

Il n'est pas nécessaire de mettre à jour les cartes acoustiques de l'étude d'impact, sauf en cas de nouvelle évaluation environnementale à réaliser.

La proposition de mise en révision du PEB doit quant à elle être faite dans le cadre de la Commission Consultative de l'Environnement, en recueillant les avis de l'ensemble de ses membres.

Avis de la commission : prend acte

ANNEXE 1

**Certificat de sécurité aéroportuaire
20191219**

Direction générale de l'aviation civile

Direction de la sécurité de l'Aviation civile Nord

CERTIFICAT DE SÉCURITÉ AÉROPORTUAIRE

N° CSA F DSAC/N 001-2020

En application des règlements (UE) 2018/1139 du Parlement européen et du Conseil du 4 juillet 2018 et (UE) n° 139/2014 de la Commission du 12 février 2014 modifié, la Direction de la sécurité de l'Aviation civile Nord certifie par la présente que :

AÉROPORT DE LILLE
80 RUE GABRIEL PÉRI
59 273 FRETIN

est autorisée à exploiter l'aérodrome de :

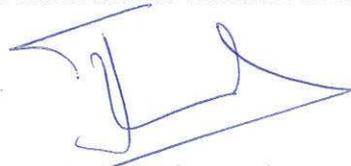
LILLE-LESQUIN

conformément aux dispositions du règlement (UE) 2018/1139 et ses modalités d'exécution, ainsi qu'à sa base de certification notifiée, à l'annexe au présent certificat et au manuel d'aérodrome.

Le présent certificat est valable jusqu'à son retrait ou sa restitution.

À Athis-Mons, le 18 décembre 2019

Le directeur de la sécurité de l'aviation civile Nord



Richard Thummel

ANNEXE 2

CSA 001-2020_LFQQ ANNEXE

ANNEXE AU CERTIFICAT DE SÉCURITÉ AÉROPORTUAIRE

N° CSA F DSAC/N 001-2020

délivré à AÉROPORT DE LILLE en vue de l'exploitation de l'aérodrome
de LILLE-LESQUIN

A- TERMES DU CERTIFICAT

AU SENS DE L'ANNEXE I AU REGLEMENT (UE) N°139/2014

Indicateur d'emplacement OACI :	LFQQ				
Conditions d'exploitation :	VFR et IFR, jour et nuit				
Pistes et distances déclarées :	Piste	TORA	TODA	ASDA	LDA
	08	2780 m	2780 m	2780 m	2780 m
	TWY T5	2215 m	2215 m	2215 m	NIL
	TWY T4	1810 m	1810 m	1810 m	NIL
	26	2825 m	3125 m	2825 m	2545 m
	TWY T2	2435 m	2735 m	2435 m	NIL
	TWY T3	1835 m	2135 m	1835 m	NIL
	TWY T4	995 m	1295 m	995 m	NIL
	01	1580 m	1580 m	1580 m	1580 m
	TWY P5	960 m	960 m	960 m	NIL
	19	1580 m	1580 m	1580 m	1580 m

Type(s) de piste et approches fournis :	Piste	Piste à vue	Piste avec approche classique	Piste avec approche de précision de catégorie :	Piste avec décollage par RVR < 800 m :
	08	oui	oui	non	RVR ≥ 150 m
	26	oui	oui	I, II, III	RVR < 150 m
	01	oui*	non	non	non
	19	oui*	non	non	non
<i>* de nuit : limitée aux pilotes autorisés</i>					
Code de référence de l'aérodrome :	4E				
Champ d'application des exploitations d'aéronefs avec une lettre de code de référence d'aérodrome supérieure (types approuvés) :	NIL				
Niveau de protection SSLIA :	7				

B- COMPETENCES ATTRIBUEES A D'AUTRES ORGANISATIONS

Le tableau ci-dessous référence les modalités d'exécution (IR) dont la mise en œuvre relève partiellement ou entièrement d'organisations autres que l'exploitant d'aérodrome. Le manuel d'aérodrome précise le périmètre exact de l'application des IR et indique le(s) tiers concerné(s).

Compétences attribuées à d'autres organisations	Partiellement	Entièrement
Prévention des incendies (ADR.OR.C.040)	X	
Consommation d'alcool, de substances psychoactives et de médicaments (ADR.OR.C.045)	X	
Formation et contrôle d'aptitude (ADR.OR.D.017)	X	
Plan d'urgence de l'aérodrome (ADR.OPS.B.005)	X	
Exploitation de véhicules (ADR.OPS.B.025)	X	
Qualité des carburants (ADR.OPS.B.055)	X	
Marquages et balisages des véhicules et autres objets mobiles (ADR.OPS.B.080)	X	

C- DEVIATIONS PAR RAPPORT AUX SPECIFICATIONS DE CERTIFICATION

CS ADR-DSN concernée	Référence de la décision (DAAD)	Validité de l'autorisation	Objet de la déviation
CS ADR-DSN.B.125(b)	Décision 2019-74/DSAC-N/D/D du 18/12/2019 DAAD.N01.ADR-DSN.B.125(b)-LFQQ	31/12/2025	Absence d'accotements aménagés pour l'utilisation de la piste 08-26 par les aéronefs de code E et les aéronefs quadrimoteurs de code D.
CS ADR-DSN.D.245	Décision 2019-75/DSAC-N/D/D du 18/12/2019 DAAD.N02.ADR-DSN.D.245-LFQQ	Pour chaque partie rectiligne d'une voie de circulation, jusqu'à la mise en conformité de la largeur de voie, qui devra intervenir au plus tard à l'occasion de la première reconstruction complète du corps de chaussée.	Utilisation par les aéronefs de code E et par les aéronefs de code D dont la largeur hors tout du train principal est supérieure ou égale à 9 m, des voies de circulation P2, P3 et P4, qui ont largeur minimale de 22,70 m dans leurs parties rectilignes.
CS ADR-DSN.D.240(a) CS ADR-DSN.D.250(b)- CS ADR-DSN.D.255(b)	Décision 2019-76/DSAC-N/D/D du 18/12/2019 DAAD.N03.ADR-DSN.D.240(a)-D.250(b)-D.255(b)-LFQQ	Pour chaque tronçon de voie de circulation, jusqu'à la mise en conformité de la voie, qui devra intervenir au plus tard à l'occasion de la première reconstruction complète du corps de chaussée.	Les marges entre les roues extérieures de l'atterrisseur principal de l'avion et le bord de la voie de circulation sont inférieures aux marges spécifiées par les CS ADR-DSN.D.240 (a), D.250(b) et D.255(b) sur les cheminements détaillés à l'article 2 de la décision référencée.
CS ADR-DSN.M.640(a)(1)	Décision 2019-77/DSAC-N/D/D du 18/12/2019 DAAD.N04.ADR-DSN.M.640(a)(1)-LFQQ	31/12/2020	Absence des PAPI au seuil des pistes 01-19 et 26.
CS ADR-DSN.M.715 (b)(1)(ii) et (b)(3)	Décision 2019-78/DSAC-N/D/D du 18/12/2019 DAAD.N05.ADR-DSN.M.715(b)-LFQQ	Jusqu'à la mise en conformité de l'espacement des feux axiaux des voies de circulation, qui devra intervenir au plus tard à l'occasion de la première réfection complète de leur balisage lumineux et des alimentations électriques associées.	Pour les voies de circulation P2, P3 et P4 : espacement des feux axiaux de voie de circulation de 30 m dans les sections rectilignes. Pour les voies de circulation V2 et V3, et pour la voie de circulation d'aire de trafic Bravo : espacement de 15 m des feux axiaux sur une distance de 60 m avant et après les virages des jonctions V3 - P3, V3 - voie Bravo et V2 - voie Bravo.

CS ADR-DSN concernée	Référence de la décision (DAAD)	Validité de l'autorisation	Objet de la déviation
CS ADR-DSN.T.915(g)	Décision 2019-79/DSAC-N/D/D du 18/12/2019 DAAD.N06.ADR-DSN.T.915(g)-LFQQ	Jusqu'au renouvellement de l'installation du radiophare d'alignement de descente.	Emplacement de l'abri non frangible du radiophare d'alignement de descente de la piste 26 à 129 m de l'axe de la piste 08-26 dans la bande de piste.
CS ADR-DSN.M.750	Décision 2019-80/DSAC-N/D/D du 18/12/2019 DAAD.N07.ADR-DSN.M.750-LFQQ	31/12/2025	Objectifs d'éclairage des aires de trafic B, C, D n'atteignant pas ceux spécifiés par la CS ADR-DSN.M.750.

D- CONDITIONS OU LIMITATIONS D'EXPLOITATION PARTICULIERES

Les conditions ou limitations d'exploitations associées au certificat sont les suivantes, sans préjudice de l'application des autres mesures décrites dans les décisions associées au certificat et à celles contenues dans la base de certification.

EXPLOITATION PAR FAIBLE VISIBILITE

L'aérodrome est exploité par faible visibilité, conformément à l'ADR OPS.B.045.

CONDITION PARTICULIERE N°1

En raison de l'absence d'accotements aménagés pour l'utilisation de la piste 08-26 par les aéronefs de code E et les aéronefs quadrimoteurs de code D, le nombre total de mouvements d'aéronefs de code E et quadrimoteurs de code D par année civile est limité à 100.

(Décision 2019-74/DSAC-N/D/D du 18 décembre 2019 - DAAD.N01.ADR-DSN.B.125(b)-LFQQ)

CONDITION PARTICULIERE N°2

En raison de la présence de deux objets inamovibles existants dépassant la surface de montée au décollage de la piste 01 (bâtiment de simulateur de chute libre d'altitude sommet 77,96 m NGF et bâtiment de mur d'escalade d'altitude sommet 71,11 m NGF), l'utilisation de nuit de la piste 01-19 est réservée aux pilotes dont les entreprises ou organismes sont autorisés, par l'exploitant de l'aérodrome de LILLE-LESQUIN, à occuper ou utiliser la zone Nord des aéronefs basés, à l'exception des élèves pilotes seuls à bord.

L'exploitation en surcharge de la piste 01 au décollage par des aéronefs dont l'ACN dépasse la valeur de PCN publiée n'est pas autorisée.

(Décision 2019-82/DSAC-N/D/D du 18 décembre 2019 - SC.N02.ADR-DSN.J.485-LFQQ).

Le 18 décembre 2019,

Le Directeur de la sécurité de l'Aviation civile Nord



Richard Thummel

ANNEXE 3

Reglement_de_consultation



AÉROPORTS DE LILLE
SYNDICAT MIXTE DES AÉROPORTS DE LILLE ET DE MERVILLE

CONCESSION DE L'AÉROPORT LILLE-LESQUIN

de type délégation de service public relative à la gestion, l'entretien, le renouvellement, l'exploitation et le développement de l'aéroport de Lille-Lesquin

Règlement de la consultation

La date limite de réception des offres :

le vendredi 25 janvier 2019 à 12h00

Sommaire

1. Autorité délégante	3
2. Objet de la consultation.....	4
2.1. Description générale	4
2.2. Description détaillée de la concession	4
2.3. Durée du contrat.....	5
2.4. Obtention de la certification aéroportuaire (AESAs)	5
3. Conditions de la consultation	6
3.1. Réglementation régissant la procédure	6
3.2. Procédure de passation	6
3.3. Calendrier indicatif de la procédure	8
3.4. Contenu du Dossier de Consultation	8
3.5. Modifications / compléments apportés au dossier de consultation et confidentialité	8
3.6. Demande de renseignements	9
3.7. Visite du site	9
4. Présentation des Offres	10
4.1. Variantes	10
4.2. Structure des candidats	10
4.3. Confidentialité.....	11
4.4. Propriété intellectuelle des offres	12
4.5. Délai de validité des Offres	12
4.6. Critères de jugement des Offres	12
4.7. Offres irrégulières et inacceptables.....	13
4.8. Conditions d'envoi et de remise des Offres	13
4.9. Formulaire de Confidentialité	15

Préambule contractuel

En vertu de la loi de décentralisation du 13 août 2004, l'Etat a transféré à l'AUTORITÉ CONCÉDANTE – Syndicat Mixte constitué fin 2006 entre trois collectivités : la Région Nord-Pas de Calais devenue Région Hauts-de-France, la Communauté Urbaine de Lille (Lille Métropole Communauté Urbaine ou « LMCU ») devenue Métropole Européenne de Lille et la Communauté de Communes Flandre Lys (« CCFL ») –, les compétences aéroportuaires et la propriété du patrimoine des aéroports de Lille-Lesquin et de Merville par arrêté préfectoral du 27 novembre 2006.

L'aéroport de Lille-Lesquin est exploité par la SAS SOGAREL au titre d'un contrat de délégation de service public depuis le 1er janvier 2009 et pour une durée de 10 ans, soit jusqu'au 31 décembre 2018, prolongée d'un an pour respecter la nécessité d'une consultation efficace soit jusqu'au 31 décembre 2019. Le Comité syndical du SMALIM par délibération n°2018-29 du 13 juin 2018 a décidé d'engager une procédure de délégation de service public en vue de confier à un concessionnaire à partir du 1er janvier 2020 l'exploitation, l'entretien, la maintenance, le développement de l'aéroport de Lille-Lesquin et services annexes.

Les principales caractéristiques de la Délégation de Service Public pour l'aéroport de Lille-Lesquin sont :

- Une concession aux risques et périls d'une durée de 20 ans en raison des investissements de consolidation et de développement d'un montant socle estimé de 100 Millions d'euros Hors Taxe (intégration d'une estimation d'une augmentation de capacité) ;
- Une reprise du personnel de la concession et des engagements en cours ;
- Une prise en charge des investissements et d'augmentation de capacité, de grosses réparations, renouvellement, mises aux normes et couts d'exploitation,
- Une réhabilitation et réaffectation des ensembles immobiliers désaffectés ou sous occupés ;
- Un droit d'entrée éventuel ;
- Le versement d'une redevance annuelle ;
- Le développement d'autres activités sur les terrains et immobilisations disponibles ;
- Le maintien et l'amélioration de la desserte routière actuelle pour l'aéroport de Lille-Lesquin ;
- Un plan ambitieux de e-services.

L'Autorité Concédante souhaite déléguer la gestion de l'aéroport de Lille-Lesquin à une entité qui respectera en tous points ces principales caractéristiques et les obligations qui en découlent.

La présente consultation est organisée dans le cadre de l'ordonnance n°2016-65 du 29 janvier 2016 et des articles L.1411-1 et suivants du Code Général des Collectivités Territoriales (CGCT) et selon une procédure restreinte. Seuls les candidats admis sur la base de la publication de l'Avis de concession paru au BOAMP (n°18-92405 le 03/07/2018) et au JOUE n°292888-2018-FR le 06/07/2018) sont invités à présenter une offre selon le présent règlement de consultation.

1. Autorité délégante

Le SMALIM, Syndicat Mixte des Aéroports Lille-Lesquin et Merville est l'autorité délégante du service public relatif à la gestion, l'entretien, le renouvellement, l'exploitation et le développement de l'aéroport de Lille-Lesquin.

L'ensemble des étapes de la procédure de passation de la future Concession de services sera piloté par le SMALIM.

2. Objet de la consultation

2.1. Description générale

La présente consultation a pour objet la désignation d'un titulaire de la Convention de délégation de service public (ci-après le « Concessionnaire »), laquelle est relative à la gestion, l'entretien, le renouvellement, l'exploitation et le développement de l'aéroport de Lille-Lesquin.

Le présent contrat sera exécuté aux risques et périls du Concessionnaire, en application des principes généraux du droit des concessions et de toutes les dispositions juridiques et réglementaires en vigueur au moment de son exécution.

2.2. Description détaillée de la concession

Le Contrat a pour objet de confier au Concessionnaire, dans les conditions et selon les modalités définies au Contrat, la gestion du service public aéroportuaire de Lille-Lesquin.

Dans ce cadre, le Concessionnaire a notamment pour mission :

- **L'exploitation de l'aéroport** sous l'autorité du SMALIM dans les conditions du futur contrat et en cohérence avec ses objectifs, conformément aux dispositions de Droit commun et particulières applicables aux exploitants d'aéroport ;
- **L'entretien de l'aéroport, la performance des infrastructures et la conservation du domaine** ;
- **La réalisation des travaux et investissements nécessaires au fonctionnement normal et sécurisé et au développement de l'aéroport en termes de trafic et de capacité** ;
- **Un plan ambitieux de « e-services » aux usagers et de développement durable** ;
- **La fourniture des services en escale** ;
- **Le transport entre les aéronefs et les installations du bloc trafic, des passagers, du fret et de la poste et de la mise à disposition des intéressés de tous véhicules, matériels et outillages nécessaires** ;
- **L'entretien et l'exploitation de l'aérogare passagers** ;
- **L'entretien et l'exploitation de l'aérogare de fret** ;
- **L'entretien des voies routières et des parcs de stationnement publics ou à usage réglementé à l'intérieur du périmètre de concession** ;
- **L'exploitation, avec l'accord du SMALIM sur le périmètre concédé d'activités extra aéronautiques compatibles avec l'exploitation aéroportuaire** ;
- **La surveillance des installations** ;
- **L'exploitation et l'amélioration de la desserte en transport collectif routier entre l'aéroport et l'agglomération lilloise** ;
- **L'intégration et l'amélioration des services de la desserte au titre de l'offre de transport de la MEL** (liaison entre l'aéroport et la métropole), étant précisé que la prise en compte des modes alternatifs de transport de personnes (auto partage, véhicules propres, dessertes de

3. Conditions de la consultation

3.1. Réglementation régissant la procédure

Le Contrat de concession objet de la présente procédure est conclu et exécuté conformément à l'ensemble des normes européennes et nationales en vigueur au jour de sa conclusion et à toutes celles qui viendraient s'y substituer et s'ajouter, et notamment :

- À la directive 2014/23/UE du 26 février 2014 sur l'attribution de contrats de concession ;
- À l'ordonnance n°2016-65 du 29 janvier 2016 relative aux contrats de concession ;
- Aux articles L. 1411-1 et suivants et R. 1411-1 et suivants du Code Général des Collectivités Territoriales ;
- Aux dispositions du Code général de la propriété des personnes publiques, telles que modifiées par l'Ordonnance n° 2017-562 du 19 avril 2017 relative à la propriété des personnes publiques ;
- Au décret n°2016-86 du 1er février 2016 relatif aux contrats de concession ;
- À la jurisprudence européenne et administrative française ;
- Aux principes généraux applicables au droit des contrats administratifs.

La présente consultation est organisée selon une procédure restreinte. Seuls les candidats admis sur la base de la publication de l'Avis de concession paru au BOAMP (n°18-92405 le 03/07/2018) et au JOUE n°292888-2018-FR le 06/07/2018) sont invités à présenter une offre selon le présent règlement de consultation.

3.2. Procédure de passation

La présente consultation comprend notamment, à compter de l'établissement de la liste des candidats admis à présenter une offre par la Commission de Délégation de Service Public conformément à l'article L 1411-5 du CGCT, les phases suivantes :

- Ouverture des plis contenant les offres par la Commission de Délégation de Service public ;
- Examen par la Commission de Délégation de Service Public des offres recueillies, conformément aux critères d'attribution définis dans le présent règlement, et émission d'un avis sur ces offres ;
 - o Pour les besoins de cette analyse, le SMALIM pourra adresser aux candidats des questions écrites, dans le respect du principe d'égalité de traitement entre les candidats. Ces dernières préciseront aux candidats les modalités attendues pour la présentation des réponses des candidats (forme, délai...)
 - o Les questions pourront porter sur tous les aspects des offres. Elles auront pour objet de permettre au SMALIM d'obtenir des candidats, si nécessaire, des clarifications et précisions sur leurs offres, ou des justifications concernant certaines des hypothèses retenues par les candidats pour leur élaboration.
- Emission de l'avis de la commission de DSP sur les offres,
- Au vu de cet avis, l'autorité exécutive du SMALIM décide librement d'engager les négociations avec un ou plusieurs candidats conformément à la réglementation applicable.
- Les négociations avec un ou plusieurs candidats seront menées par l'autorité exécutive du SMALIM, ou son représentant (élu et/ou membre des services du SMALIM) dûment habilité, assisté et en tant que de besoin, par des membres des cabinets, bureaux d'études du SMALIM assurant l'assistance à maîtrise d'ouvrage ;

- Les négociations seront menées en plusieurs étapes, chacune pouvant comporter une ou plusieurs auditions des candidats.
 - o Lors d'une première audition, les candidats invités pourront présenter leur offre et répondre aux questions orales posées, tant sur le plan technique que financier ou juridique.
 - o Ensuite, le SMALIM pourra, soit au cours de nouvelles réunions de discussions et de négociations, soit par écrit :
 - Poser toute question ou demander toutes précisions et compléments qu'elle estimera utiles sur tous les éléments de l'offre,
 - Demander des réponses ou propositions sur des modifications non substantielles de l'objet de la consultation à son initiative,
 - Demander aux candidats une offre améliorée,
 - Demander une offre finale ou ultime meilleure proposition,
 - Décider de poursuivre les discussions et négociations avec un ou plusieurs candidats.
- Les auditions des candidats et négociations feront l'objet d'invitations précisant, en tant que de besoin, leurs modalités de mise en œuvre (lieu, date, nombre de participants, moyens audiovisuels...). Seront précisés les délais de réponse et de remise des offres améliorées et ceux de l'offre finale.
- Les offres améliorées et finales devront reprendre impérativement l'ensemble des éléments constitutifs de l'offre mentionné à l'article 4 du présent règlement de la consultation et prévus dans le guide de rédaction des offres.
- Le cas échéant, un avis de la Commission de délégation de service public sur les offres améliorées et/ou finales remises par les candidats ;
- Choix, par l'autorité exécutive du SMALIM, sur proposition de son représentant habilité, de la meilleure offre au regard de l'avantage économique global pour l'Autorité concédante, sur la base des critères de jugement des offres définis à l'article 4.5 du présent règlement de la consultation et de la méthode de notation des offres décrite à l'article 4.5. L'autorité habilitée à signer la convention procèdera avec le délégataire pressenti à la mise au point du contrat et de ses annexes ;
- Le Président du Comité Syndical, ou son représentant habilité, établira le rapport présentant les motifs de choix de l'opérateur et l'économie générale du contrat de concession ;
- Notification de l'attribution au soumissionnaire dont l'offre a été retenue et envoi d'une notification aux soumissionnaires dont l'offre n'a pas été retenue, dans les conditions prévues à l'article 29 du décret n°2016-86 du 1er février 2016 relatif aux contrats de concession. Cette notification au soumissionnaire dont l'offre n'aura pas été retenue précisera les motifs de ce rejet, le nom de l'attributaire ainsi que les motifs ayant conduit au choix de son offre. En outre, cette notification indiquera la durée du délai de suspension que l'Autorité concédante s'imposera avant de signer le contrat ;
- Demande de certification accompagnée d'un dossier provisoire auprès des autorités compétentes [REDACTED] et au plus tard 15 jours après la publication de l'avis d'attribution.
- Signature du contrat et transmission au contrôle de légalité ;
- Publication d'un avis d'attribution du contrat de concession et accomplissement des formalités de publicité réglementairement requises ;
- Notification du contrat de concession à l'attributaire, ce dernier devra attester de la certification aéroportuaire au 1 janvier 2020.

A tout moment de la procédure, le SMALIM dispose de la faculté de ne pas donner suite à la consultation, sans possibilité pour les candidats d'une quelconque indemnisation.

3.3. Calendrier indicatif de la procédure

Le calendrier de la procédure présenté ci-après est fourni aux Candidats à titre purement indicatif et n'engage en aucune façon le SMALIM quant au respect des dates qui y figurent, ces dernières pouvant être modifiées :

- Remise des Offres : **Le vendredi 25 janvier 2019, à 12h00** – Délai de rigueur;
- Désignation du Déléataire pressenti : **juin 2019**
- Date de signature de la Convention de délégation de service public : **juin- juillet 2019**
- Entrée en vigueur du contrat : **1^{er} janvier 2020 – 0h00**

3.4. Contenu du Dossier de Consultation

Le dossier de consultation des entreprises (DCE) comprend :

- Le présent règlement de la consultation et son annexe le Guide de Rédaction et son annexe (Le Formulaire) et les pièces d'information. Ce guide appelle la production par le candidat de pièces qui sont numérotées et qui sont détaillées en annexe du guide,
- Le projet de Contrat de délégation de service public et ses annexes.

Le dossier de consultation est mis à disposition des candidats admis à présenter une offre sur la plateforme : <https://marchespublics596280.fr>. Il appartient aux Candidats de s'assurer de la complétude (nombre de documents et nombre de pages de chaque document) du dossier de consultation au regard de la liste des documents figurant dans le sommaire général.

En tout état de cause, les candidats peuvent solliciter, s'ils l'estiment nécessaire à l'établissement de leur offre, des informations voire des précisions complémentaires à celles transmises par le SMALIM suivant les modalités figurant à l'article 3.5 du présent règlement de consultation. Le SMALIM se réserve le droit de ne pas pouvoir y donner suite, ou de façon partielle, dans le cas, notamment, où ces informations seraient couvertes par le secret industriel et commercial.

3.5. Modifications / compléments apportés au dossier de consultation et confidentialité

Le SMALIM se réserve la faculté de modifier et/ou de compléter le présent dossier de consultation avant la date limite de remise des offres, laquelle serait, en tant que de besoin, reportée dans le temps afin que les Candidats disposent d'un délai suffisant pour prendre en considération ces modifications et/ou compléments.

Ce dossier de consultation, qui est la propriété du SMALIM et dont les informations qu'il contient présentent un caractère confidentiel, ne pourra en aucune manière être divulgué ou communiqué à des tiers, les Candidats ne pouvant en faire usage que pour les seuls besoins de l'élaboration de leur offre.

3.6. Demande de renseignements

Les Candidats sont autorisés à demander des renseignements sur le dossier de consultation SMALIM jusqu'au **8 janvier 2019**. Ces demandes devront être formulées par dépôt exclusivement sur la plate-forme de dématérialisation.

Une réponse sera alors adressée par le SMALIM, par écrit, via cette plate-forme à toutes les entreprises ayant retiré le dossier, dans le respect de l'égalité de traitement et du secret industriel et commercial, et dans les meilleurs délais selon l'information demandée et son traitement.

3.7. Visite du site

Les Candidats seront réputés connaître les sites et l'ensemble des installations, et les avoir visités.

Dans ce but, deux séances de visite sont organisées : **une le 15 novembre 2018 et une le 29 novembre 2018 d'une durée maximum d'une demi-journée.**

Ces visites ne constituent pas une séance de négociation.

Aucune réclamation ou demande d'indemnisation ultérieure ne pourra être formée sur le fondement d'une méconnaissance alléguée des lieux et des contraintes techniques que la gestion du service comporte.

Les Candidats sont tenus de transmettre, **au plus tard six (6) jours ouvrables** avant la date de la visite concernée, les identités et pièces d'identité des participants à la visite permettant la préparation de la visite sur site selon les exigences de sécurité. **Le nombre de participants à la visite est limité à 2 intervenants par candidats dûment habilités**, chacun des membres constituant les groupements candidat étant invité à se faire représenter.

Les Candidats recevront une convocation leur confirmant l'heure de la visite et son déroulé.

A l'issue de la première visite, les candidats formuleront leurs éventuelles questions par écrit, selon les conditions définies à l'article 3.6.

Il en sera de même pour la seconde visite.

Après remise des offres et en phase de négociations, le SMALIM se réserve le droit d'organiser d'autres visites sous une forme qu'elle définira de manière à respecter le principe d'égalité entre les Candidats.

4. Présentation des Offres

Les offres des candidats seront présentées conformément aux prescriptions du Guide de rédaction des offres (numérotation, cadres de réponses...) et comporteront l'ensemble des notes et propositions prévues par ce document.

Les offres seront rédigées en langue française.

La monnaie de référence sera l'euro et la proposition financière des candidats sera exprimée soit en euros courants, soit en euros constants, soit les deux selon les indications du guide et précision sera faite par les candidats.

L'ensemble des documents sera signé par une personne dûment habilitée à engager le soumissionnaire.

Le guide de rédaction des offres annexé au présent Règlement de la consultation constitue le cadre unique et impératif de la présentation des offres des candidats, en ce compris le contrat complété. Ces dernières devront donc :

- Comprendre l'ensemble des notes, études et chiffrages prévus par ce document ;
- Respecter les prescriptions de forme qu'il prévoit (format des documents, limitation de pages etc...);
- Respecter les intitulés et numérotations prévues dans le guide concernant les notes devant être jointes à l'offre.

Les éventuelles modifications proposées par les candidats au projet de contrat annexé au présent règlement de la consultation devront impérativement être reportées dans un tableau mentionnant :

- L'article et la clause modifiée, dans sa version originale ;
- La modification apportée, dans une proposition de nouvelle rédaction ;
- La justification de la modification ou toute autre explication nécessaire ;
- L'impact de cette modification (aux niveaux techniques, juridiques, financiers).

Ce tableau a priorité par ordre d'importance sur tout autre document en cas de contradiction éventuelle. Toute modification qui ne serait pas reportée dans ce document ne sera donc pas prise en compte au titre de l'offre. La clause, telle que rédigée dans le projet de contrat dans sa version initiale sera considérée comme étant acceptée par le candidat et non négociable à l'initiative du candidat. Ce tableau devra être mis à jour par les candidats, au stade de leurs offres améliorées et finales.

4.1. Variantes

Sans objet

4.2. Structure des candidats

Un même opérateur économique ne peut pas présenter plusieurs offres en agissant en qualité de membre de plusieurs groupements.

La sélection des candidats admis à présenter une offre a été réalisée au regard de leur capacité technique et financière et au vu de critères définis dans l'avis de concession.

La composition du groupement ne peut être modifiée entre la date de remise des candidatures et la date de signature du marché public. Toutefois, en cas d'opération de restructuration de société, notamment de rachat, de fusion ou d'acquisition ou, si le groupement apporte la preuve qu'un de ses membres se trouve dans l'impossibilité d'accomplir sa tâche pour des raisons qui ne sont pas de son fait, il peut demander à l'acheteur l'autorisation de continuer à participer à la procédure de passation en proposant, le cas échéant, à l'acceptation de l'acheteur, un ou plusieurs nouveaux membres du groupement, sous-traitants ou entreprises liées.

L'acheteur se prononce sur cette demande après examen de la capacité de l'ensemble des membres du groupement ainsi transformé et, le cas échéant, des sous-traitants ou entreprises liées présentés à son acceptation, au regard des conditions de participation qu'il a définies.

A cet effet, la demande d'agrément devra être présentée par écrit, accompagnée de l'ensemble des documents requis au titre des candidatures par l'avis d'appel public à la concurrence. Le SMALIM fera connaître sa décision dans un délai maximum de sept (7) jours à compter de la réception de l'ensemble de ces documents et garde toute liberté de ne pas l'accepter et d'en tirer les conséquences sur la suite de la procédure.

La modification de la composition du groupement titulaire après la signature du Contrat de concession est régie par le Contrat lui-même.

Forme juridique du candidat retenu

Les candidats peuvent proposer de constituer une société ad hoc sous forme de société commerciale qui sera titulaire du contrat, dans les conditions prévues par l'article 2.5.3 du Contrat.

Dans ce cas, la société est constituée, à la date de signature du contrat de concession, de l'ensemble des membres du groupement candidat.

A défaut, les membres du groupement ayant vocation à être titulaire du Contrat devront être solidairement responsables. L'opérateur économique en charge de l'exploitation de l'aéroport sera le mandataire du groupement et sera solidairement responsable du respect de leurs obligations contractuelles par l'ensemble de ses membres, dans les conditions prévues à l'article 2.5.3 du Contrat.

En tout état de cause, le SMALIM se réserve la faculté d'exiger du candidat dont l'offre aura été retenue la constitution ou non d'une société ad hoc pour les besoins de l'exécution du Contrat.

4.3. Confidentialité

Le SMALIM s'engage à une discrétion totale concernant les documents ou informations qui lui seront remis par les Candidats. Le SMALIM s'engage à ne pas révéler aux autres candidats les solutions proposées ou d'autres informations confidentielles communiquées par l'un d'entre eux dans le cadre de la consultation sans l'accord préalable et écrit de celui-ci.

Les candidats sont tenus de ne pas divulguer à des tiers le contenu de leurs offres, durant ou après leur élaboration.

Les documents rendus accessibles aux candidats au cours de la consultation sont confidentiels. Ils ne peuvent être utilisés ou diffusés à des tiers à d'autres fins que celles de répondre à la consultation.

En particulier, afin de lui permettre d'élaborer son offre, chaque candidat admis à présenter une offre pourra avoir accès à une documentation électronique rassemblant l'ensemble des pièces d'informations relatives à la concession en cours.

La demande d'accès à cette documentation électronique devra être adressée, par l'intermédiaire du mandataire de chaque candidat, à l'intention du SMALIM et jointe du formulaire de confidentialité en 4.9 du présent Règlement de Consultation.

Dans l'hypothèse où les candidats envisagent la transmission de ces documents à des tiers qu'ils entendent faire intervenir dans le cadre de la consultation, les candidats s'obligent à en informer le SMALIM et à prendre toutes les dispositions requises pour que ces tiers respectent ces mêmes obligations de confidentialité, et s'interdisent toute communication extérieure de ces documents.

Au terme de la consultation, le SMALIM se réserve la faculté de demander à chacun des candidats ayant participé à la consultation de restituer ou de détruire tout ou partie de ces documents sans en conserver de copie (quel qu'en soit le support) et de veiller, sous leur responsabilité, à ce que les tiers qui en ont eu communication fassent de même. Si elle entend mettre en œuvre cette faculté, le SMALIM adresse aux candidats la liste des documents concernés par cette obligation et ces derniers produiront une attestation sur l'honneur.

4.4. Propriété intellectuelle des offres

Le SMALIM peut faire la publicité qu'il jugera utile sur le contenu des offres, sous réserve du respect du secret en matières commerciale et industrielle.

4.5. Délai de validité des Offres

Le délai de validité des offres sera de **240 jours** à compter de leur remise, étant précisé que ce délai s'applique aux offres initiales et redémarrera de zéro pour les offres améliorées. Le cas échéant, le SMALIM se réserve la faculté de demander au(x) candidat(s) concerné(s) la confirmation de leur accord pour proroger le délai de validité de leur(s) offre(s), pour finaliser la procédure.

4.6. Critères de jugement des Offres

Conformément aux articles 47 de l'ordonnance 2016-65 relative aux concessions et 27 de son décret d'application, le SMALIM retiendra la meilleure offre, au regard de l'avantage économique global, sur la base des critères suivants notés globalement (100 % correspondant à 100 points):

- 1. Qualité du projet de développement et d'exploitation de l'aéroport au regard des éléments suivants - 35 %**
 - Stratégie de développement proposée (25 %)
 - Organisation de l'exploitation (25 %)
 - Pertinence des investissements au regard de la stratégie de développement -dont l'extension de capacité (20%)
 - Stratégie commerciale & de communication commerciale proposée (15%)
 - Garantie du maintien de la valeur des actifs pendant la durée de la concession (15%)

- 2. Solidité juridique et financière de l'offre appréciée au regard des éléments suivants – 30% -**
 - Robustesse du modèle économique et financier (35%)
 - Politique tarifaire & impact sur la rémunération du Délégrant (30%)
 - Niveau de garantie juridique et financière apportée par le candidat (20%)
 - Gouvernance proposée permettant au SMALIM d'assurer un contrôle et un suivi efficient pendant la durée du contrat (15%)

3. Qualité du projet de développement durable et contribution du projet au territoire appréciée au regard des éléments suivants – 20% -

- Contribution économique et sociale du projet au territoire -(40%)
- Prise en compte des enjeux environnementaux et lutte contre les nuisances -(35%)
- Politique de ressources humaines et qualité de l'emploi -(25%)

4. Qualité du service rendus aux usagers appréciée au regard des éléments suivants -15%

- Niveau des engagements en matière de qualité au regard de critères de qualité mesurables -(35%)
- Déploiement d'une offre de service adaptée aux besoins des usagers en matière d'accès à la plateforme (navette et propositions innovantes) -(30%)
- Fonctionnalité du projet en adéquation avec les besoins des compagnies aériennes & les différents acteurs aéroportuaires -(20%)
- Capacité d'adaptation à l'évolution et de prise en compte des nouveaux usages-(15%)

4.7. Offres irrégulières et inacceptables

Conformément à l'article 25 du décret n°2016-86 du 1er février 2016 relatif aux contrats de concession, seront éliminées les offres irrégulières, c'est-à-dire celles :

- Inappropriées, c'est-à-dire celles n'étant manifestement pas en mesure, sans modification substantielle, de répondre aux besoins et aux exigences du SMALIM spécifiés dans les documents de la consultation ;
- Incomplètes, c'est-à-dire celles qui ne respectent pas les conditions et caractéristiques minimales indiquées dans les documents de la consultation, et notamment dans le guide de rédaction des offres.

Le SMALIM se donne également la possibilité de ne pas donner suite à la procédure si elle juge les offres, après négociation, comme n'étant pas satisfaisantes au regard des critères énoncés. Ainsi, les offres n'obtenant pas, au global, la note de 30 points seront, en tout état de cause, considérées comme inacceptables, et par conséquent rejetées.

4.8. Conditions d'envoi et de remise des Offres

Les Candidats produiront leur offre en **1 exemplaire original par voie électronique transmis sur la plateforme acheteur (<https://marchespublics596280.fr>)**.

L'offre sera complétée :

- **de 2 copies de sauvegarde sous format papier**
- **de 3 copies de sauvegardes électroniques sur un format non réinscriptible** (de type clef USB, ou équivalent) et aux formats indiqués dans le Guide de Rédaction des offres.

Dans le cas où il existerait une distorsion entre les éléments présents sur la version électronique transmise par la plate-forme acheteur et les éléments présents sur la copie papier ou sur la copie de sauvegarde électronique transmises sur format non réinscriptible (de type clef USB ou équivalent), **la version électronique originale transmise sur la plateforme acheteur fera foi et sera seule prise en compte dans l'analyse des offres.**

L'absence de transmission de l'offre par voie électronique sur la plateforme acheteur sera considérée comme une absence de communication de l'offre.

4.9. Formulaire de Confidentialité

CONCESSION DE L'AÉROPORT DE LILLE-LESQUIN
Procédure de passation du contrat



ENGAGEMENT DE CONFIDENTIALITE

Groupement :
Mandataire :
Nom et Prénom du représentant :
Courriel :

En apposant ma signature au bas du présent document, je _____, en tant que représentant du mandataire du groupement _____ confirme avoir été informé(e) de l'obligation, applicable à tous les membres de mon groupement, de conserver la plus stricte confidentialité concernant les informations et documents, et en particulier concernant les pièces d'informations relatives à la concession en cours, auxquels nous aurons accès dans le cadre de la procédure de passation du contrat de concession de type délégation de service public relative à la gestion, l'entretien, le renouvellement, l'exploitation et le développement de l'aéroport de Lille-Lesquin.

Cette obligation de confidentialité signifie que l'ensemble des informations et documents qui seront transmis à notre société et aux membres de mon groupement, en tant que candidat à la concession de gestion, l'entretien, le renouvellement, l'exploitation et le développement de l'aéroport de Lille-Lesquin, ne peuvent être utilisés ou diffusés à des tiers à d'autres fins que celles de répondre à la consultation. En cas de transmission à des tiers qui interviendront dans le cadre de la consultation, je reconnais que l'obligation de confidentialité de ces tiers reste sous ma responsabilité et je m'engage à prendre toutes les dispositions requises pour que ces tiers respectent ces mêmes obligations de confidentialité.

En conséquence, je ne divulguerai pas lesdites informations aux personnes physiques ou morales qui ne participent pas au titre de mon groupement à la présente consultation et n'utiliserai pas ces informations dans un contexte et pour un objet autres que cette consultation.

J'accepte en cas de demande exprimée par le SMALIM au terme de la consultation, de restituer ou de détruire tout ou partie de ces documents sans en conserver de copie (quel qu'en soit le support) et de veiller à ce que l'ensemble des membres de mon groupement ainsi que les tiers qui en ont eu communication fassent de même. Je m'engage à produire une attestation sur l'honneur au titre de mon groupement.

Je reconnais que le non-respect des engagements précités pourrait causer un grave préjudice au Syndicat Mixte des Aéroports de Lille-Lesquin et de Merville et aux intérêts de l'ensemble des acteurs intéressés à cette procédure et envers lesquels ma société pourrait être tenue responsable devant un tribunal.

L'engagement de confidentialité prend effet à compter de la date de sa signature. Il expire à l'issue d'une durée de cinq (5) ans à compter du terme du contrat, sauf décision contraire expresse du SMALIM, et dans le respect des dispositions légales et réglementaires en la matière.

Fait à :

Le :

Signature précédée de la mention manuscrite indiquée ci-dessous et de la mention « lu et approuvé ».

J'accepte les termes de cet engagement de confidentialité et je m'engage à les respecter. Je suis informé(e) que la méconnaissance des termes de cet engagement pourrait m'exposer à d'éventuelles poursuites.

ANNEXE 4

délibérations SMALIM APS

Délibération n°2020-16P

Le Comité Syndical du SMALIM, réuni le 11 juin 2020 sous la présidence de Monsieur Christophe COULON, son Président, en formation ne comprenant que les délégués des adhérents ayant choisi la compétence territoriale « aéroport de Lille-Lesquin »,

Vu le Code Général des Collectivités Territoriales,

Vu le contrat de concession de service public pour la gestion, l'entretien, le renouvellement, l'exploitation et le développement de l'aéroport de Lille-Lesquin 2020-2039 et notamment son article 5-4 et son annexe 13,

Vu la présentation faite du projet architectural et de l'avant-projet sommaire de réhabilitation et d'extension de l'aérogare existante par Aéroport de Lille SAS,

Vu le rapport du président joint à la présente délibération,

Vu les interventions des délégués concernés lors du comité syndical,

DECIDE

De prendre acte de l'avant-projet sommaire, du projet architectural et des conclusions formulées et détaillées sur l'annexe jointe,

D'émettre les réserves visées au rapport du président joint à la présente délibération.

AUTORISE

Le Président du SMALIM à poursuivre les discussions avec Aéroport de Lille SAS et à lever si possible les réserves formulées, en informant régulièrement les membres du Comité Syndical.

Christophe COULON
Président du SMALIM

SMALIM

Comité Syndical du 11 juin 2020

Rapport du Président

Validation de l'avant-projet sommaire

Dans le cadre de la procédure de délégation de service public pour la gestion, l'entretien, le renouvellement, l'exploitation et le développement de l'aéroport de Lille-Lesquin 2020-2039, le groupement Eiffage - Aéroport de Marseille Provence, devenu à la signature du contrat Aéroport de Lille SAS - exploitant, a présenté au SMALIM une première esquisse du projet concernant la réhabilitation et l'extension de l'aérogare existante.

Il était convenu que cette première réflexion soit affinée et consolidée en concertation avec le SMALIM, afin d'intégrer l'ensemble des contraintes et besoins dès le démarrage de la concession.

Conformément au contrat, Aéroport de Lille SAS a mis en place une maîtrise d'ouvrage et a co-contracté un contrat de Conception-Construction avec un groupement concepteur-construteur (GCC) composé de :

- Eiffage Construction représentée par Eiffage Construction Nord-Ouest ;
- Eiffage Route représentée par Eiffage Route Nord-Est ;
- Un "sous groupement" de maîtrise d'œuvre composé d'ENIA Architecte et de bureaux d'études techniques.

Le GCC assure les études de conception au sens de la loi MOP, c'est à dire comportant les étapes d'avant-projet sommaire, d'avant-projet définitif et de projets d'études.

L'article 5.4 du contrat de concession précise que tout projet lié à l'augmentation de capacité de l'Aéroport devra nécessairement faire l'objet d'une validation expresse et préalable par l'Autorité Concédante au stade du projet architectural et de l'avant-projet sommaire (APS) ainsi que ceux faisant référence au Plan de de développement prévu en annexe 13.

Les études d'APS ont pour objet :

- d'apprécier la composition générale en plan et volumes
- d'apprécier les volumes intérieurs et l'aspect extérieur de l'ouvrage
- de proposer les dispositions techniques pouvant être envisagées
- de préciser le calendrier de réalisation
- d'établir une estimation provisoire du coût prévisionnel des travaux.

Aéroport de Lille SAS a transmis au SMALIM les éléments de l'avant-projet sommaire le 7 mai 2020.

Les services du SMALIM se sont appuyés sur l'analyse technique produite par son AMO technique AERTEC Solutions pour émettre les observations et réserves suivantes :

Globalement, le niveau de détail de l'APS au niveau architectural est correctement défini, Il permet d'apprécier les volumes intérieurs, les flux, le fonctionnement général, ainsi que l'aspect extérieur de l'ouvrage, et donne une bonne compréhension générale de la solution proposée.

- **Analyse de la complétude de l'APS**

Les éléments de l'APS transmis le 7 mai dernier ne contiennent cependant pas l'ensemble des éléments attendus. Les informations manquantes concernent principalement les points suivants :

- Plans et prédimensionnement d'ingénierie (alimentations, installations, structure, etc.)
- Plans et simulation de l'aire de stationnement
- Estimation budgétaire.

La remise différée des éléments listés aux deux premiers points précités ne constitue pas un risque majeur si ceux-ci sont effectivement livrés lors de la phase de projet suivante, afin de garantir que les orientations techniques induites ont réellement été prises en considération dans la solution finale et que les estimations budgétaires sont cohérentes au regard du projet soumis.

Il est donc recommandé de prendre acte des documents transmis et de ne valider formellement l'APS qu'une fois la complétude constatée et que les documents auront pu être analysés.

- **Analyse des écarts avec l'offre initiale**

➤ **Accès à l'aéroport**

La principale différence, par rapport à l'offre initiale, constitue la réorganisation générale des accès, jugée au demeurant comme constituant une amélioration de l'offre.

Il convient également de noter l'absence de continuité de la piste cyclable jusqu'à l'aéroport, point sur lequel le concessionnaire s'est engagé en réunion à modifier ultérieurement la proposition des aménagements extérieurs.

Aussi, il est recommandé d'émettre une réserve concernant la nécessité d'inclure au projet la continuité de la piste cyclable.

➤ **Parking P7**

L'exploitant poursuit l'étude de plusieurs variantes pour la localisation du futur parking P7, dont la plus vraisemblable serait au Nord du Parking 2. Cette solution, présente l'avantage de s'éloigner des champs captant et d'épargner des terres agricoles, en privilégiant du foncier déjà imperméabilisé par d'anciens taxiways. Elle implique cependant une remise en question du périmètre de concession et pourrait avoir un impact sur l'implantation d'une station pour le projet de ligne de transport public semi-aérien.

Une proposition d'arbitrage entre les différentes variantes possibles, à une date ultérieure, a donc été proposée, afin que toutes les options puissent être étudiées en profondeur par le concessionnaire.

Il est ainsi recommandé d'émettre une réserve pour que le positionnement du parking P7 et ses impacts sur les flux passagers, incluant le positionnement de la station de transport semi-aérien, soient précisés par le concessionnaire.

➤ **Parc photovoltaïque**

L'offre initiale mentionnait la présence d'ombrières photovoltaïques sur les couvertures du parking premium. Cette précision n'est pas confirmée dans l'APS. Le concessionnaire a toutefois réaffirmé en réunion son intention d'équiper la couverture en cellules photovoltaïques et a confirmé que le type de couverture du parking premium sera correctement détaillé lors de la phase suivante.

Il est donc recommandé d'émettre une réserve, demandant l'inclusion dans l'APS d'ombrières photovoltaïques sur les couvertures du parking premium.

- **Analyse de capacité**

Dans son offre, le concessionnaire s'est engagé à livrer en fin de concession une aérogare présentant une capacité de 5 millions de passagers / an.

Sur cette base, un seul système présente un déficit de capacité important : la livraison de bagages. En effet, un 4ème carrousel de retrait de bagages doit être installé afin de couvrir les besoins de 5 millions de passagers / ans en fin de concession. Pour permettre la mise en place de ce 4ème élément, une extension vers l'Ouest de l'aérogare, plus importante que celle envisagée dans l'APS, serait nécessaire.

Le concessionnaire a précisé que cette extension pourrait être réalisée ultérieurement et de manière relativement simple au regard du système constructif employé. Il s'est tout de même engagé à poursuivre des réflexions permettant la réalisation de la superficie supplémentaire nécessaire dès la phase initiale de construction.

Alors même qu'une extension ultérieure serait techniquement possible, celle-ci représente un risque au regard de plusieurs aspects :

- Impact sur les passagers
- Surcoût des travaux
- Risque de non-respect ultérieur de cet engagement avant la fin de la concession.

Il donc recommandé d'attendre les conclusions et les éventuelles nouvelles propositions du concessionnaire avant de valider l'APS.

- **Fluidité parcours passagers**

Deux zones de contrôles passeport sont proposées, la principale donnant accès aux salles d'embarquement de la nouvelle jetée à l'Ouest, la deuxième permettant d'accéder aux salles « remote » à l'Est, au niveau 0.

AERTEC Solutions invite à réétudier la possibilité de déplacer ces salles « remote » sous la jetée Ouest, afin de concentrer les contrôles passeport en un unique point. Le concessionnaire doit approfondir cette hypothèse, qui sans l'avoir été écartée, pourrait impliquer des coûts d'exploitation supérieurs à l'embarquement, en raison de l'acheminement des passagers par bus.

Il est donc recommandé d'attendre les conclusions et les éventuelles nouvelles propositions du concessionnaire sur cette question avant validation, avec ou sans réserve.

- **Phasage des travaux**

Le phasage des travaux soulève des questionnements concernant la phase D relative au sens de réaménagement du niveau 2 actuel. En effet, ce niveau est prévu pour être totalement réaménagé d'Est vers l'Ouest. Le contrôle sûreté se trouvant à l'Ouest, cela impliquera que les passagers devront traverser la zone travaux (de façon sécurisée) pour rejoindre les nouvelles salles d'embarquement à l'Est. L'explication fournie par l'exploitant porte sur le besoin de relocalisation des bureaux de la Police aux frontières à l'Est, dès le début de cette phase, afin de pouvoir démonter les bureaux actuels.

Si cette contrainte permet de comprendre le choix technique opéré, **il est néanmoins recommandé d'émettre une réserve soulignant que toutes les solutions devront être envisagées pour réaliser les travaux de réaménagement d'Ouest en Est, telle la mise en place de locaux provisoires et/ou préfabriqués pour les fonctionnaires de police.**

Conclusions :

Il est proposé aux membres du Comité Syndical, au regard de la présentation faite du projet architectural et de l'avant-projet sommaire de réhabilitation et d'extension de l'aérogare existante par Aéroport de Lille SAS :

- de prendre acte de ces documents et des conclusions formulées et détaillées ci-avant,
- d'autoriser le Président du SMALIM à poursuivre les discussions avec Aéroport de Lille SAS et à lever si possible les réserves formulées, en informant régulièrement les membres du Comité Syndical.

Sont annexées au présent rapport, les documents suivants :

- Annexe 1 : Note AdL de présentation générale du projet
- Annexe 2 : Rapport d'analyse de l'APS des travaux d'extension de l'aérogare de Lille-Lesquin par AERTEC Solutions

Pièces écrites :

- Annexe 3* : Notice des flux (passagers, personnels, marchandises, déchets, chariots)
- Annexe 4* : Notice PLU
- Annexe 5* : Notice propriété intellectuelle
- Annexe 6* : Notice étude capacitaire
- Annexe 7* : Analyse paysagère
- Annexe 8* : Notice paysagère
- Annexe 9* : Lots tri-bagages
- Annexe 10* : VRD côté ville
- Annexe 11* : VRD côté piste (remise différée par le GCC)
- Annexe 12* : Diagnostic acoustique
- Annexe 13* : Notice éclairage
- Annexe 14* : Notice de sécurité incendie
- Annexe 15* : Notice accessibilité
- Annexe 16* : Notice environnementale
- Annexe 17* : Tableau des surfaces
- Annexe 18* : Nomenclature porte (remise différée par le GCC)
- Annexe 19* : Nomenclature menuiseries extérieures (remise différée par le GCC)
- Annexe 20* : Phasage grande maille
- Annexe 21* : Calendrier de réalisation (remise différée par le GCC)
- Annexe 22* : Notice de phasage (remise différée par le GCC)
- Annexe 23* : Rapport d'analyse de l'APS par AERTEC Solutions

Pièces graphiques :

- Annexe 24* : Volumétrie générale, Plan de masse
- Annexe 25* : Plans des aménagements extérieurs
- Annexe 26* : Plan de démolition – 1-500ème
- Annexe 27* : Plans de niveaux 1-200ème
- Annexe 28* : Plans de coupes
- Annexe 29* : Plans de façades 1-200ème
- Annexe 30* : Détails lots architecturaux
- Annexe 31* : Carnet de perspectives et axonométries
- Annexe 32* : Signalétique intérieure
- Annexe 33* : Plans postes avions + passerelles (remise différée)

Annexes de l'APS:

- Annexe 34* : Proposition de décomposition par lots
- Annexe 35* : Bilan de puissance thermique (remise différée)
- Annexe 36* : Pré-dimensionnement des besoins concessionnaires sources (remise différée)
- Annexe 37* : Principes de repérages des équipements CVCD-PBS-PI (remise différée)
- Annexe 38* : Liste des diagnostics à réaliser
- Annexe 39* : Rapport analyse CRONOS CONSEIL
- Annexe 40* : Rapport géothermie (remise différée)
- Annexe 41* : Plan Surface de Plancher

* En raison notamment de leur volumétrie et de leur confidentialité, ces documents sont consultables, sur demande, dans les locaux du SMALIM – 151 boulevard Hoover – 59155 Lille Cedex – Tél. 03 74 27 57 93



Délibération n°2021-19

Relative à la validation de l'avant-projet sommaire modifié

Le Comité Syndical du SMALIM, dûment convoqué le 8 mai 2021, réuni le 18 mai 2021 sous la présidence de Monsieur Christophe COULON, son Président, en formation ne comprenant que les délégués des adhérents ayant choisi la compétence territoriale « aéroport de Lille-Lesquin »,

Sont présent(e)s :

Monsieur Christophe COULON avec le pouvoir de Monsieur Xavier BERTRAND, Monsieur Matthieu CORBILLON avec le pouvoir de Monsieur AMBROZIEWICZ, Monsieur Michel BORREWATER, Monsieur Alexis HOUSET avec le pouvoir de Monsieur Régis CAUCHE.

Sont absent(e)s / excusé(e)s :

Monsieur Xavier BERTRAND, Madame Christelle DELEBARRE, Monsieur Nicolas LEBAS, Madame Irène PEUCELLE, Madame Claire MARAIS-BEUIL, Monsieur Luc FOUTRY, Monsieur Jacques DANZIN, Monsieur Philippe EYMERY, Monsieur Damien CASTELAIN, Monsieur Jean-Marc AMBROZIEWICZ, Madame Béatrice MULLIER, Monsieur Régis CAUCHE.

Secrétaire de séance : Monsieur Alexis HOUSET.

Le quorum constaté,

Vu le code général des collectivités territoriales,

Vu le code de la commande publique, notamment son article D2171-6,

Vu le code de l'urbanisme, notamment ses article R. 423-1 et R. 431-13,

Vu les statuts du SMALIM,

Vu le contrat de concession de service public pour la gestion, l'entretien, le renouvellement, l'exploitation et le développement de l'aéroport de Lille-Lesquin 2020-2039 du 25 juillet 2019, et notamment son article 5.4. et son annexe 13.1, ainsi que son article 8.6.,

Vu la délibération n°2020-17 adoptée le 11 juin 2020 par le Comité syndical du SMALIM, prenant acte de l'avant-projet sommaire 1 et du projet architectural présentés par Aéroport de Lille SAS, exploitant de l'aéroport de Lille-Lesquin, ainsi que les réserves émises,

Vu le courrier adressé par Aéroport de Lille SAS au SMALIM le 16 mars 2021 et l'avant-projet sommaire révisé relatif à la modernisation de la plateforme aéroportuaire de Lille-Lesquin par Aéroport de Lille SAS communiqué à cette date,

Vu les documents complémentaires communiqués les 27 et 30 avril 2021 par Aéroport de Lille SAS, à la demande du SMALIM,

Vu le rapport du Président annexé à la présente délibération,

Vu les réserves exprimées dans ce rapport annexé,

Vu l'ensemble des documents de la concertation publique, le bilan du garant et le bilan du maître d'ouvrage disponibles sur le site internet <https://www.modernisons-aerportdelille.fr/>,

Considérant les échanges intervenus en réunion du Comité syndical,

DECIDE

- de valider l'avant-projet sommaire révisé (hors annexe financière) concernant les phases 1 à 5B, conformément à l'article 5.4 du contrat de concession susvisé,
- d'autoriser Aéroport de Lille SAS à déposer toute demande d'autorisation administrative nécessaire, conforme au dossier d'Avant-projet sommaire révisé, et à réaliser les travaux,
- d'émettre les réserves sur les documents transmis par l'exploitant reprises au rapport annexé à la présente délibération,

AUTORISE

Le Président du SMALIM à poursuivre les discussions avec Aéroport de Lille SAS afin de lever les réserves émises.

Votes pour : Unanimité
Ne participent pas au vote : 0
Abstentions : 0
Votes contre : 0



Christophe COULON
Président du SMALIM

SMALIM

Comité Syndical du 18 mai 2021

Rapport du Président **Avant-projet sommaire révisé (APS 2)**

Dans le cadre de l'exécution du contrat de concession de service public pour la gestion, l'entretien, le renouvellement, l'exploitation et le développement de l'aéroport de Lille-Lesquin 2020-2039, Aéroport de Lille SAS - exploitant, a présenté au SMALIM une première esquisse du projet concernant la réhabilitation et l'extension de l'aérogare existante en mars-avril 2020.

Une première analyse de l'avant-projet sommaire initial (APS1) a été effectuée en avril 2020 et le Comité syndical a pris acte de cet APS 1 par délibération n° 2020-17 du 29 mai 2020 en émettant certaines réserves.

Il était convenu que cette première réflexion soit affinée et consolidée en concertation avec le SMALIM pour tenir compte de ces réserves et remarques et des évolutions du projet liées à la poursuite des études et à la procédure de concertation préalable.

Le concessionnaire a soumis au SMALIM un « avant-projet sommaire revu » (APS 2) dont le dossier a été transmis le 16 mars 2021.

Conformément à l'article 5.4 du contrat de concession le SMALIM doit valider expressément et préalablement le projet au stade du projet architectural et de l'avant-projet sommaire.

Par ailleurs, en application des articles R.423-1 et R.431-13 du code de l'urbanisme, il convient que le dossier joint à la demande de permis de construire comporte une pièce exprimant l'accord du gestionnaire du domaine pour engager la procédure d'autorisation d'occupation temporaire du domaine public, et le maître d'ouvrage doit être expressément autorisé par le SMALIM à exécuter les travaux.

Les services du SMALIM se sont appuyés sur l'analyse technique produite par son AMO technique AERTEC Solutions pour :

- S'assurer de la complétude du dossier ;
- S'assurer que l'exploitant a pu apporter les réponses aux remarques et observations formulées sur l'APS 1 et s'assurer de la conformité du projet au contrat ;
- Analyser les exigences capacitaires à 2 horizons (2039 = fin de concession et capacité à 5 millions de passagers) ;
- Analyser l'annexe financière ;
- Émettre les réserves éventuelles.

- **Analyse de la complétude de l'APS**

L'article D2171-6 du code de la commande publique dispose que :

« Les études d'avant-projet sommaire ont pour objet de :

- 1° Préciser la composition générale en plan et en volume ;
- 2° Apprécier les volumes intérieurs et l'aspect extérieur de l'ouvrage ;
- 3° Proposer les dispositions techniques pouvant être envisagées et, le cas échéant, préconiser des études complémentaires des ouvrages existants notamment dans le cadre des opérations de réutilisation et de réhabilitation ;
- 4° Participer à la vérification du calendrier de réalisation et, le cas échéant, le découpage en tranches fonctionnelles ;
- 5° Participer à la vérification de la cohérence des éléments architecturaux, techniques et économiques avec l'économie générale du marché global. »

Le 12 mars 2021, le concessionnaire, Aéroport de Lille SAS, a proposé aux services du SMALIM une présentation générale de l'APS révisé (APS 2) ainsi qu'une comparaison avec l'APS1.

Il a été constaté que des informations n'avaient pas été remises. Ces informations concernaient principalement les points suivants :

- Notes techniques (alimentations, installations, structure, etc.) ;
- Note financière ;
- Note de phasage.

À la demande du SMALIM ces éléments ont été adressés par l'exploitant les 27 et 30 avril dernier.

L'analyse de ces documents permet d'assurer que ces différents éléments ont été pris en considération lors de l'élaboration de l'APS2 et qu'il peut donc être considéré comme valable du point de vue de sa complétude.

- **Analyse des écarts avec l'offre / l'avant-projet sommaire (APS 1) de mai 2020 et l'Avant-Projet sommaire révisé (APS 2)**

➤ **Aérogare**

Le fonctionnement de l'aérogare proposé est exactement identique à celui proposé au stade de l'offre. Le flux des départs et des arrivées est séparé sur deux niveaux (arrivées au niveau 0 et départs au niveau 2).

- Contrôle des cartes d'embarquement

Ce système n'avait pas fait l'objet d'une description permettant d'apprécier sa cohérence. Au stade de l'APS2, ce système a été correctement défini et dimensionné. L'emplacement est cohérent et permet un flux intuitif du passager.

- Contrôle passeport départs

Deux zones de contrôles passeport sont proposées, la principale donnant accès aux salles d'embarquement de la nouvelle jetée à l'Ouest, la deuxième permettant d'accéder aux salles « remote » à l'Est, au niveau 0.

À l'issue de l'APS 1, il avait été proposé par le SMALIM de déplacer ces salles « remote » sous la jetée, afin de pouvoir concentrer les contrôles passeport en un unique point et ainsi optimiser ce processus. Cette proposition jugée intéressante par le concessionnaire n'a finalement pas été prise en compte car ces contrôles passeports au niveau 0 ont été sollicités par les services la Police aux Frontières (PAF).

- Embarquement

Dans l'offre, un total de 7 portes Schengen et 5 portes Swing (Schengen ou Non-Schengen) étaient prévues.

La proposition faite dans l'APS 2 change cette configuration présentée dans l'APS 1, en proposant deux portes Non-Schengen éloignées au niveau 0 (ces deux portes peuvent être Schengen). Ces nouvelles portes d'embarquement Non-Schengen, situées à l'Est de l'aérogare, présentent leur propre contrôle de passeport, indépendant du contrôle passeport principal.

Au niveau 2, la porte d'embarquement Schengen 10 avec sa nouvelle passerelle a été retirée du projet. Le nombre de portes Schengen est de 4. Le nombre de portes Swing reste identique (3 au contact et 1 éloignée).

Dans l'APS 2, on observe clairement la suppression de 2 portes d'embarquement, ce qui implique une diminution de la capacité d'embarquement.

➤ Accès à l'aéroport

- Accès routier

La démolition de la rampe d'accès proposée dans l'offre et dans l'APS1 est maintenue dans l'APS2.

L'exploitant a proposé dans l'APS 2 un plan modifié d'accès et de parvis au niveau 0 comprenant les éléments suivants :

- Zone de Dépose & Reprise minute,
- Zone bus et Taxis avec 10 emplacements bus et 24 taxis.

Le nouveau plan proposé dans l'APS 2 paraît plus optimale d'un point de vue de l'organisation et de la circulation des véhicules.

- Piste cyclable

Le SMALIM avait émis une réserve concernant la nécessité d'inclure au projet de piste cyclable inclus dans l'APS 1 une continuité de la piste jusqu'à l'aéroport.

Le nouveau tracé proposé au stade de l'APS 2 contourne les parkings loueurs et le parking P2 par le nord et passe au sud du parking P7. Il traite la question du croisement de flux qui est résolue par la construction d'une piste cyclable permettant d'atteindre le parking vélo du personnel au sud. Et on retrouve les connexions avec le réseau de la MEL, que ce soit à l'Est (accès par le CRT) ou à l'Ouest (route de l'aéroport).

➤ **Parkings**

À l'issue de l'APS 1, le SMALIM avait émis une réserve sur le positionnement du parking P7 et ses impacts sur les flux passagers.

La solution proposée dans l'APS 2 a été conçue en considération des résultats de la concertation publique dont certains retours invitaient à maximiser l'utilisation des surfaces déjà imperméabilisées. Le parking P7 présente une capacité de 715 places face aux 1800 places prévues dans l'offre (3 tranches de 600 places) et des 806 places prévues dans l'APS1. Cette diminution de places est compensée par l'augmentation de capacité d'autres parkings.

Bien que le parc de stationnement présenté dans l'APS2 diffère de celui présenté dans l'offre, sa capacité globale reste similaire, avec seulement 258 places en moins dans l'APS2. Cette diminution reste marginale et répond positivement aux questions environnementales et de mobilité.

Le repositionnement du parking P7 par rapport à l'emplacement initialement prévu au stade de l'offre soulève des questions d'une part quant à l'éventuelle nécessité de modifier le périmètre concédé, et d'autre part quant aux conséquences liées à l'éventuelle nécessité de dépolluer des sols sur les emprises qui n'avaient pas vocation au stade de l'offre à accueillir le parking. Les coûts éventuels de dépollution n'ont pas été pris en compte dans la note financière, le SMALIM s'étant engagé à prendre ces frais éventuels à sa charge.

➤ **Parc photovoltaïque**

L'offre initiale mentionnait la présence d'ombrières photovoltaïques sur les couvertures du parking premium. Cette précision n'était pas confirmée dans l'APS 1. Il avait donc été recommandé de l'inclure au projet.

Dans l'APS2, le parc photovoltaïque a été présenté et confirmé par le concessionnaire même si peu de détails ont été présentés. La note technique indique qu'une étude détaillée sera faite en accord avec la performance HQE à atteindre lors de l'Avant-projet détaillé.

- **Analyse de capacité**

- Aérogare
 - Horizon 1 : 2039 (fin de concession)

On observe que la quasi-totalité des systèmes de l'aéroport présente une capacité suffisante voire supérieure pour faire face à un trafic de 3,9 millions de passagers par an (Mpax) prévu à l'horizon 2039.

Les systèmes présentant une dégradation du niveau de service attendu sont les suivants :

- Récupération des bagages : la recommandation faite lors de l'analyse de l'APS 1 a été partiellement suivie. Les carrousel ont une forme en « L » pour augmenter la superficie fonctionnelle qui demeure toutefois inférieure aux besoins, avec un déficit de 28 m².
Ce léger déficit ne représente pas un problème critique de capacité, n'impliquant qu'une légère réduction du niveau de service lors de certains pics de trafic.
- Hall Arrivées : la superficie du hall des arrivées est inférieure aux standards. Cependant, ce système n'est pas un système critique et cela ne représente pas un réel problème de capacité.

- Horizon 2 : 5 millions de passagers

Pour rappel, dans son offre le concessionnaire s'est engagé à livrer une aérogare évolutive permettant l'atteinte du niveau optimum selon la méthodologie IATA 11th à l'horizon de 5 Mpax / an. Les estimations de trafic envisagées dans l'offre ont conduit l'exploitant à planifier les investissements nécessaires, en phase 6, pour l'année 2029.

Dans l'hypothèse d'un trafic supérieur à 3,9 Mpax, deux systèmes présentent, dans l'APS 2, une dégradation du niveau de service :

- Embarquement / Nombre de portes d'embarquement Schengen : il manque une porte pour atteindre la capacité nécessaire,
- Récupération des bagages.

Des échanges ont actuellement lieu avec le concessionnaire qui a proposé au cours des réunions que ces investissements soient réalisés si les projections de trafic atteignaient 3,9 Mpax en fin de concession et propose qu'ils fassent alors l'objet d'une indemnisation de la valeur nette comptable (VNC) en fin de concession.

- Aire de stationnement

Concernant l'aire de stationnement avions, le concessionnaire propose une reconfiguration des postes existants permettant une capacité totale de 12 postes code C ou 10 postes code C et un poste code E.

Il prévoit la possibilité d'étendre l'aire de stationnement à l'est et à l'ouest permettant une capacité d'accueil de 17 avions simultanément. Cette extension de l'aire de stationnement n'a pas d'échéance précise, et elle est conditionnée à un niveau de trafic au-delà de 3,9 millions de passagers.

La reconfiguration proposée sans les extensions à l'est et à l'ouest permet d'atteindre la capacité de 3,9 Mpax mais pas de 5 Mpax.

- **Note financière**

La note financière présentée par le concessionnaire a pour objet d'analyser l'adéquation entre le programme d'investissements prévu à l'offre et le montant des investissements prévu à l'APS.

ADL justifie les écarts entre les investissements proposés dans l'APS 2 et le plan d'investissements prévu dans l'offre par :

- La révision de la temporalité des investissements,
- L'impact de la crise sanitaire,
- Des dépenses réelles 2020 et 2021,
- Des ajustements de coûts à la suite des études d'avant-projet sommaire.

Le concessionnaire estime un surcoût d'investissements de 6.063.620 € par rapport à l'offre, alors que les estimations de l'AMO technique AERTEC Solutions estime en réalité ce surcoût à 3.228.020 € car la différence considérée de 2.835.600 € correspondant à l'extension de l'aire de stationnement à l'Est qui ne constitue pas un engagement définitif du concessionnaire au regard de la note financière, étant précisé qu'il conditionne cet investissement au « trafic réellement constaté ». En outre, le surcoût estimé par AERTEC Solutions ne prend pas en considération les économies possiblement réalisées par l'exploitant en raison du décalage dans le temps de l'exécution des investissements prévus à l'offre ; économies liées à la mobilisation plus tardive des apports en capitaux d'actionnaire et réduction des charges directes.

- **Réserves du SMALIM sur l'avant-projet sommaire révisé :**

Au vu de l'analyse de l'avant-projet sommaire révisé, le SMALIM est amené à émettre les réserves suivantes :

- L'annexe financière telle que transmise n'est pas suffisamment précise, notamment concernant la nature des études dont le surcoût serait lié aux conséquences de la crise sanitaire. Elle ne peut être validée et devra faire l'objet de discussions complémentaires.
- Deux systèmes présentent un déficit de capacité important : livraison bagage et le nombre de portes d'embarquement.

Une porte d'embarquement doit être ajoutée pour atteindre cette capacité de 5 Mpax et un 4^{ème} carrousel doit être installé.

La non-atteinte capacitaire à 5 Mpax constitue un écart important avec le contrat qui peut être expliqué compte tenu de l'évolution des perspectives de trafic consécutif à la crise sanitaire.

Ce point nécessiterait alors une modification du plan d'investissement qui pourrait être traité dans le cadre plus global des discussions déjà engagées relatives aux conséquences de la crise sanitaire sur l'équilibre global du contrat.

- La phase 6 prévue à l'annexe 13.1 du contrat de concession, permettant l'atteinte de ce critère capacitaire à 5 Mpax, doit impérativement être incluse dans l'évaluation environnementale qui sera remise à l'Autorité Environnementale.

Conclusions :

Les membres du Comité Syndical concernés (MEL et Région) sont invités à :

- **Valider l'avant-projet sommaire révisé (hors annexe financière) concernant les phases 1 à 5B conformément à l'article 5.4 du contrat de concession.**
- **Émettre les réserves sur les documents transmis par l'exploitant conformément au rapport annexé à la présente délibération.**
- **Autoriser Aéroport de Lille SAS à déposer toute demande d'autorisation administrative nécessaire, conforme au dossier d'Avant-projet sommaire révisé, et à réaliser les travaux,**
- **Autoriser le Président du SMALIM à poursuivre les discussions avec Aéroport de Lille SAS afin de lever les réserves émises.**

Les pièces adressées par l'exploitant à l'appui de son dossier d'avant-projet sommaire révisé sont les suivantes :

Pièces écrites :

- Cahier des écarts APS – APS2
- Note financière
- Note préliminaire sur le phasage de l'APS 2
- Note technique
- Note de synthèse capacitaire
- Présentation paysagère
- Notice de sécurité incendie
- Notice accessibilité

Pièces graphiques :

- Plan de masse
- Plans des aménagements extérieurs
- Plans de démolition par niveaux
- Plans 1-500ème
- Plans 1-200ème
- Plans extension par niveaux
- Plans de coupes
- Plans de façades
- Images et perspectives
- Aménagement AST B
- Plan des espaces partagés
- Plan de mise aux normes de l'EDS – première phase

En raison notamment de leur volumétrie et de leur confidentialité, ces documents sont consultables, sur demande, dans les locaux du SMALIM – 151 boulevard Hoover – 59155 Lille Cedex – Tél. 03 74 27 57 93

ANNEXE 5

SMALIM PV comité 12-07-2019

PROCÈS VERBAL

Réunion du COMITÉ SYNDICAL

Séance du 12 juillet 2019



AÉROPORTS DE LILLE
SYNDICAT MIXTE DES AÉROPORTS DE LILLE ET DE MERVILLE

I.	QUESTION RELATIVE A L’AEROPORT DE LILLE-LESQUIN	4
-	DELIBERATION SUR LA DECISION D’ATTRIBUTION DU CONTRAT DE DELEGATION DE SERVICE PUBLIC A L’EXPLOITATION DE L’AEROPORT DE LILLE-LESQUIN	4
I.	QUESTIONS D’INTERET COMMUN	20
-	CONVENTION DE MISE A DISPOSITION D’UN AGENT DU CENTRE DE GESTION DE LA FONCTION PUBLIQUE TERRITORIALE DU NORD POUR UNE MISSION DE DELEGUE A LA PROTECTION DES DONNEES AUPRES DU SMALIM – DELIBERATION	20
-	APPROBATION DU PROCES-VERBAL DE LA SEANCE DU 27 MARS 2019	21
II.	QUESTIONS DIVERSES	21
-	CALENDRIER DES PROCHAINES REUNIONS (CCSPL, COMITE SYNDICAL...) .	21

Membres présents et participants au vote :

Titulaires :

Mesdames Claire MARAIS-BEUIL (Région), Irène PEUCELLE (Région),
Messieurs Xavier BERTRAND (Région), Régis CAUCHE (MEL), Christophe COULON (Région), Jacques DANZIN (Région), Eric DURAND (MEL), Joël DUYCK (CCFL), Bruno FICHEUX (CCFL), Luc FOUTRY (Région), Nicolas LEBAS (Région).

Excusés et absents :

Mesdames Christelle DELEBARRE (Région), Sabine FINEZ (Région), Sylvane VERDONCK (MEL), Béatrice MULLIER (MEL).

Messieurs Jean-Pierre BATAILLE (Région), Alain BERNARD (MEL), Vincent BIRMANN (Région), Jérôme CREPEL (MEL), Bernard DEBREU (MEL), Bernard DIDELOT (CCFL), Aimé DUQUENNE (MEL), Philippe EYMERY (Région), Philippe HOLVOOTE (MEL), Jacques HURLUS (CCFL), Sébastien HUYGHE (Région), Frédéric LETURQUE (Région), Adrien NAVE (Région), Gilles PARGNEAUX (MEL), Thierry PAUCHET (MEL), Jean-Louis ROUX (Région), Grégory TEMPREMANT (Région), Jean-Marie VUYLSTEKER (MEL).

Présence de Monsieur JAECK, comptable public du SMALIM.

La séance, présidée par Christophe COULON, est ouverte à 17 heures 41.

M. COULON, Président.- Nous allons commencer les étapes administratives. Cela fera arriver les quelques personnes que nous attendons encore, puisqu'elles nous ont communiqué leur présence.

Mes chers collègues, bonjour, merci de vous être rendus disponibles en cette veille de départ en vacances. Je vous prie encore une fois de m'en excuser. Nous n'avons pas réussi à faire plus court car il fallait faire les choses bien, et cela nécessitait quelques jours de travail supplémentaires.

Merci pour votre présence, Madame MARAIS BEUIL ; cela témoigne de l'importance que vous accordez au dossier que nous allons examiner ce soir et vous avez bien raison.

Je vais, Madame DELATTRE, vous laisser la parole pour que nous procédions à la désignation du secrétaire de séance.

Mme DELATTRE.- Merci Monsieur le Président. M. FOUTRY étant le benjamin de la séance de ce soir, pourrait être secrétaire de séance, s'il l'accepte...

M. COULON, Président.- Merci, Monsieur FOUTRY.
Je vous propose de procéder à l'appel.

M. FOUTRY.- Xavier BERTRAND va nous rejoindre.

M. COULON, Président.- Dans l'attente de l'arrivée du Président, Mme PEUCELLE a le pouvoir du président.

(M. FOUTRY poursuit l'appel nominatif des membres et indique les pouvoirs.)

Merci, Monsieur FOUTRY.

Je voudrais vous rappeler l'article 7-4 des Statuts du SMALIM, qui prévoit que le quorum est fixé à la majorité des membres du Comité physiquement présents ou représentés, c'est-à-dire 9 membres.

(M. FICHEUX entre en séance.)

Voilà, M. FICHEUX, nous sommes donc 12 avec les pouvoirs. Nous pouvons donc valablement délibérer, je vous remercie.

(M. LEBAS entre en séance.)
Monsieur LEBAS nous rejoint.

Je voudrais aussi remercier l'ensemble des membres du groupement de nos AMO pour leur présence, en veille de départ aussi pour vous ; vous êtes sous le même régime. Au nom des membres du SMALIM, je voulais très sincèrement vous remercier pour la qualité du travail que vous avez fourni à nos côtés depuis maintenant 5, 6 mois, peut-être plus. Comme j'ai travaillé un peu moins que vous, je n'ai pas votre échelle de temps.

Cela a été très agréable de travailler avec vous. Vous avez fourni un travail précis. Il nous a permis de comprendre les offres et de procéder à un classement. Ce travail nous permet de bien éclairer le Comité Syndical, à qui j'ai proposé, après avis de la CDSP, de retenir l'offre du groupement EIFFAGE/AMP.

(M. BERTRAND entre en séance.)
Bonjour, Président.

I. Question relative à l'aéroport de Lille-Lesquin

- Délibération sur la décision d'attribution du contrat de Délégation de Service Public à l'exploitation de l'aéroport de Lille-Lesquin

M. COULON, Président.- Nous allons procéder à la présentation des traits saillants de cette offre tout en rappelant un certain nombre d'éléments qui concernent les offres non retenues ; afin que nous puissions bien comprendre, et délibérer de manière tout à fait éclairée.

Toutes les questions, bien évidemment, seront les bienvenues au moment où vous le souhaitez. Une présentation a été arrêtée, mais nous pourrions la suspendre à tout moment pour revenir sur un point de précision qui pourrait manquer. N'hésitez pas à nous interrompre.

Ce travail est le fruit de travaux de nombreux mois. J'y ai personnellement, avec les membres du SMALIM, passé environ 45 heures au minimum, en réunions et en négociations. À titre personnel, je ne doute pas de la proposition. Le travail qui a été fait afin de questionner la solidité des propositions et des arguments avancés a été mené en long, en large et en travers, si vous me permettez l'expression. Je ne doute pas que la proposition qui vous est faite aujourd'hui soit celle qui défend le mieux et prend le mieux en compte les intérêts publics que nous représentons, à savoir ceux de la collectivité régionale et de la Métropole, puisque celles-ci sont propriétaires de l'aéroport de Lille.

Je voudrais déplorer, à malheureusement quelques jours de notre Comité syndical, que la presse ait souhaité faire état de la proposition que je vous soumetts ce soir.

M. BERTRAND.- Que certains aient souhaité faire état à la presse...

M. COULON, Président.- Effectivement, on peut le prendre comme cela, Président. Cela a froissé quelques élus ; je peux les comprendre. Découvrir dans la presse des éléments confidentiels qui n'étaient pas encore tranchés, car c'est le Comité Syndical de ce soir qui décidera ou non du choix du candidat que je vous propose, je le regrette. Je m'en suis expliqué auprès d'eux pour préciser que le SMALIM n'était pas à l'origine de cette indiscretion. En tous les cas, je tiens à vous assurer que cette fuite de presse ne remet absolument pas en cause la solidité de la procédure que nous suivons depuis maintenant plusieurs mois, et encore moins l'objectivité des jugements qui ont été portés sur les offres, et qui va dorénavant vous être présentée.

Merci à vous.
(Projection d'un PowerPoint.)

Mme HENNEBERGER.- On va commencer par se présenter.

M. AMIEUX.- Bonjour, je suis Adrien AMIEUX, de la société AERTEC, pour toute la partie technique.

Mme HENNEBERGER.- Je suis Claudia HENNEBERGER, de la société Algoé sur la coordination et le pilotage de la procédure.

M. DE LABROSSE.- Avocat, Cabinet Latournerie Wolfrom.

Mme JOUY.- Laurence JOUY, du Cabinet Abington Advisory sur les aspects économiques et financiers.

M. SEGONY. - Simon SEGONY, également du cabinet Abington Advisory.

M. CAVE.- Pierre CAVE de la société BIPE BDO Advisory sur la partie stratégie.

M. ONRAED.- Jean-Baptiste ONREAD, BIPE BDO Advisory pour la partie stratégie.

Mme HENNEBERGER.- Pour ce soir, on vous propose une présentation en 3 temps. D'abord, on va vous rappeler le déroulement de la procédure depuis son début, il y a effectivement un peu plus d'un an avant la rédaction même du contrat.

C'est aussi pour vous rappeler à l'aune de quels critères de sélection ont été regardées de près et analysées les 3 offres qui avaient été remises par les candidats, avant de vous expliquer pour quels motifs le choix de l'attributaire pressenti. Il s'agit de les regarder à l'aune des 4 casquettes que l'on porte : stratégique, financier, technique et juridique. C'est vraiment dans cette partie que l'on essaiera d'être synthétique, n'hésitez pas à nous interrompre, et enfin de s'arrêter pour rappeler les caractéristiques essentielles du contrat de l'attributaire pressenti.

M. DE LABROSSE.- Tout d'abord, Monsieur le Président, je dis quelques mots sur le déroulement de la procédure.

Cette procédure a commencé par un avis de la Commission Consultative des Services Publics Locaux qui avait donné un avis favorable pour procéder à la délégation de service public le 12 juin 2018.

Cet avis a fait l'objet d'une approbation par le Comité Syndical, qui avait autorisé le lancement de la procédure le 13 juin, puis la parution d'un avis de publicité au BOMP et au Journal officiel de l'Union européenne les 5 et 6 juillet 2018.

Les candidatures et les offres ont été remises le 30 août 2018. Plusieurs candidats avaient présenté une candidature et une offre. 4 plis ont été reçus de manière régulière. Il y a le pli d'un groupement CCI/EGIS. Un second pli concerne l'offre du groupement Eiffage/Aéroport de Marseille Provence. Le troisième pli concerne l'offre de Vinci Airports, et le quatrième la candidature de la société Fraport.

Il y avait un cinquième pli qui concernait la société Edeis, mais qui ne comportait qu'une copie de sauvegarde qui a conduit à l'élimination de ce candidat. Ce candidat a saisi le Tribunal Administratif de Lille sur une requête en référé précontractuel, en vue de voir sa candidature admise. Le Tribunal Administratif de Lille a confirmé le rejet de cette candidature au motif que les conditions de dépôt de cette candidature n'étaient pas régulières.

La Commission de Délégation de Services Publics a admis les 4 candidats dont la candidature était régulière. Ces 4 candidats ont été invités à remettre une offre. La date limite de remise des offres était fixée au 25 janvier 2019.

On reviendra par la suite dans la présentation au règlement de la consultation, qui présentait plusieurs critères de jugement des offres. Ces critères sont pondérés avec 16 sous-critères qui étaient eux-mêmes pondérés. Les 4 critères sont la qualité du projet de développement et d'exploitation de l'aéroport, pondérée à hauteur de 35 %, suivie de la solidité juridique et financière de l'offre, pondérée à 30 %. Viennent ensuite la qualité du projet de développement durable et la contribution du projet au territoire, pour 20 %. Enfin, il y a la qualité du service rendu aux usagers, à hauteur de 15 %.

Sur la phase de déroulement des offres, sur les 4 candidats qui avaient été admis à remettre une offre, seuls 3 plis ont été reçus le 30 janvier 2019. Lors de sa séance du 27 mars 2019, la Commission de Délégation de Services Publics a rendu un avis favorable pour la tenue de la négociation avec les 3 candidats.

Un premier tour de négociation a eu lieu courant avril, avec une remise d'offre améliorée le 29 avril 2019, comme le prévoyait le règlement de la consultation. Un second tour de négociation a eu lieu courant mai, avec une remise des offres finales le 7 juin 2019. Une Commission de Délégation de Services Publics s'est tenue le 20 juin 2019, et a approuvé le classement proposé, avec en lauréat pressenti le groupement Eiffage- Aéroport de Marseille Provence, suivi de CCI/EGIS, et Vinci Airports.

M. CAVE.- On vous propose d'aborder la partie stratégique.

En grande ligne, le candidat EIFFAGE/AMP propose une cible de trafic à horizon fin 2039 de 3,9 millions de passagers. En sachant qu'aujourd'hui, on est à 2 millions de passagers sur l'aéroport. Cela correspond à un taux de croissance annuel moyen de 3 %. Cette stratégie est appuyée par un développement modéré en termes de mouvements, et appuyé en termes de passagers.

Qu'est-ce qui explique ce vecteur de trafic ? C'est une stratégie plus offensive sur les compagnies *low-cost*, notamment le partenaire EasyJet. En taux de remplissage moyen, on sera à 89 %, en sachant qu'aujourd'hui, on est à 81 % sur les avions, remplis en moyenne à 80 %, et 71 destinations à terme.

À titre comparatif, en termes de cible 2039, les 3 candidats avaient proposé globalement la même cible à 4 millions. En revanche, on avait une forte différence sur la stratégie de construction de ce trafic avec EIFFAGE/AMP, qui a structuré son offre autour d'un gros volume d'avions qui sont à forte capacité. En termes de mouvements journaliers, on sera donc autour de 70 mouvements par jour à horizon 2039. Vinci Airports était plutôt sur une cible à 90 mouvements par jour, et CCI/EGIS à 100 mouvements par jour du fait d'une stratégie avec des avions d'une plus petite capacité.

En termes de taux de remplissage, on a l'effet inverse. C'est EIFFAGE/AMP qui est le plus d'offensif. Vinci Airports était sur un taux de remplissage moyen de 82 %, et 81 % pour CCI-EGIS.

Ce taux de 89 % est justifié compte tenu de la stratégie *low-cost*, où des compagnies comme Easyjet ont des taux de remplissage très forts, beaucoup plus forts qu'une compagnie comme Air France.

On vous a fait le point par rapport à l'activité en termes de volume passagers aujourd'hui, et le volume à horizon 2039 sur 3 grandes catégories de vecteurs de croissance.

Tout d'abord, en termes de développement de réseau, 82 % de la croissance sera faite avec une consolidation du réseau actuel. Les lignes actuelles vont se développer, se densifier et peser pour 82 % de cette croissance. 39 % se feront avec de nouvelles lignes, et il y aura une perte de 21 % avec la fermeture de ligne aérienne, notamment des lignes Air France où l'on aura une concurrence avec Easyjet. C'est cohérent avec ce que l'on observe sur le groupe Air France. Il y aura une rationalisation sur certaines lignes où Air France perdra des parts de marché par rapport à Easyjet.

En termes de réseau, la croissance se fera de manière quasi équilibrée, avec 41 % de la croissance sur le réseau domestique. Ce sont tous les flux à l'intérieur de la France, et 60 % de la croissance sur le réseau international.

Enfin, en termes de mixe compagnie, on voit que la quasi-intégralité de la croissance se fera avec des compagnies *low-cost*. C'est ce que l'on observe depuis près d'une dizaine d'années : toute la croissance en France aujourd'hui est portée par les compagnies *low-cost*.

En termes d'enjeux environnementaux, il y a deux grands vecteurs qui sont très importants sur les aéroports. Ce sont tout d'abord les nuisances gazeuses. Les 3 candidats proposent d'atteindre la neutralité carbone durant la concession. EIFFAGE/AMP se démarque par un délai plus ambitieux. Sur les nuisances sonores, EIFFAGE/AMP se démarque par différents points. Tout d'abord, il y a la structuration de son guide tarifaire, avec des modulations sur les redevances d'atterrissage au regard des performances acoustiques des avions. Plus un avion est moderne, moins il fait de bruit, moins il paiera, ou alors, c'est plutôt l'inverse, plus les avions sont bruyants, plus ils paieront. Ce sera structuré sur le guide tarifaire.

En second lieu, il y a un aspect important pour les vols de nuit. C'est une surcote des redevances d'atterrissage dès 2020 de 60 % sur les redevances pour les vols qui sont opérés entre 22 heures et 6 heures sur l'aéroport. Ensuite, c'est une gratuité du parking pour les avions qui stationnent sur l'aéroport ; cela va développer les compagnies basées et incite à se poser avant 22 heures ou décoller après 6 heures. Puis, il y a un engagement à ne pas dépasser 7 % de vols de nuit pendant toute la durée de la concession sur la tranche 23 heures-6 heures.

C'est un engagement fort, qui est cohérent par rapport à un *benchmark* que l'on peut faire sur l'ensemble des aéroports français qui font plus de 1 million de passagers. C'est en ligne avec ce que l'on observe sur l'aéroport. C'est un point important à noter sur l'engagement sur les vols de nuit.

On le verra, autant sur les commissions consultatives environnement que sur les commissions consultatives économiques, il y a une volonté forte, appuyée et inscrite dans les termes du contrat, d'impliquer le SMALIM et de lui donner un rôle prépondérant.

Sur la partie nuisance sonore, Vinci Airports n'a pas apporté d'engagement sur le plafond des vols de nuit. Il avait indiqué qu'il se rendrait conforme par rapport à la législation. CCI/EGIS avait proposé d'interdire les vols entre 22 heures et 6 heures avec une tolérance de 5 %. Néanmoins, CCI/EGIS avait une stratégie de développement de l'activité fret et charter ; ce sont des vols qui sont opérés notamment la nuit. Il n'y avait pas une explication de la cohérence de ces engagements avec ce type d'activité.

Voici pour les aspects environnementaux.
Nous allons passer à l'offre technique.

M. AMIEUX.- Nous allons commencer par une vidéo.

M. COULON, Président.- C'est pour présenter la plateforme, le projet, les flux, etc.
(Diffusion d'une vidéo.)

M. AMIEUX.- Voilà le film qui explique bien la plateforme proposée par EIFFAGE/AMP sur la durée de la concession. Cette proposition se démarque principalement par une séparation des flux passagers sur deux niveaux, tandis qu'actuellement, l'ensemble des flux se passe sur un seul et unique niveau. Cette solution vis-à-vis des autres candidats se démarque par la création d'une jetée. Elle permet de minimiser le parcours des passagers sur l'aire de stationnement, qui est un point très important, et donc la séparation des flux sur deux niveaux. S'agissant de la jetée, on se retrouve avec une flexibilité entre les portes Schengen et non Schengen, ce qui permet réellement d'adapter l'outil aux différents besoins de trafics qui se présentent.

En termes de superficie, on a une augmentation de la superficie d'environ 10 000 m² de l'aérogare, et une extension très importante des commerces et des restaurants côté piste, de l'autre côté des files de sûreté.

En termes de capacité, le candidat EIFFAGE/AMP propose l'outil présentant la plus grande capacité. On passe à 5 millions de passagers contre une capacité actuelle de 2 millions. Cette augmentation de capacité au niveau de l'aérogare se réalise en une seule et unique phase de travaux, c'est-à-dire 3 ans de travaux.

Si l'on compare avec les autres candidats, pour Vinci Airports, on était sur deux phases qui s'étaient sur 11 ans de travaux. Cela signifiait une diminution du service aux passagers considérable pendant 11 ans. Pour CCI/EGIS, on était sur une durée de travaux légèrement plus longue, un an de plus, avec une mise en service en 2024, mais pour une capacité d'aérogare de 4 millions de passagers. C'est un outil qui était dimensionné exactement, sans réserve de capacité vis-à-vis des prévisions de trafic réalisées.

En termes d'heures de stationnement, aucune extension n'a été projetée, juste une optimisation de l'aire de stationnement actuelle, pour permettre d'accueillir les différents aéronefs. En termes d'accès parking, et on verra pourquoi dans la *slide* suivante, ils proposent une extension en 3 tranches de 600 places. C'est pour accompagner réellement leur volonté de développement de croissance du transport public, des transports en commun des différents autobus, que ce soit régional, Macron ou locaux. En places de parking, on passe de 4 170 à 4 960 places.

Comme je l'expliquais précédemment, le groupement EIFFAGE/AMP s'engage sur une part modale passant de 5 % actuellement à 17 %. C'est vraiment le candidat qui propose le plus grand développement des transports en commun sur la plateforme de l'aéroport de Lille. Vinci Airports et la CCI/EGIS maintenaient le taux actuel de 5 %.

De plus, s'agissant de la rampe d'accès, ce candidat propose la démolition de la rampe et du dépose-minute au niveau de l'aérogare, et la mise en place d'un parvis multimodal à l'entrée de l'aéroport, pour donner une place forte aux transports en commun sur la plateforme, et donc, accompagner leur politique de croissance du transport en commun.

Vinci Airports est le seul candidat qui, sur sa première phase de développement, ne propose pas de réaménagement de la rampe d'accès, juste une circulation limitée et restreinte des véhicules.

En termes de navettes, le candidat Eiffage-AMP est le seul à vraiment s'engager sur une augmentation de la fréquence, en doublant dès 2022, et en triplant à partir de 2024. Vinci Airports propose uniquement un doublement de la fréquence lors des heures de pointe, et la CCI/EGIS un doublement également, mais sans préciser de date de mise en service de ce doublement de la fréquence.

Aussi, pour donner une meilleure visibilité de ces transports en commun, le candidat souhaite intégrer la navette au cœur des applications de mobilités existantes actuellement sur Lille.

Enfin, il s'agit de développer les lignes régionales et les lignes grandes distances, avec Ouibus et Flixbus, avec lesquels ils ont déjà *a priori* ouvert des discussions, afin d'étudier la viabilité de ce développement.

M. CAVE.- Sur la partie commerciale, comment va se concrétiser l'accompagnement du trafic avec les revenus extra-aéronautiques ? Il y a deux parties pour les aéroports. Il y a les revenus aéronautiques

qui proviennent des compagnies aériennes, et les revenus extra-aéronautiques qui sont payés globalement par les passagers en direct, notamment à travers les parkings. Les parkings représentent une part importante de l'activité ; cela va peser pour un peu plus de 50 % sur la future DSP.

Il y a un point différenciant, c'est la stratégie de diversification des commerces, avec des enseignes clairement identifiées, précises, un ciblage clientèle et des renégociations de taux de commission avec les futurs commerces. Vous voyez l'effet sur les commissions. Par rapport au passé, on était à 0,70 € par passager ; on va monter à horizon de la concession à 2,20 € par passager à fin 2039. Il y aura notamment une augmentation forte une fois que l'ouvrage sera construit et livré.

Aussi, il y a une stratégie sur les parkings assez forte, avec une augmentation du *pricing*, la segmentation des typologies parkings, un barriérage au dépose-minute, qui conduiront à une cible à 5,10 € par passager en 2039, là où Vinci Airports était sur 3,40 € par passager et 4,30 € pour la CCI-EGIS.

Au final, les revenus extra-aéronautiques du candidat Eiffage-AMP se porteront en moyenne à 8,30 € par passager. Sur la DSP actuelle, en moyenne, on était à 7 € ; c'est donc plus 1 € globalement pour la future DSP. En comparatif aux autres candidats, Vinci Airports était sur 7 € par passager et 6,60 € pour CCI/GIS.

On le verra par la suite sur la partie financière, mais cela démarque l'honnêteté du candidat sur le vrai vecteur de chiffre d'affaires d'un aéroport, et sur comment cela va se traduire pour vous en termes de rémunération. L'objectif n'est pas de minorer les revenus, mais d'être assez réaliste sur comment se construit le business d'un aéroport, notamment sur l'extra-aéronautique.

M. COULON, Président.- Il y a quelques questions, je crois.

Mme MARAIS BEUIL.- Oui, merci. J'ai plusieurs questions et observations.

Tout d'abord, au vu de l'infrastructure qui est autour de l'aéroport, et donc des nombreuses conséquences sur le voiturage, actuellement, la circulation est déjà très compliquée pour arriver sur l'aéroport. Y a-t-il eu des observations, des remarques ? Un doublement de passagers entraînera forcément une circulation bien supérieure, et forcément de nombreux problèmes sur les voitures.

J'ai bien noté qu'il voulait augmenter tout ce qui est navette. Je suis surprise de ne voir apparaître que des transports sur le nord des Hauts-de-France. Il pourrait peut-être y avoir une stratégie beaucoup plus coordonnée entre le sud et le nord. Il y a deux aéroports dans les Hauts-de-France qui peuvent se coordonner et aussi se compléter. Je ne vois pas apparaître de transports prévus vers le sud des Hauts-de-France ; cela me surprend. Il n'y a pas eu de proposition. J'ai l'impression que l'on est resté centré sur le nord des Hauts-de-France, et que l'on n'a pas envisagé un développement plus large et plus en coordination avec l'ensemble de la région.

M. COULON, Président.- J'ai deux observations de principe avant que nos AMO complètent mon propos. N'oublions pas que nous avons 3 aéroports. Par exemple, en habitant dans l'Aisne, je suis à 1 heure 15 de Roissy. Le travail d'import de passagers par les transports en commun prend en compte aussi ces paramètres. Vous en avez fait l'observation, c'est un point sur lequel je souhaite également que nous nous penchions, ne serait-ce que pour aller aux limites de la zone de chalandise possible, fussent-elles dans le versant picard.

Mme MARAIS BEUIL.- Il peut y avoir des échanges importants si les destinations sont complémentaires. Il peut y avoir des transferts ; on doit l'envisager.

M. COULON, Président.- Bien sûr.

Le travail n'a pas été fait versant Nord-Pas de Calais en écartant volontairement le versant picard. On doit progresser en termes d'analyse. Or, n'oubliez pas, Madame MARAIS BEUIL, et vous siégez par ailleurs au SMABT, qu'il y a Beauvais et sa zone de chalandise, Roissy et sa zone de chalandise, ainsi que les aéroports belges et leurs zones de chalandise. Le candidat, par honnêteté, n'a pas voulu nous promettre des lianes de transports en commun déraisonnables et non validés. Ils ont pris avec un certain nombre de compagnies des contacts pour valider ce socle qui vous est présenté, et sur lequel nous allons continuer à travailler.

Mme JOUY.- Sur le volet présenté, j'ai souhaité avec le président COULON faire une présentation relativement synthétique, en commençant par l'aspect robustesse du modèle économique et financier, en vous présentant quelques agrégats très significatifs de l'offre qui est celle qui est pour l'instant pressentie.

Pour un nombre de passagers cumulés sur toute la durée du contrat de 62,3 millions, cela correspond à un chiffre d'affaires généré de 1,068 Md€. Si l'on ramène cela aux passagers, cela fait un chiffre d'affaires par passager de 17,1 €. Pour ce chiffre d'affaires, on a des charges d'exploitation cumulées qui s'établissent à 815 M€, soit 13 € par passager. On a donc un excédent brut d'exploitation qui apparaît à 253 M€. Cela représente 23 % du chiffre d'affaires.

Vous avez l'évolution sur les courbes de droite, à la fois du trafic qui est figuré en rouge, ainsi que des produits aéronautique et extra-aéronautique. On a toujours cette séparation entre deux typologies de produits, comme le disait Pierre juste avant, qui constituent le chiffre d'affaires d'un aéroport.

On voit bien la coupure, ou plutôt l'accélération de la pente à partir de 2023 lorsque la nouvelle plateforme est mise en service. Cela génère un regain de chiffre d'affaires, tant sur les produits extra-aéronautiques que sur les produits aéronautiques, ces derniers étant un peu moindres, mais néanmoins importants. Cette pente importante sur les produits extra-aéronautiques traduit la mise en service de nombreux commerces supplémentaires, et donc, la possibilité qui est offerte aux passagers de dépenser plus sur l'aéroport entre le moment où ils arrivent et celui où ils peuvent embarquer.

Il y a un deuxième aspect très important pour vous, car c'est le candidat qui va investir, mais c'est le patrimoine du SMALIM, et donc des collectivités qui le composent. L'idée qui est apparue dans cette offre est de réaliser des investissements cumulés sur la durée du contrat à hauteur de 171 M€ courants. Ils se décomposent avec environ 113 M€ sur des investissements de capacité, et 51 M€ sur des investissements de renouvellement. Ce sont les deux composantes principales de l'investissement. C'est important de le souligner, car on va vers un aéroport d'une dimension tout autre que celle que l'on connaît actuellement. On pourra avoir une plateforme modernisée, agrandie, etc., et ce, dans les 4 premières années du contrat. 85 % de l'investissement contractualisé sera réalisé dans les 5 premières années. Ensuite, on aura le renouvellement qui prendra le relais, et qui permettra de maintenir l'aéroport en bonne condition d'utilisation jusqu'au terme du contrat.

Cet investissement ramené aux passagers représente un montant de 2,76 €. On le rappelle, cet investissement nous permet d'avoir dans l'offre du candidat Eiffage-Aéroport de Marseille une infrastructure qui aura encore la capacité d'accueillir, au-delà du contrat, des passagers, et de continuer à absorber la croissance jusqu'à 5 millions de passagers dans de très bonnes conditions.

Dans le cadre de l'offre et des négociations, on a demandé au candidat de s'engager sur un montant minimum d'investissement ; ce n'est pas juste une intention, mais vraiment un engagement. Cet engagement, on vous le présente sur cette *slide*. Il est exprimé en euro constant. C'est pourquoi on a une différence par rapport à ce que je viens de vous dire. On a cette particularité dans les dossiers économiques et financiers d'avoir à exprimer des données qui sont valables aujourd'hui, et des données sur lesquelles on se projette à horizon de 20 ans. Par conséquent, il y a une notion d'inflation et d'indexation qui rentrent en ligne de compte. L'engagement qui est pris sur des chiffres tels qu'on les connaît aujourd'hui, c'est 140 M€ qui se répartissent en 101 M€ de capacité, et 40 M€ de renouvellement. Cela correspond à ce que l'on vient de se dire. Une diapositive après permet de faire le passage de l'un à l'autre, et de vous fixer les idées sur ces deux chiffres.

On a résumé cela ainsi. Ce sont 101 M€ constants correspondant à 113 M€ courants, et 49 M€ constants sur le gros entretien renouvellement correspondant à 51 M€ courants.

Dans cette diapositive, on a illustré la suite de l'analyse du critère de robustesse du modèle économique et financier par deux graphiques. On va commencer par celui de droite, qui modélise l'évolution du chiffre d'affaires et du résultat d'exploitation tout au long du contrat. On voit bien la courbe vertueuse qui se dessine en rouge en termes de chiffre d'affaires et de résultat. Le résultat progresse pendant la durée du contrat, avec juste quelques petits à-coups au moment où il y a des investissements importants à apporter, qui ont une incidence finalement sur ce résultat.

La courbe de gauche figure les flux de trésorerie que pourra dégager l'exploitation de l'aéroport, avec un creux pendant toute la période de travaux, logiquement, car on va mobiliser beaucoup de *cash* pour financer cet investissement. À partir du moment où l'aéroport sera mis en service, on va progressivement inverser la tendance et avoir une courbe qui devient vertueuse à partir de 2034. On a 10 ans, environ, où l'on regagne progressivement la trésorerie que l'on a utilisée, et on est excédentaire, très excédentaire même, à la fin du contrat.

En autre caractéristique à vous présenter sur ce modèle économique et financier, il y a le financement des investissements. C'est la manière dont entend financer ces investissements le groupement Eiffage-Aéroport de Marseille Provence. Ils sont sur un modèle assez classique, qui mixe finalement des financements internes, c'est-à-dire des capitaux investis par les actionnaires dans la plateforme, et une dette bancaire finalement assez classique. On a 30 % de financement de l'actionariat et 70 % de financement externe *via* des financeurs bancaires.

Cela représente en chiffre un apport en capitaux propres de près de 7 M€, des comptes courants d'associés à hauteur de 30 M€ maximum, et un emprunt bancaire de 60 M€. Voilà la manière dont le candidat entend financer les investissements qu'il va porter et sur lesquels il s'engage pour réaliser cette nouvelle plateforme. C'était notre premier critère sur les aspects financiers de robustesse du modèle.

Notre second critère porte sur l'évolution de la politique tarifaire, et l'impact que cela peut avoir sur la rémunération du SMALIM. On a des différences d'appréciation des tarifs. D'une part, il y a les prestations aéronautiques sur lesquelles le candidat envisage d'appliquer une augmentation qui correspond à l'indice des prix à la consommation +1 % sur toute la durée du contrat. C'est à l'exception de l'année 2023 où se concrétise la mise en service de la nouvelle infrastructure, et qui justifie une augmentation des tarifs, compte tenu de la qualité de service améliorée. Quoi qu'il en soit, cette évolution des tarifs, le candidat s'est engagé à la travailler en amont avec le SMALIM. Rien ne sera imposé au SMALIM, c'est vraiment un travail de co-construction de ces tarifs qui sera réalisé en amont de la Commission Consultative Economique, la Commission de consultation des usagers de l'aéroport qui, *in fine*, validera cette information tarifaire. On est dans quelque chose de très participatif dans la manière de procéder aux augmentations tarifaires qui pourront avoir lieu.

Sur la taxe d'aéroport, qui est une taxe tout à fait particulière gérée avec la DGAC, le candidat envisage une diminution légère mais constante de cette taxe, tout au long de la durée du contrat. C'est vraiment la réalité de ce qui se prévoit dans le monde aéroportuaire dans les années à venir. Ils sont tout à fait honnêtes dans leur manière de voir les choses et de projeter le chiffre d'affaires. On anticipe effectivement une baisse de la taxe d'aéroport dans les années à venir.

En autre élément, il y a les prestations extra-aéronautiques ; on a vu l'importance qu'elles revêtaient dans le cadre de ce nouveau modèle. On est sur une augmentation des tarifs à hauteur de l'inflation pendant la durée du contrat. On n'a donc pas d'augmentation particulière.

On fait un focus sur les *incentives* aux compagnies aériennes pour le développement des lignes. On a évoqué le fait que le candidat misait une partie de son développement sur des compagnies *low-cost*. On sait que pour aider au démarrage des lignes, les compagnies ont parfois besoin d'un peu d'*incentives*. Le candidat prévoit donc de verser 43 M€ d'*incentives* sur la durée du contrat, ce qui revient environ à 2 M€ par an auprès des compagnies aériennes. Ce sont des charges qui ont été prises en considération dans le modèle.

Pour finir ce chapitre sur les aspects financiers, on a souhaité vous présenter la politique de rémunération du concessionnaire futur vis-à-vis du SMALIM, avec en parallèle ce que le concessionnaire va reverser au SMALIM, et la manière dont il va se rémunérer également.

Pour ce qui est de la rémunération versée au SMALIM, elle se décompose en 3 principales catégories. Il y a la redevance d'occupation du domaine public, qui a été évaluée par le candidat à 14 M€, un intéressement lié à l'activité, qui a été évalué par le candidat à 69 M€, puis un droit d'entrée qui correspond à la reprise des investissements non-encore amortis aujourd'hui dans la concession actuelle. Le tout faisant 86 M€ sur la durée du contrat.

Il y a deux points à souligner par rapport à cela. C'est effectivement un intéressement qui nous paraît solide dans la manière dont il est construit par rapport tant aux hypothèses de chiffre d'affaires qu'aux hypothèses de charges. Cet intéressement est basé sur l'excédent brut d'exploitation. Sa vraisemblance dépend à la fois du chiffre d'affaires, mais aussi du réalisme des charges qui sont utilisées pour calculer cet EBE. On a négocié, pendant les longues séances de négociation qu'évoquait M. COULON tout à l'heure, une augmentation de l'enveloppe puisqu'on était parti sur l'offre initiale à une rémunération d'un peu moins de 45 M€. On est passé à 69 M€. Ils ont entendu l'importance que cela avait pour le SMALIM, sans pour autant être dans la démesure et dans la rémunération qui paraîtrait tout à fait somptuaire par rapport à une réalité économique.

Pour ce qui est à l'inverse de la rémunération qu'ils entendent percevoir de l'exploitation de la plateforme, il y a des dividendes à hauteur de 21 M€, des intérêts financiers, puisqu'ils vont mobiliser de l'argent en compte courant pour faire fonctionner cette plateforme et vont se rémunérer à hauteur de 25 M€. Puis, il y a une enveloppe de frais de siège dont on sait, en partie, qu'elle correspond à une réalité de

prestation. Par exemple, c'est un centre de services partagé qui pourrait être utilisé globalement pour différentes plateformes, etc. Il y a une marge. On imagine donc qu'un peu de marge se dégage que sur ces frais de siège.

Pour autant, la proposition faite par ce candidat est effectivement la plus modeste en la matière par rapport aux autres qui avaient des frais de siège plus importants.

M. COULON, Président.- Peut-être y a-t-il des questions sur ce point ?

Mme MARAIS BEUIL.- Dans ce suivi, comment va s'intégrer le Comité de suivi, de l'exécution et du suivi de ce candidat tout au long des années ? C'est pour anticiper éventuellement un problème qui viendrait se greffer. C'est afin de pouvoir réagir avant un moment où l'on ne serait plus capable de réagir.

M. COULON, Président.- D'abord, l'essentiel est déjà d'éviter les problèmes. Pour éviter les problèmes, il faut avoir en tête que les arbres ne montent pas jusqu'au ciel. C'est pourquoi avec nos AMO, on a beaucoup cherché à objectiver la solidité des propositions qui, je vous le rappelle, ne sont pas contractuelles. Seuls les investissements sont contractualisés. Tout le reste, ce sont des engagements. On a surtout cherché à avoir le plus d'assurance possible en comparant des charges actuellement constatées sur la plateforme, avec d'autres plateformes comparables, pour avoir un EBE le plus vraisemblable. Ce sont les précautions que nous avons prises pour nous prémunir des problèmes.

Si, par problème, vous entendez des scénarios de trafic dégradés, par exemple, ils ont été testés dans les offres. On a demandé à avoir connaissance de scénarios financiers en cas d'évolution défavorable du trafic, pour constater la solidité du modèle économique d'abord et ne pas avoir un exploitant mis en difficulté. Ensuite, c'est pour apprécier le sérieux de son offre.

Enfin, pour prévenir les problèmes et sur la manière de réagir, nous avons beaucoup insisté, et c'était notamment l'objet du cahier des charges, pour qu'il y ait un grand nombre d'espaces de discussion, une grande transparence et de la fluidité avec notre exploitant. Ce n'est pas le cas aujourd'hui, non pas qu'ils s'y refusent, mais la Délégation de Service Public qui est en train de s'éteindre ne le prévoyait pas. C'était frustrant, insuffisant. Cela avait fait l'objet d'ailleurs de nombreuses remarques de la part des membres du Comité Syndical. Nous avons donc mis le paquet sur un dialogue très clair avec l'exploitant ; les tarifs, le management et les augmentations stratégiques seront partagés avec nous. Bien évidemment, nous ne pouvons pas aller à une extrémité et demander de gérer à leur place, ce n'est pas notre rôle. Ils nous assurent la plus grande transparence, l'accès à des données financières, l'entretien, la maintenance, etc.

Enfin, nous aurons des espaces de dialogues réguliers avec lui, au-delà de ce rapport annuel que nous avons jusqu'à présent, et donc, assez régulièrement. Ce sera un rythme que nous définirons collégialement, et que nous ferons ensuite valider par le concessionnaire qui sera choisi ce soir. Ce seront des espaces d'échanges sur la stratégie, l'évolution de l'environnement aérien national et international. L'idée est vraiment de savoir, de connaître et d'être immédiatement prêt à réagir.

Laurence, peut-être avez-vous des précisions sur les catastrophes ?

Mme JOUY.- Sur les scénarios catastrophe, comparativement, les offres qui nous ont été présentées par les différents candidats ont toutes, fait l'objet de scénarios dégradés avec des scénarios de trafic inférieur de 10 %, 20 % par rapport au scénario de référence. En termes de résistance à ces fluctuations inappropriées, on va dire cela ainsi, on se rend compte que l'offre qui est présentée par le candidat EIFFGE/AMP est celle qui résiste le mieux dans le sens où cela n'entache pas, ou faiblement, la rémunération qui est promise au SMALIM. Ils commencent par absorber les choses eux-mêmes, en se versant moins de dividendes et en attendant vraiment la catastrophe ultime pour commencer à réduire la rémunération qui serait celle du SMALIM.

Ils ont mis en place un nombre de scénarios assez important pour mesurer cette résistance de leur modèle économique aux différents aléas qui pourraient survenir. On le voit en termes de trafic, mais aussi en termes d'augmentation d'un certain nombre de charges. Ils ont fait l'exercice dans tous les sens. Cela nous a rassurés sur la robustesse du modèle proposé.

M. DE LABROSSE.- Sur la partie juridique, je vais vous présenter les éléments saillants entre les offres des différents candidats, en sachant que je vous présenterai les caractéristiques essentielles du contrat un peu après.

Déjà, la phase de négociation a permis d'améliorer les offres des candidats par rapport au partage des risques et par rapport au projet de contrat qui avait été remis. Dans un premier temps, les candidats avaient fait un certain nombre d'observations, de modifications sur le projet de contrat. Cette phase de négociation a pu optimiser ce partage des risques qui, aujourd'hui, apparaît très satisfaisant pour le candidat retenu.

Un élément important est la stabilité de l'actionnariat. Eiffage-AMP propose la création d'une société qui sera dédiée à l'exploitation de l'aéroport, société qui est détenue à 90 % par EIFFAGE et à 10 % par Aéroport de Marseille.

Dans les 5 premières années, le contrat prévoit qu'il n'y ait pas de possibilité de bouger cet actionnariat. C'est donc afin d'éviter une situation où l'un des actionnaires retenus prendrait un engagement moindre au travers de cessions de ses participations dans la société. Cela a été totalement accepté par le groupement EIFFAGE/AMP, car il y a une impossibilité de cession d'actions durant les 5 premières années.

Passé ce délai, il faut un accord express et préalable du SMALIM avant toute cession d'action, sauf entre actionnaires. Même dans ce cas, les cessions ne peuvent conduire à une perte de contrôle de la délégation par EIFFAGE, qui restera donc l'actionnaire majoritaire pendant toute la durée du contrat, c'est-à-dire pendant les 20 ans. C'est donc un engagement très fort, qui marque la volonté de ce candidat de s'inscrire durablement dans l'exploitation de l'aéroport.

En sens inverse, Vinci Airports était dans une logique différente, car ils n'ont jamais accepté le principe de prendre un engagement sur la stabilité de l'actionnariat, y compris pendant les 5 premières années. Pendant les négociations, on a essayé d'obtenir des clarifications sur les raisons pour lesquelles ils n'avaient pas envie de s'inscrire durablement dans l'aéroport. On a fini par comprendre que cela répondait à des considérations liées au droit de la concurrence en relation avec une opération capitalistique ou industrielle à laquelle un des actionnaires envisagerait de prendre part. Pour être clair, il était envisagé la prise de participations du Groupe Vinci dans l'aéroport de Paris, qui aurait pu conduire, en application du droit de la concurrence, à devoir se séparer de certains actifs aéroportuaires, pour éviter une problématique de concentration.

Concernant CCI/EGIS, il y avait un engagement de rester dans le contrat de manière durable, avec un peu moins d'engagements sur la durée totale du contrat, mais quelque chose de très satisfaisant.

En autre élément de contrôle important, on a la contractualisation entre les membres du groupement. On sait que classiquement, une société dédiée passe des contrats d'assistance technique avec ses actionnaires ; ces contrats d'assistance technique peuvent porter sur des activités de support, marketing, sur des aspects juridiques ou financiers. Il est donc important pour le SMALIM de pouvoir contrôler l'évolution de ces contrats, et éviter qu'il y ait une forme de rémunération déguisée au travers de ces contrats d'assistance technique au bénéfice des actionnaires.

EIFFAGE/AMP a accepté que les montants de ces contrats d'assistance technique soient forfaitisés, et que toute modification de ces contrats, notamment sur le montant, fasse l'objet d'un accord préalable du SMALIM.

Concernant Vinci Airports, on était sur engagement moindre, car ils limitaient le contrôle du SMALIM avec un accord tacite en cas de défaut de réponse dans un délai de 1 mois sur une proposition de modification de ces contrats. La CCI/EGIS prévoyait une simple information préalable du SMALIM ; ce n'était pas un élément très satisfaisant.

Sur la définition des termes du contrat, il n'y a pas de modification pour le candidat EIFFAGE/AMP, à part des modifications mineures à la définition des causes légitimes d'excédent brut d'exploitation. Les causes légitimes, c'est ce qui justifie que les engagements pris par le candidat ne soient pas réalisés en temps et en heure pendant la durée d'exécution du contrat, notamment la réalisation des investissements en début de contrat. Évidemment, la définition de ces causes légitimes doit être restrictive, sinon, il y a un risque que l'engagement qui a été pris, par exemple, de livrer l'extension de l'aérogare à telle date, ne puisse être réalisé.

Sur le candidat Eiffage-AMP, il n'y a pas de modification, ou mineures, sur ce point, avec des changements plus importants concernant Vinci Airports. Pour la CCI/EGIS, il y a des causes légitimes encadrées, avec toutefois des possibilités de s'exonérer des engagements pris, sous réserve de produire un mémoire justificatif détaillé au SMALIM.

En autre élément important, il y a le contrôle dans l'exécution du contrat, avec notamment un mécanisme de sanctions. Le contrat a prévu un certain nombre de sanctions dans des cas précis. Il avait été souhaité d'introduire ce que l'on appelle dans notre jargon juridique une pénalité ballet. C'est la pénalité qui vise tous les cas qui ne sont pas prévus au contrat, mais qui constituent tout de même un manquement.

C'est une précaution qui est prise pour éviter de se retrouver dans une situation ou face à un manquement ; l'autorité concédante n'a pas d'autre choix que de résilier un contrat ou de ne pas appliquer de pénalité.

Cette pénalité avait été fixée dans une limite maximale de 300 000 € par manquement, ce qui est un montant assez significatif. Cet élément a été accepté par le candidat EIFFAGE/AMP, mais il a précisé que pour des manquements mineurs, il faudrait limiter cette pénalité à un montant de 25 000 € ; cela reste un montant significatif. Surtout, le plafond des pénalités susceptibles d'être appliquées en cours d'exécution du contrat est porté à 1 M€ par an, ce qui représente une somme conséquente et permet de garantir au SMALIM l'assurance que les pénalités pourront être appliquées.

Concernant Vinci Airports, le montant de cette pénalité ballet était plafonné à 50 000 €. Surtout, le plafond des pénalités susceptibles d'être appliquées par an a été fixé à 100 000 € par an, à comparer au 1 M€. Concernant CCI/EGIS, on est sur un plafond de pénalités, mais sur la durée totale du contrat fixé à 750 000€ ; là aussi, c'est à comparer avec un plafond annuel de 1 M€ pour le candidat Eiffage-AMP.

Sur les modalités de contrôle, le candidat EIFFAGE/AMP a accepté l'ensemble des délais introduits par le SMALIM dans le projet de contrat, ainsi que les modalités de contrôle. Là-dessus, il n'y a aucune remarque à effectuer. Vinci Airports proposait des délais très courts, notamment des délais de 1 mois pour permettre au SMALIM de se prononcer, ce qui n'était pas forcément en adéquation avec les processus de décision au sein du SMALIM. Concernant la CCI/EGIS, ils ont amélioré dans le cadre des négociations leur offre sur ce point, en prévoyant qu'à défaut de réponse du SMALIM dans un délai fixé, cela devait être considéré comme un refus tacite ; c'est un élément plutôt satisfaisant.

Sur les sanctions pécuniaires relatives spécifiquement au contrôle, le candidat EIFFAGE/AMP a accepté entièrement les pénalités prévues par le SMALIM dans le projet de contrat, ainsi que leurs montants. Concernant Vinci Airports, il y a eu une minoration des engagements pris, puisqu'il a été précisé que la pénalité devait correspondre au non-respect des situations contractuelles, ou ne pouvait être appliquée que si elle était expressément prévue dans le contrat. Inversement, ils ont supprimé certaines références à ce type de pénalités au sein du contrat. Concernant CCI/EGIS, ils ont supprimé cette pénalité pour non-respect des situations contractuelles, ainsi que pour non-respect des préconisations issues des différents rapports. Cela amoindrissait le contrôle porté par le SMALIM, puisque dans l'efficacité de la sanction, l'absence de pénalité rend plus difficile le respect de cet engagement.

Mme MARAIS BEUIL.- Je tiens à féliciter, car je crois que personne n'ignore ce qui s'est passé à Beauvais ; avoir un actionnaire majoritaire prépondérant est essentiel. Nous sommes arrivés à une situation de blocage, avec la nomination d'un administrateur judiciaire, justement du fait de l'impossibilité. Il n'y avait pas un actionnaire majoritaire, et les situations de blocage sont arrivées très vite. Je tiens à dire que ce système d'un actionnaire majoritaire prépondérant est très important.

M. COULON, Président.- C'est un actionnaire majoritaire qui, comme vous l'avez remarqué, a plutôt été dans le « même pas peur » sur les pénalités ballets, par exemple, où il nous a dit : « je n'ai aucun problème, je vous propose 1 M€. » Nous avons eu des discussions sur un plan financier très claires.

Quand il s'est agi de demander à l'actionnaire de faire basculer 15 M€ sur la totalité de la DSP en notre faveur, puisque si vous avez vu les flux, vous aviez au départ quasiment des flux ISO autour de 70 M€, nous lui avons demandé de faire un effort qu'il a bien sûr consenti, car il souhaite exploiter l'infrastructure ; il est dans une démarche de conquête. C'est un nouvel opérateur. Nous avons obtenu gain de cause, ce qui fait que nous sommes davantage rémunérés que l'exploitant ne l'est lui-même.

Mme HENNEBERGER.- Sur la notation finale, dans le classement qu'a retenu la CDSP le 20 juin dernier, le candidat EIFFAGE/AMP est classé en premier, suivi du candidat CCI/EGIS et enfin du candidat Vinci Airports.

Sur les totaux, et je laisserai les AMO revenir pour chacun des grands critères sur ces choix et ces motifs de notation que l'on a commencé à vous expliciter, je vais juste relever que l'on est sur des écarts assez confortables. Eiffage-AMP totalise 817 points sur 1 000, et creuse un écart de 137,5 points avec le second candidat, et d'un peu plus de 172,5 points avec le troisième candidat.

M. CAVE.- Sur le premier critère qui pesait pour 35%, on a premiers *ex aequo* EIFFAGE/AMP et CCI-EGIS, et Vinci Airports en deuxième. Il y a plusieurs explications à ce classement.

Tout d'abord, sur la stratégie de développement, il y a un élément important. Vinci Airports ne nous a pas du tout rassurés dans la stratégie aérienne, puisque l'on est passé d'une offre initiale et améliorée à

3 millions de passagers pour finalement terminer sur une note finale à 4 millions de passagers, sans expliquer techniquement les vecteurs qui ont conduit à ce changement très conséquent sur la stratégie de développement aérienne. Pourquoi CCI/EGIS est devant EIFFAGE/AMP sur ce sous-critère de stratégie de développement ? C'est tout simplement parce que CCI/EGIS a mieux expliqué l'existant, avec une parfaite maîtrise des opérations aériennes qui sont sur la plateforme, et donc, une très bonne compréhension des jeux d'acteurs, des parts de marché des différents acteurs, de la concurrence des aéroports de la zone de chalandise et des tarifs pratiqués. Néanmoins, sur les prévisions de trafic, ils sont allés moins dans le détail, et ont été moins précis qu'EIFFAGE/AMP. EIFFAGE/AMP a dimensionné quelque chose d'important qui est l'évolution des flottes aériennes. Cela a notamment un impact sur l'aspect environnemental, mais aussi sur les *mix avions*. Pouvoir prévoir les futures générations d'avions est un vrai enjeu en termes de prévisions.

En termes d'organisation d'exploitation, c'est une aérogare bien plus dimensionnée, capable de supporter un développement plus fort, si cela arrivait, puisque l'on est à 5 millions en capacité nominale pour EIFFAGE/AMP *versus* 4 millions pour CCI/EGIS.

Enfin, sur la partie stratégie commerciale développement business, tout l'ensemble du dossier est mieux construit, avec une explication très précise sur ce qui va contribuer à augmenter chacun des vecteurs aéronautiques, extra-aéronautiques. Est-ce un effet prix, un mix produits ? Est-ce que ce sont des développements de nouvelles offres commerciales ? Comment va évoluer la taxe d'aéroport ? Est-ce cohérent avec les économies d'échelle ? Tout a été mieux construit par EIFFAGE/AMP sur ce point. C'est pourquoi ils récupèrent des points sur cette partie. C'est la garantie du maintien de la valeur des actifs avec une infrastructure qui vous est livrée à terme, et qui est de plus belle qualité, avec un entretien de la plateforme assuré. Finalement, sur cette partie, ils contrebalancent l'effet stratégie où ils étaient un peu moins bons que CCI/EGIS.

M. JAECK.- Je voudrais poser une question par rapport à ce que vous venez de dire sur la stratégie et l'analyse qui est faite pour le candidat EIFFAGE/AMP par rapport notamment à CCI-EGIS. Vous dites qu'il y a une meilleure connaissance puisqu'elle exploite. S'agissant de la rationalisation du réseau Air France, vous mettez -10 % de la hausse ciblée. Comme la stratégie porte essentiellement à travers quasi exclusivement le *low-cost*, et que vous avez dit qu'ils ont intégré les aéroports et notamment celui de Charleroi, dans l'analyse qui est faite par les candidats, et pas qu'EIFFAGE/AMP, est-ce qu'ils intègrent aussi cette évolution, ou une rationalisation du réseau ? Quand on se projette 5 ans, 10 ans, 15 ou 20 ans en avance, qu'est-ce que l'on sait de la stratégie de l'aéroport de Charleroi dans 5 ans ou 10 ans par rapport aux projections que l'on fait sur Lesquin ?

M. CAVE.- Sur Charleroi, on est sur un aéroport *hard low-cost*, avec une compagnie majeure qui est Ryanair. Par exemple, EIFFAGE/AMP n'a pas cette stratégie pour l'aéroport de Lille. Ryanair fait partie du plan de développement...

M. JAECK.- Ryanair, c'est plutôt Beauvais.

M. CAVE.- Et Charleroi aussi ; ils sont très présents. Il y a des effets prix. Le fait de se poser en Belgique à Charleroi est très peu cher pour Ryanair. C'est pourquoi ils sont assez offensifs en termes de trafic. EIFFAGE/AMP est plutôt sur une stratégie Easyjet. 50 % du trafic sera Easyjet. Sur Ryanair, il y a une stratégie qui explique les marketings. On a 260 000 passagers à terme en 2039 avec l'opérateur Ryanair.

Après, avoir une stratégie avec des compagnies aussi puissantes que ces deux acteurs est complètement rationnel par rapport à ce que l'on observe depuis déjà de nombreuses années sur ces opérateurs. Easyjet comme Ryanair sont des compagnies leader en Europe. Ryanair a dépassé Air France. Easyjet gagne énormément de parts de marché, notamment sur les lignes domestiques par rapport à Air France.

M. JAECK.- Je vous pose la question en termes de facteur de fragilité. Il y a 22 compagnies Vinci Airports, 17 compagnies CCI/EGIS et 6 compagnies seulement sur EIFFAGE-AMP. À la fois, c'est une force et une faiblesse. Souvent, l'un est lié à l'autre ; c'est l'envers ou le revers de la médaille. Si l'on mise beaucoup sur le *low-cost*, et notamment sur Easyjet, la question se pose de savoir, mais je ne doute pas une seule seconde que tout cela ait été fait, s'il y a des analyses comparatives par rapport à ce qui existe

en termes de concurrence sur la région, que ce soit Beauvais, Charleroi voire Bruxelles. Ces compagnies *low-cost* sont-elles très présentes ?

M. CAVE.- Les compagnies ne sont pas équilibrées en termes de parts de marché. Vous avez des petites compagnies qui font des micro-lignes à 10 000 ou 20 000 passagers, mais finalement, elles ne sont pas consistantes.

M. JAECK.- Dans les 17 ou les 22 ?

M. CAVE.- Oui. Il y a plein de compagnies charter qui opèrent quelques vols sur une pointe été, mais ce n'est pas structurant. Ce n'est pas ce qui fera l'activité au jour le jour de l'aéroport.

Mme JOUY.- Sur le critère de solidité juridique et financière de l'offre, on a effectivement le candidat Eiffage-AMP qui est en tête, suivi par CCI/EGIS et Vinci Airports. À l'intérieur de ce critère, les choses ne sont pas tout à fait homogènes. Sur la partie robustesse du modèle économique et financier, la notation que l'on a faite des 3 offres nous amène à une note équivalente pour chacun des 3 candidats. Ce n'est pas du tout pour les mêmes raisons, mais *in fine*, et parce que l'on a un certain nombre de critères très détaillés, on arrive à un nombre de points comparable. Pour autant, il n'en reste pas moins que la robustesse du modèle proposé par Eiffage/AMP nous a semblé la plus favorable. En contrepartie, un certain nombre d'avantages peuvent être mis aussi en avant dans les autres offres. Cela nous a conduits à homogénéiser la notation, et à les considérer tous comme satisfaisants.

Sur la politique tarifaire et l'impact sur la rémunération, on a deux *ex aequo* entre EIFFAGE/AMP et Vinci Airports, avec la CCI/EGIS qui est plus à la traîne. La raison de cette position pour CCI/EGIS et la suivante. Un certain nombre d'hypothèses de charge qui ont été formulées nous ont semblé insuffisamment justifiées pour être correctement notées. Cela les a défavorisés. On avait notamment une politique en matière RH proposée par CCI/EGIS qui consistait à ne pas faire augmenter, ou très modestement, l'effectif de l'aéroport, tandis que l'on double le trafic. Cela nous a semblé absolument incohérent et de nature à remettre en cause un certain nombre d'hypothèses de charges qui ont été prises en considération. On a donc un peu dégradé la note de CCI/EGIS sur ce point.

Dans le fait que les deux autres candidats aient une note satisfaisante et équivalente, ce n'est pas la même raison qui le justifie. On ne peut néanmoins ignorer qu'un aspect de l'offre de Vinci Airports était intéressant : ils autofinanciaient complètement les investissements sans recours à l'emprunt. Ce n'est pas une économie pour la plateforme, ou en tout cas pour les comptes de l'aéroport futur, car ces fonds investis pour financer les investissements se rémunèrent, et ce, largement. Cependant, c'est un point extrêmement intéressant. Les deux autres candidats, à l'inverse, font appel classiquement à des établissements financiers pour financer les investissements. On a donc un peu moins de robustesse. C'est principalement cela.

On rappelle également un point très positif dans la manière dont le candidat EIFFAGE/AMP a construit son offre. C'est cette robustesse réelle des hypothèses qui ont été prises, tant en termes de charges que de produits, et qui nous conduisent à penser que la rémunération annoncée devrait être conforme en réalité à ces prévisions. On est moins confortable avec les chiffres annoncés par les autres candidats. Cela compense l'intérêt que pouvait avoir un autofinancement de l'investissement par les actionnaires.

M. DE LABROSSE.- Sur le niveau de garantie juridique et de contrôle, comme je l'ai indiqué tout à l'heure, le candidat EIFFAGE/AMP a fait très peu de modifications sur le projet de contrat, voire dans certains cas, même amélioré le partage des risques proposé, notamment sur l'engagement de stabilité, en allant au-delà de l'engagement prévu par le SMALIM.

Ce candidat a dans les deux cas, à la fois sur le niveau de garantie juridique, mais aussi sur le contrôle, la note maximale de 5. Le candidat CCI/EGIS a assez fortement amélioré pendant la phase de négociation le partage des risques tels qu'il a été proposé par le contrat. Cela a conduit à bénéficier d'une note de 4.

En dernier élément, Vinci Airports a fait une offre assez en deçà des attentes du SMALIM sur le partage des risques et le niveau de contrôle. C'est la raison pour laquelle ce candidat a une notation de 2 et 3.

M. CAVE.- Sur la partie développement durable et contribution économique, EIFFAGE/AMP se démarque premier, par rapport à Vinci Airports et CCI/EGIS qui terminent *ex aequo* deuxièmes.

Sur la partie contribution économique et sociale, il y a la volonté de mettre en place un Comité avec le SMALIM et tous les acteurs partenaires du développement économique régulier, pour faire un bilan des retombées économiques, un suivi, et avoir une action concertée avec l'ensemble des acteurs du secteur, pour suivre cet enjeu important lié à l'aéroport.

Sur la partie environnementale et nuisance sonore, comme introduit initialement, il y a un engagement sur les vols de nuit. C'est un point important. Aussi, il y a une volonté de moduler les redevances aériennes et « *d'incentiver* » les compagnies les plus propres en termes d'environnement et de bruit par rapport à des compagnies de type charter, qui utilisent des avions plus vieux, plus bruyants et donc, plus gênants pour l'environnement de l'aéroport, notamment pour les riverains.

Sur la partie politique Ressources Humaines et qualité d'emploi, les notes sont arrondies, mais finalement, Vinci Airports et EIFFAGE/AMP se démarquaient par une politique groupe, et l'apport d'un ensemble d'avantages pour les salariés qui étaient plus importants par rapport à CCI/EGIS.

Le point important est que tout changement dans l'équipe dirigeante de la société de gestion sera soumis à un avis et une consultation du SMALIM, pour bien valider que vous êtes d'accord avec un changement de la gouvernance.

Mme MARAIS BEUIL.- Au niveau environnemental, EIFFAGE/AMP a-t-il envisagé au moment des rotations de pouvoir brancher des avions sur du secteur électrique plutôt que de laisser tourner les moteurs ? On sait que c'est une économie d'énergie et de pollution sonore.

M. CAVE.- Oui, ils ont clairement indiqué une volonté de développer le 400 Hz.

Mme MARAIS BEUIL.- C'est prévu ?

M. CAVE.- Oui.

M. AMIEUX.- Pour le dernier critère, en termes de qualité de services rendus aux passagers, le candidat EIFFAGE/AMP se démarque vis-à-vis des deux autres candidats. Il termine premier avec la 2^e place pour Vinci Airports. Enfin, la 3^e est pour la CCI/EGIS. Réellement, l'offre de la CCI/EGIS était moins engageante, avec beaucoup moins de propositions en termes de développement de la mobilité, de la navette, et également sur la capacité d'adaptation à l'évolution de prise en compte des nouveaux usages. Sur ce chapitre, EIFFAGE/AMP a été beaucoup plus engageant, en détaillant un calendrier d'exécution et de mise en place de différentes propositions.

M. DE LABROSSE.- Je vais vous présenter les caractéristiques essentielles du contrat qui serait conclu. Je rappelle que l'objet du contrat porte sur la gestion d'entretien, le renouvellement, l'exploitation et le développement de l'aéroport de Lille-Lesquin, avec une durée de contrat de 20 ans à compter du 1^{er} janvier 2020, sous réserve de l'obtention par le groupement des agréments nécessaires à l'exploitation d'un aéroport. La durée de 20 ans s'explique par le montant important des investissements réalisés, et la durée d'amortissement des investissements en résultant, calculés sur cette période.

Dans les principales prestations, on retrouve l'exploitation de l'aéroport, son entretien et la conservation du domaine public, la réalisation de l'ensemble des travaux et investissements nécessaires au bon fonctionnement et développement de l'aéroport. À chaque fois, ces différents engagements sont annexés au contrat. Les éléments constitutifs de l'offre du candidat qui portent les engagements sont annexés au contrat, pour rendre engageants les éléments pris dans le cadre de l'offre. Ensuite, il y a un plan ambitieux en matière de e-services, la fourniture de services d'assistance en escale, transports entre les aéronefs et les installations des blocs trafics, l'entretien et l'exploitation de l'aérogare passager et fret, avec enfin, l'entretien des voies routières et parcs de stationnement. On est sur une mission globale portant sur l'exploitation de la totalité de la plateforme aéroportuaire.

Sur la forme juridique de la société, c'est une société dédiée qui sera exclusivement centrée sur l'exploitation de l'aéroport. Cela figure dans son objet statutaire. Cette société est créée sous forme de société par action simplifiée, avec des fonds propres apportés par les actionnaires. Comme je l'ai dit tout à l'heure, la société EIFFAGE détiendra 90 % de l'actionnariat de la société, et Aéroport Marseille détiendra 10 % de cette société.

On est sur un financement externe majoritaire à hauteur de 60 M€. Toutefois, les actionnaires apportent des fonds propres et quasi-fonds propres de manière importante. Ces fonds propres porteront à 6,8 M€ le capital de la société, avec une possibilité d'abonder jusqu'à 29,7 M€ en compte courant. Le groupe EIFFAGE apportera une lettre de soutien de la maison mère, confirmant en toutes circonstances cette capacité d'apporter les 29,7 M€, y compris si les financements externes ne sont pas acquis. Il y a donc un engagement fort du groupe EIFFAGE d'apporter les sommes nécessaires à la réalisation notamment des investissements.

Comme je vous l'ai indiqué, la société a pour objectif exclusif la concession de l'aéroport. Il ne lui sera pas possible d'exercer d'autres activités ou de prendre des parts dans d'autres plateformes aéroportuaires. Le contrat prévoit la possibilité de développer des activités accessoires ou complémentaires, mais là aussi avec accord préalable du SMALIM. Le siège social sera situé à l'aéroport. Les frais de création et de gestion de cette société sont d'ores et déjà inclus dans les comptes d'exploitation prévisionnelle de la concession.

Pour garantir ces engagements au titre du contrat, il a été demandé au groupe de produire une garantie à première demande, qui peut être actionnée à n'importe quel moment sans que puissent être opposées les exceptions tirées des clauses du contrat. Cette garantie a été fixée à 1 M€ jusqu'à la première année, et correspondra ensuite à 3 % du chiffre d'affaires prévisionnel, ce qui correspond à un niveau de garantie à hauteur de 1,6 M€. Cette garantie est reconstituable. Si, à un moment ou un autre, le SMALIM décide de faire appel à cette garantie, le groupement devra nécessairement reconstituer la garantie pour toujours conserver ce niveau de 1,6 M€.

Pour l'entretien des biens de retour, la société s'engage à remettre en fin de contrat les biens en bon état d'entretien et de fonctionnement ; une garantie bancaire à hauteur de 600 000 € est prévue pour garantir cet engagement en fin de contrat.

Aussi, je l'ai abordé tout à l'heure, le contrat prévoit un droit d'information et de contrôle permanent du service délégué par le SMALIM. Il convient de rappeler que c'est un point d'attention tout particulier qui a été mis en place lors de la rédaction du contrat. Le retour et le bilan qui avaient été faits du précédent contrat montraient que sur ce droit d'information et de contrôle, le contrat pouvait comporter un certain nombre de défaillances. C'est la raison pour laquelle les éléments sont beaucoup plus précis sur ce qui peut être demandé dans le cadre de son contrôle par l'autorité concédante, à la fois dans la transmission des éléments dans le cadre du rapport annuel, mais aussi en cas d'audit diligenté par le SMALIM à l'égard de son concessionnaire.

Là aussi, il y a un niveau de pénalité très important, avec l'introduction de cette pénalité ballet et un plafond de pénalités de 1 M€. Cela permet de garantir une efficacité des sanctions qui pourraient être mises en œuvre dans le cadre de l'exécution du contrat, notamment en cas de défaillance de la société, y compris lorsque des données seraient susceptibles de manquer. Dans ce cas, il est prévu des pénalités qui ne sont pas forfaitaires, mais prévues par jour de retard, et donc, qui ont vocation à augmenter dans le temps si la société ne réagit pas immédiatement aux demandes faites par le SMALIM.

Un rapport annuel d'activité transmis avant le 1^{er} mai et comporte un certain nombre d'items nécessaires pour permettre au SMALIM d'exercer un contrôle efficace. Cela respecte les dispositions du Code Général des Collectivités Territoriales. Puis, il y aura un bilan trimestriel à l'appui du Comité de suivi. C'est là aussi pour éviter de se retrouver dans une situation où le SMALIM n'est informé qu'une fois par an. Tous les trimestres, le concessionnaire devra remettre un certain nombre d'éléments permettant au SMALIM d'assurer un contrôle régulier.

Pour terminer, en fin de contrat, l'ensemble des biens et investissements seront remis au SMALIM sans indemnité. L'ensemble des investissements auront été amortis pendant la durée du contrat. Ils devront être remis en parfait état de fonctionnement, avec cette garantie qui pourra être éventuellement actionnée dans l'hypothèse où l'audit de fin de contrat mettrait en évidence des investissements mal entretenus.

Président, la présentation est terminée.

Mme MARAIS BEUIL. - J'ai bien noté cette présentation, ainsi que cet engagement de doubler le trafic. Plusieurs questions me viennent à l'esprit. Envisagent-ils régulièrement de réaliser des sondages auprès des passagers pour connaître leurs besoins, attentes et satisfaction, afin d'évoluer ? Envisagent-ils ce doublement uniquement sur l'évolution prévue du trafic aérien ? Ou envisagent-ils de travailler avec des offices de tourisme, par exemple, pour proposer des choses en relation ? Ce serait afin de faire rester les personnes un peu plus, que ces passagers transitent plus longtemps, et amènent donc une plus-value à

leur voyage sur le territoire des Hauts-de-France. Comment envisagent-ils ce doublement sur la plateforme de Lille-Lesquin ?

M. COULON, Président.- J'apporte la première précision. Pendant les négociations, j'ai présenté aux candidats la demande du SMALIM, au nom de la Région et de son Office régional du développement du tourisme, le CRT, que celui-ci dispose d'un espace de communication à définir. C'est pour que nous puissions faire la promotion des potentialités touristiques locales. Cela étant, c'est une fois arrivé que l'on peut prendre connaissance de ce potentiel. Cela veut dire qu'avant même de décider d'atterrir à Lille, il aura fallu que les passagers le fassent aussi à l'aune des potentialités.

En arrivant, il y aura une information très forte pour connaître ce qu'il y a en périphérie. J'ai déjà proposé au directeur du CRT de réfléchir à un positionnement stratégique à l'aune de ce qui existe aujourd'hui dans certains aéroports, pour savoir ce qui fonctionne ou pas, quels produits, quels outils, etc. Voilà sur la question des courts et moyens séjours. L'exploitant aura évidemment à cœur de travailler avec des compagnies pour vendre la destination de Lille ; c'est aussi notre intérêt.

Enfin, je voudrais vous préciser que sur la question de la qualité, ils y sont extrêmement sensibles. L'aéroport de Marseille a beaucoup travaillé sur ce sujet.

Je profite d'avoir le micro avant de le laisser à nos AMO pour revenir sur un point que j'ai oublié de verser à votre attention. L'aéroport de Marseille, c'est Marignane. C'est un exploitant qui est confronté aux mêmes problématiques de congestion et de trafic que nous, et qui a pourtant réussi à beaucoup développer le transport en commun. Il est donc très sensible à ce sujet de la thrombose routière et de la congestion automobile, d'où un certain nombre de propositions précises qui ont été faites, contrairement aux autres candidats. Je vous laisse compléter sur la qualité.

Mme MARAIS BEUIL.- On n'a absolument pas parlé de la plateforme numérique de l'aéroport. Qu'ont-ils prévu sur cette plateforme ? Cela peut être un lien direct avec le tourisme.

M. CAVE.- Tout d'abord sur les sondages passagers, 3 points ont été clairement mis en avant. C'est en premier lieu l'introduction d'un certain nombre de *smileys boxes*, que l'on voit dans les aéroports pour dire si l'on est satisfait ou pas dans les différents secteurs. Ensuite, ils font des enquêtes passagers ; cela fait partie du suivi récurrent qui sera remonté au SMALIM. En dernier point, ils vont s'inscrire dans le protocole ACI-ASQ. C'est un protocole mondial. 900 aéroports dans le monde y participent. Cela permet de se *benchmarker* par rapport aux aéroports de la même taille et de la même zone. Cela permet de savoir sur le circuit passager si les toilettes sont jugées propres par rapport à ce que l'on observe dans les autres aéroports, si le passage du poste d'inspection filtrage s'est bien passé, etc. Ils s'inscriront, feront un *reporting*, et donneront même un accès au SMALIM à ce portail pour que l'on puisse suivre cela. C'est sur la partie passagers.

Sur l'aspect catalytique, il y a l'idée de bien construire notamment le segment des passagers import pour les dépenses touristiques sur le territoire. Cela fait partie des comités qu'ils ont introduits dans la partie de suivi et contribution économique, le Comité de suivi des retombées économiques, avec les partenaires locaux. C'est pour bien suivre cela, pouvoir construire des stratégies gagnantes sur les lignes qui sont les plus à vecteur contributeur pour le territoire, et suivre cela aussi avec les enquêtes. Tous les 3 ans, ils vont faire des enquêtes pour suivre les retombées économiques.

M. AMIEUX.- Le candidat proposait une refonte du site Internet de l'aéroport pour tout ce qui est également gestion des parkings, réservation des parkings, etc. C'est aussi pour augmenter la visibilité de la plateforme de l'aéroport. Une refonte du site est donc également prévue dans leur offre.

M. COULON, Président.- Il y a aussi des solutions sur Smartphone, aujourd'hui dédiées au personnel exploitant sur l'aéroport Marseille-Provence. Elles vont permettre d'alimenter l'information aux passagers sur le temps de traitement du flux. On aura accès à un site Internet sur un téléphone, mais à des outils qui permettent d'anticiper les questions de fluidité pour choisir les bornes d'accès, etc. Ils ont vraiment envie de nous faire passer de l'ère du Minitel, qui est celle de l'aéroport de Lille, à l'ère du numérique. Ils ont certains outils très intéressants, notamment pour le personnel qui, avec l'aide de leur téléphone, iront sur une file pour accélérer le traitement à un endroit ou à un autre. Ces outils de gestion du flux passager seront soumis à profit des passagers eux-mêmes, pour se prendre en charge et être alertés sur la fluidité de la plateforme.

S'il n'y a pas d'autres remarques, je résume en quelques secondes ce qui a été dit avec précision. J'avais un mandat reçu de la part du Comité Syndical, qui était celui de faire le développement de manière maîtrisée, avec une défense des intérêts publics, et en faisant en sorte que l'on ait une plateforme qui permette de voir l'avenir sans aucune difficulté.

Aujourd'hui, il me semble que la mission est réussie. La candidature d'EIFFAGE/AMP que nous vous proposons de retenir reprend l'ensemble de ces paramètres. C'est une offre qui, en nombre de mouvements, nous fait croître de 20 %, puisque nous sommes à 20 000 aujourd'hui et à 24 000 dans 20 ans. C'est une croissance maîtrisée de 3 % par an tandis que nous avions 6 % jusqu'alors. On est donc vraiment dans la maîtrise du flux. Ce sont également les moyens de les maîtriser, notamment les nuisances sonores, de la redevance incitative, des avions basés, capacitaires, plus modernes. Ils seront très vigilants vis-à-vis de ces sujets.

Cette offre est intéressante car elle nous permet de voir au-delà de 2039 sans problème et de ne pas être dans la situation actuelle. Nous aurons 2 ou 3 ans assez difficiles car nous serons autour de 2,2 millions, 2,3 millions, ou 2,5 millions en 2021 et 2022. Il faudra donc être très à l'étroit à certains moments.

Sur le transport collectif, nous en avons beaucoup parlé, et je souhaite que le SMALIM participe au secourage du cocotier de ce sujet. Parfois, on attend quelques décisions, mais nous pouvons apporter notre contribution à cette problématique de la congestion locale. Nous devons apporter, et ce candidat le fait, du transport collectif de manière significative.

Aussi, la rémunération du SMALIM ne s'apprécie pas uniquement que par le « *cash* », si vous me permettez cette expression, mais aussi par la qualité de l'infrastructure qui sortira, l'entretien de celle-ci dans une durée record, 2023, où 85 % des investissements seront consentis. L'emploi est important, ce sont 75 emplois supplémentaires, tandis que d'autres candidats en voyaient à peine une dizaine sur la durée de la concession. Il y a la polyvalence et la qualité de l'infrastructure, avec cette jetée, les séparations très claires des flux, départs, arrivées, et plus de confort au sein de la plateforme.

Juridiquement, je n'y reviens pas. Ils ont été extrêmement coopératifs. Ils sont même allés au-delà de nos besoins. Tant mieux, c'est une force qu'ils ont voulu nous témoigner. Nous avons réussi en négociation à obtenir une inversion de flux de 30 M€ ; -15 M€ pour eux, +15 M€ pour nous, ce n'est pas rien. Cela veut dire qu'ils respectent beaucoup l'intérêt public que nous représentons.

Voilà pourquoi, mes chers collègues, je vous propose de vous prononcer, sauf s'il y a des remarques, sur la délibération qui vous a été transmise, par laquelle le Comité Syndical fait le choix de la candidature du groupement EIFFAGE/AMP. Il y a des interventions ?

M. FOUTRY.- Je voulais souligner la qualité du travail qui a été mené, et la qualité des réponses qui nous ont été apportées, notamment lors de la réunion du 20 juin. C'est appréciable quand nous sommes amenés à prendre une telle décision.

Je n'ai pas de problème pour le vote, compte tenu de tous les éléments qui ont été donnés. J'aurai toutefois deux points d'attention qui, au fil du temps, attireront plus particulièrement mon œil. Ce sont les engagements qui ont été pris par rapport à toutes les conditions environnementales, et du respect d'un certain nombre de riverains sur les amendes, et tout ce qui est vols de nuit, avions bruyants ; je serai particulièrement attentif à cela.

En second point, c'est le développement des transports en commun, de la jonction, puisque l'on est sur quelque chose d'ambitieux, avec +17 %. C'est un point qui fera particulièrement l'objet d'une attention, car c'est effectivement un des enjeux. Ce n'est pas le principal enjeu, bien sûr, mais c'est un des enjeux pour l'attractivité de notre Métropole et de cet aéroport ; c'est lutter contre ces encombrements.

M. DURAND.- Ici, je suis en qualité de représentant de la MEL, Conseil métropolitain. Dans le SDIT, le Schéma de Développement des Infrastructures des Transports, qui a été voté au moins de juin, je regrette qu'il n'y ait pas forcément un développement prévu vers Lesquin. L'élu de Faches-Thumesnil peut en témoigner, car il a été également pris dans la tourmente de la suppression complète d'un axe de transport lourd en commun. Il n'y en a plus.

M. LEBAS.- Je me suis donc abstenu, cher ami.

M. DURAND.- Oui, c'est vrai que c'est ton groupe qui était à la présentation du SDIT.

Il y a aussi un aspect que je tire : ce sont les transports structurants routiers. Il n'y a pas un euro prévu au niveau de la MEL sur les infrastructures routières vis-à-vis de notre aéroport de Lille-Lesquin. Aujourd'hui, l'aéroport de Lille-Lesquin est un *no man's land*.

Je me suis déjà exprimé au titre du Conseil métropolitain au bureau de la Métropole à ce sujet.

Mme MARAIS BEUIL.- C'est forcément ce qui bloquera le développement.

M. DURAND.- J'ai posé la question au BIPE, haut spécialiste. On m'a dit que ce n'était pas un frein à 4 millions, notre objectif.

M. COULON, Président.- C'est un débat que le Conseil métropolitain ne manquera pas d'alimenter dans les 20 ans qui viennent, après que les électeurs aient parlé d'ici quelques mois.

Y a-t-il d'autres interventions ?

(Il n'y en a pas.)

Je vous propose que l'on se prononce sur la délibération 2019-22.

M. BERTRAND.- Comment faut-il voter ? Est-ce à bulletin secret ?

M. COULON, Président.- Non, c'est à main levée.

C'est la délibération 2019-22P, qui a comme attendu l'approbation du groupement Eiffage-AMP en qualité d'attributaire et de Délégation de Service Public, l'approbation du projet de contrat, l'autorisation à signer ce projet de contrat me concernant, l'autorisation me concernant à prendre les mesures nécessaires à l'exécution de tout acte administratif afférent, et de procéder aux mesures de publicités nécessaires et d'affecter une somme de 10 000 € au chapitre 011 article 6231 du budget annexe de Lesquin.

Chers collègues, qui approuve cette proposition d'attribution au groupement Eiffage-AMP ? Qui est pour ?

Qui est contre ?

Qui s'abstient ?

D2019-22

Votes Pour : 13

Ne participent pas au vote : 0

Abstentions : 0

Votes Contre : 0

La délibération est adoptée à l'unanimité.

Je vous en remercie, c'est à l'unanimité que le Comité Syndical approuve cette proposition.

Encore une fois, merci pour votre travail. Ce n'est pas fini, on a encore quelques jours de travail jusqu'à la fin du mois de juillet. Je voudrais sincèrement vous remercier au nom du Comité syndical pour le travail que vous avez fourni à nos côtés.

Il y a quelques délibérations supplémentaires, Madame DELATTRE.

I. Questions d'intérêt commun

- **Convention de mise à disposition d'un agent du Centre de Gestion de la Fonction Publique Territoriale du Nord pour une mission de Délégué à la Protection des Données auprès du SMALIM – Délibération**

Mme DELATTRE.- Il y a une délibération supplémentaire. Le RGPD est en vigueur depuis mai 2018. Le SMALIM doit donc veiller à la mise en œuvre des différents chantiers autour de la protection des données à caractère personnel.

Le Centre de Gestion de la Fonction Publique du Nord propose par conventionnement un service de délégué à la protection des données mutualisées. Il vous est donc proposé d'autoriser la signature d'une

convention bipartite avec le Centre de Gestion, pour la mise à disposition d'un agent du Centre de Gestion pour une mission de Délégué de Protection des Données auprès du SMALIM. Il s'agit de la délibération 2019-23.

M. COULON, Président.- Chers collègues, y a-t-il des demandes de précision sur cette délibération ?

M. DURAND.- Je ne souhaite pas participer au vote, étant le premier Vice-président du CDG.

M. COULON, Président.- Merci.

Je la mets aux voix.

Qui est pour ?

Qui est contre ?

Qui s'abstient ?

D2019-23

Votes Pour : 14

Ne participent pas au vote : 1

Abstentions : 0

Votes Contre : 0

Elle est approuvée à l'unanimité des participants. Nous avons noté la non-participation au vote de M. DURAND.

L'ordre du jour est terminé.

Mme DELATTRE.- Nous n'avons pas approuvé le PV du Comité Syndical du 28 mars 2019.

- **Approbation du Procès-verbal de la séance du 27 mars 2019**

M. COULON, Président.- Y a-t-il des observations ?

M. DURAND.- Tout le monde l'a lu.

M. COULON, Président.- Tout le monde l'a lu et le connaît par cœur. Il est approuvé à l'unanimité ?
(Approbation générale.)

II. Questions diverses

- **Calendrier des prochaines réunions (CCSPL, Comité Syndical...)**

Mme DELATTRE.- Nous envisageons une réunion de la Commission Consultative des Services Publics Locaux le 17 septembre 2019 prochain à 18 heures à Lille.

M. COULON, Président.- Il y aura sans doute un Comité Syndical afin notamment de pouvoir rencontrer le groupement EIFFAGE/AMP. Cela pourrait être éventuellement le 18 septembre.

Mme DELATTRE.- Oui, c'est cela.

M. COULON, Président.- Tout cela vous sera confirmé. Il y a également la nécessité de nous réunir pour délibérer notamment sur l'éventuel recrutement du futur directeur du SMALIM, puisque Mme Dominique VIOT va faire valoir ses droits à la retraite d'ici quelques mois.

Merci à vous. Bonnes vacances pour celles et ceux qui prennent la route.

(La séance est levée à 19 heures 21.)

ANNEXE 6

**avis hydrogéologique projet modernisation
aéroport de Lesquin**

AEROPORT DE LILLE SAS

CS 590227

59812 LESQUIN CEDEX

**AVIS HYDROGEOLOGIQUE SUR LE PROJET
MODERNISATION DE L'AEROPORT DE LILLE SUR LA COMMUNE DE LESQUIN (59812)**

**Expertise d'Hydrogéologue Agréé
en matière d'hygiène publique**

Par
Jamal EL KHATTABI
*Hydrogéologue Agréé en matière
d'hygiène publique pour le département Nord, Pas-de-Calais-Aisne*

Lille 17 décembre 2021

SOMMAIRE

I. INTRODUCTION	5
II. NATURE ET SITUATION GEOGRAPHIQUE DU PROJET	6
III. CONTEXTE GEOLOGIQUE ET HYDROGEOLOGIQUE	14
IV. RISQUES INDUITS PAR LE PROJET VIS-A-VIS DE LA NAPPE EXPLOITEE A DES FINS ALIMENTAIRES	20
V. GESTION DES EAUX PLUVIALES, DES EAUX USEES ET DE LA POLLUTION DANS LE CADRE DU PROJET	28
1. Eaux usées	28
2. Eaux pluviales	29
<i>2.1. Description de la gestion actuelle</i>	29
<i>2.2. Gestion de la pollution</i>	33
VI. SURVEILLANCE ET QUALITE DES EAUX SUPERFICIELLES ET SOUTERRAINES	35
1. Surveillance et qualité des eaux superficielles	35
2. Ouvrages de surveillance des eaux souterraines	36
3. Qualité des eaux souterraines	36
4. Modélisation du fonctionnement du réseau actuel	37
5. Adaptation de la gestion des eaux pluviales	39
6. Déconnexion de certaines surfaces actives	40
7. La modélisation hydrodispersive de la pollution	42
VII. GÉOTHERMIE SUR SONDES VERTICALES : RÉALISATION D'UNE SONDE TEST ET D'UN TEST DE RÉPONSE	46
VIII. AVIS SUR LE PROJET	49

FIGURES

Figure 1. Localisation géographique de l'aéroport de Lille-Lesquin.

Figure 2. Aérogare existante.

Figure 3. Capacité du terminal avec et sans projet.

Figure 4. Opérations du projet.

Figure 5. Préfiguration du projet de modernisation de l'aéroport.

Figure 6. Nouvelle façade côté ville et parvis multimodal.

Figure 7. Principe d'aménagement des parkings.

Figure 8. Hauteurs moyennes de précipitations enregistrées à Lesquin (1981-2010).

Figure 9. Températures moyennes minimales et maximales enregistrées à Lesquin (1981-2010).

Figure 10. Extrait de la carte géologique du secteur avec positionnement des failles majeures, des champs captants et puits industriels.

Figure 11. Relation entre les isohypses du toit des marnes du Turonien moyen et les linéaments structuraux.

Figure 12. Bassins versants en Artois Picardie (Agence de l'eau).

Figure 13. Délimitation des masses d'eau souterraines selon le SDAGE ARTOIS PICARDIE.

Figure 14. Carte piézométrique des hautes eaux (mai 2001) de la nappe de la craie (AEAP).

Figure 15. Chronique piézométrique de la nappe de la craie au droit du forage 00203A0359/Pz2 (ADES).

Figure 16. Carte piézométrique locale de la nappe de la craie relevés des 04 et 05 mai 2020.

Figure 17. Carte piézométrique locale de la nappe de la craie relevés du 28 octobre 2020.

Figure 18. Evolution des prélèvements dans les champs captants de Sud de Lille entre 1983 et 2018.

Figure 19. Secteurs du PIG et localisation de l'aéroport.

Figure 20. Aire d'alimentation des champs captant de Sud de Lille.

Figure 21. Vulnérabilité de la nappe de la craie au sein de l'AAC des champs captants du Sud de LILLE.

Figure 22. Localisation des piézomètres présents au sein de l'aéroport.

Figure 23. Localisation du réseau d'eaux usées (ADL, 2016).

Figure 24. Grands bassins-versants et exutoires (ADL, 2016).

Figure 25. Localisation du réseau d'eaux pluviales (ADL, 2021).

Figure 26. Sous-bassins-versants (ADL, 2021).

Figure 27. Surfaces imperméabilisées existants par sous-bassin-versant (ADL, 2021).

Figure 28. Principe de gestion des eaux pluviales (EODD, 2020).

Figure 29. Localisation des séparateurs à hydrocarbures (EODD, 2020).

Figure 30. Etude de l'état des lieux et requalification du réseaux d'assainissement de l'eau de pluie (SOGAREL, 2017).

Figure 31. Plan du réseau pour une pluie 20 ans 4 heures (Etude hydraulique projet, Verdi Environnement).

Figure 32. Plan de principe de gestion des eaux pluviales du parking P7, noue d'infiltration à l'Est (Etude hydraulique projet, Verdi Environnement).

Figure 33. Simulation d'un élément miscible type COT 36 mg/l en continu de 2009 à fin 2020 - demi-vie de 12 jours (maille de 50 m de côté) - juillet 2018 (SB20, 2021).

Figure 34. Simulation des hydrocarbures - demi-vie de 28 jours (maille de 50 m de côté).

TABLEAUX

Tableau I. Projections de trafic dans le scénario de référence et le scénario projet.

Tableau II. Résultats analytiques au droit du réseau de surveillance (balance ionique, métaux, indice HC).

Tableau III. Résultats des analyses effectuées sur les rejets au droit des bassins tampons.

Tableau IV. Caractéristiques des sous-bassins-versants (ADL 2021).

Tableau V. Caractéristiques des sous-bassins-versants (ADL 2021).

Tableau VI. Analyses effectuées sur les rejets au droit des bassins d'infiltration (Source - Etude hydrogéologique état initial, SB20 2020, ANNEXE 06)

Tableau VII. Synthèse des prélèvements réalisés au niveau du bassin sud (ADL).

Tableau VIII. Bilan des surfaces Etat initial / Etat projet.

Tableau IX. Répartitions des surfaces imperméabilisées dans le projet.

Tableau X. Synthèse des volumes de pluies entrant dans les bassins de rétention, comparaison état initial et état projet (EODD, Etude hydraulique Modélisation projet, Verdi Environnement).

Tableau XI. Caractéristiques des futures noues d'infiltration.

Tableau XII. Volumes et concentrations en polluants, situation actuelle et future, par bassin (SB20, 2021).

I. INTRODUCTION

Suite à la demande de la société AEROPORT DE LILLE SAS, j'ai été désigné sur proposition de Madame Barbara LOUCHE, Coordonnatrice Départemental des hydrogéologues agréés en matière d'hygiène publique et par l'Agence Régionale de Santé Nord-Pas de Calais « ARS » en date de 23 septembre 2021, pour leur transmettre un avis hydrogéologique dans le cadre du projet : modernisation de l'aéroport de Lille à Lesquin. La demande concernant l'avis d'un hydrogéologue expert est justifiée par la localisation du projet en zone de vulnérabilité de la nappe de la craie et tout particulièrement en zone d'influence des captages des champs captants de Sud de Lille ainsi que l'influence des deux dépressions piézométriques présentes sous le bassin d'ORCHIES. Pour le premier secteur l'aéroport se situe en plein zone du Projet d'Intérêt Générale (PIG Secteur S2) et en partie sur l'Aire d'Alimentation des Captages (AAC).

La maîtrise d'ouvrage est assurée par la société AEROPORT DE LILLE SAS. Un dossier contenant l'ensemble des études réalisées m'a été soumis.

Une visite de l'aéroport de l'ensemble des secteurs concernés par le projet y compris les deux pistes a été réalisée le 19 octobre 2021 en compagnie de Monsieur Éric VANDAMME Directeur Programme (Aéroport de Lille S.A.S.), Ronan ARDAENS Chargé d'environnement et des relations riverains (Service Qualité Sécurité Environnement), Madame Sabine BASTIN Ingénieur Hydrogéologue (SB₂O Ingénierie & Environnement), Stéphane Dandoy Assistant Maîtrise d'ouvrage - Directeur de Projet (Eiffage Construction Nord Pas de Calais), Lucie Lavogiez, Cécile Barras Responsable de projets Aménagement Durable (EODD) et Sarah BADR Chargée d'études Aménagement Durable - Agence Paris (13e) (EODD). Afin d'analyser la compatibilité du projet avec la protection de la ressource en eau, cette expertise s'appuie sur :

- ⇒ Le dossier établi par la société AEROPORT DE LILLE SAS. ;
- ⇒ Les rapports techniques établis par la société SB₂O ;
- ⇒ Avis hydrogéologique établi par Madame Barbara LOUCHE ;
- ⇒ L'examen des cartes géologiques au 1/50 000 des feuilles de LILLE (14) et de CARVIN (20) ;
- ⇒ La compilation des dossiers de la Banque des Données du Sous-Sol (Bureau de Recherches Géologiques et Minières) ;
- ⇒ Le site SIGES Nord-Pas-De-Calais (Système d'information pour la gestion des eaux souterraines en Nord-Pas de Calais) ;
- ⇒ La visite du site, le 19 octobre 2021 et la réunion en visioconférence le 30 novembre 2021.

II. NATURE ET SITUATION GEOGRAPHIQUE DU PROJET

L'aéroport de Lille (Lesquin) est géré depuis le 1^{er} janvier 2020 par la société Aéroport de Lille SAS, un consortium constitué d'Eiffage (actionnaire majoritaire), de l'Aéroport Marseille Provence, dans le cadre d'une concession attribuée jusqu'en 2039 par le Syndicat mixte des aérodromes de Lille Lesquin (SMALIM) et de Merville, regroupant la Région Hauts de France, la Métropole Européenne de Lille (MEL) et la Communauté de communes Flandre Lys).

L'aéroport de Lille se situe sur les communes de Lesquin, Fretin, Avelin, Vendeville et Templemars, à environ 10 km au Sud du centre-ville de Lille, dans le département du Nord (59), dans la Région Hauts-de-France. L'aéroport est localisé à proximité des réseaux structurants de transports : à 10 km des gares du centre de Lille et du TGV, en connexion directe avec les autoroutes A1 et A23. Il se situe dans un territoire de transition entre ruralité et urbanité (Figure 1).

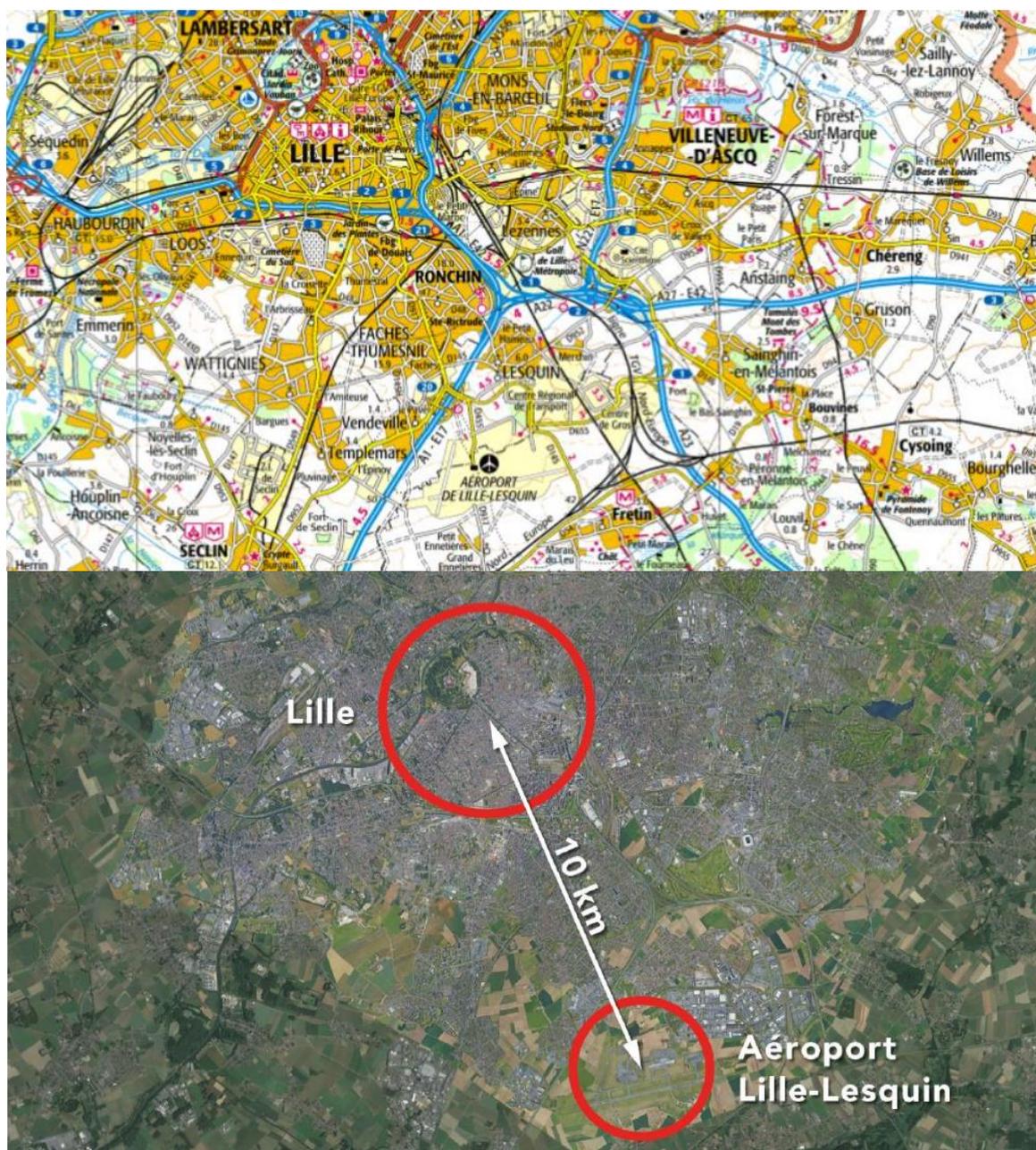


Figure 1. Localisation géographique de l'aéroport de Lille-Lesquin.

La plateforme aéroportuaire s'étend sur environ 470 hectares. Elle est divisée en deux sous-ensembles que sont le côté ville, libre d'accès, et le côté piste, qui fait l'objet d'une réglementation spécifique.

L'aéroport dispose d'une aérogare passagers d'une surface d'environ 18 000 m², bâtiment principal construit en 1996 (Figure 2). L'aéroport dispose également d'une aérogare fret de 21 000 m² environ.

L'aéroport possède deux pistes :

- La principale, orientée Ouest/Est d'une longueur de 2 825 m pour 45 m de largeur, accueille le trafic commercial ;
- La seconde, orientée Nord/Sud, d'une longueur de 1 600 m pour 30 m de largeur, est réservée aux avions de tourisme et d'affaire.

Environ 4 200 places de stationnement se répartissent côté ville, entre les « dépose express », les parkings courtes et longues durées, ainsi qu'un espace pour les navettes (8 places de parking).



Figure 2. Aérogare existante.

Avec 2,2 millions de passagers en 2019, l'aéroport de Lille est régulièrement desservi par 11 compagnies aériennes et propose 65 destinations directes vers la France, l'Europe, l'Afrique du Nord et le Proche Orient (Turquie, Egypte). Il est classé au 10^{ème} rang national des aéroports en nombre de passagers. En 2019, la plateforme a accueilli 32 668 mouvements d'avions sur l'année :

- Les vols commerciaux¹ représentent 65% du nombre de mouvements d'avions (21139 mouvements en 2019).
- Le reste des vols (11 529 mouvements) correspond à des escales techniques, ou à des vols militaires, officiels, privés (y compris aéroclub), d'entraînements, d'évacuation sanitaire.

L'aéroport de Lille est passé en 2020 dans le champ de compétences de l'ACNUSA, Autorité de Contrôle des Nuisances Aéroportuaires. Jusqu'en 2019 il n'avait en effet pas atteint le seuil de trafic requis (20.000 mouvements d'avions de plus de 20 tonnes).

Toutefois, les plateformes aéroportuaires sont soumises à des évolutions réglementaires continues. Afin de conserver sa certification et ses autorisations à opérer, l'aéroport de Lille devra, avec ou sans projet de modernisation, conduire plusieurs opérations pour pouvoir poursuivre son activité. Ces changements réglementaires concernent aussi bien les normes de sécurité liées aux mouvements d'avions en vol ou au sol (accotements, taxiways), que la sûreté de l'aéroport, interne (tri et contrôle des bagages de soute) et externe (protection du bâtiment et des abords). Les évolutions des normes et règlements permettent d'adapter les plateformes face aux risques en matière de sûreté, et de sécurité. Par ailleurs, le terminal est dimensionné, lors de sa mise en service en 1996, pour un trafic annuel de 1,5 million de passagers. Il a depuis fait l'objet de réaménagements intérieurs successifs. Ces

réaménagements ont jusqu'à présent permis de répondre aux évolutions réglementaires en matière de sûreté et d'accroître les surfaces et les équipements nécessaires à l'accueil des passagers et de leurs bagages. Avec un trafic annuel en 2019 proche des 2,2 millions de passagers, ce terminal atteint certains jours le seuil de saturation, notamment en saison estivale. Durant les périodes de forte affluence, les voyageurs sont confrontés à plusieurs difficultés : saturation des salles d'embarquement, des halls arrivées, des parkings et de la rampe d'accès routier, files d'attente aux banques d'enregistrement et aux postes d'inspection filtrage, nombre limité de postes avion au contact, impliquant de prendre le bus ou de marcher pour embarquer. Enfin, ce niveau de saturation est moins conciliable avec les règles de prévention sanitaire.

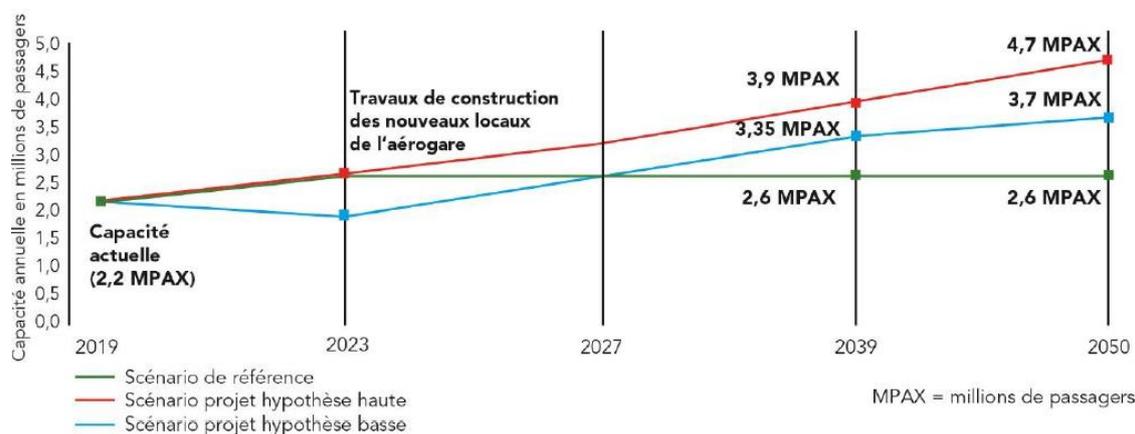


Figure 3. Capacité du terminal avec et sans projet.

Ces périodes de congestion seront de plus en plus fréquentes si l'aménagement de l'aérogare n'est pas repensé, et entraîneront notamment une diminution de la qualité de service. Cette saturation provoquerait par ailleurs une dégradation du niveau de services de l'aéroport. D'après les projections réalisées (avant la crise sanitaire), cette saturation pourrait être atteinte dès 2023. Le scénario de croissance retenu pour le projet vise 3,9 millions de passagers à l'horizon 2039, soit une croissance de moins de 3% par an entre 2019 et 2039 (Tableau I). Cela correspond à un trafic aérien évalué à 24 729 mouvements commerciaux avec passagers en 2039, soit en moyenne 33 à 34 décollages par jour, traduisant une augmentation moins importante du nombre de vols que du nombre de passagers, grâce à la poursuite de l'augmentation de l'import moyen. En scénario de référence, le trafic est plafonné à 2,6 millions de passagers à partir de 2023 compte tenu de la saturation de l'aérogare avec un tel trafic.

Tableau I. Projections de trafic dans le scénario de référence et le scénario projet.

		Hypothèses	2019	2023	2027	2039	2050
Scénario de référence	Nombre passagers	Haute	2 189 221	2 644 946	2 644 945	2 644 992	2 645 020
	Nombres de mouvements commerciaux avec passagers	Haute	21 139	19 528	19 528	19 538	19 543
	Nombres de mouvements totaux	Haute	32 668	29 017	29 570	31 500	33 449
Scénario projet	Nombre passagers	Basse	2 189 221	2 091 712	2 660 837	3 352 045	3 668 020
		Haute	2 189 221	2 644 946	2 903 440	3 901 727	4 675 484
	Nombres de mouvements commerciaux avec passagers	Basse	21 139	16 076	21 025	23 693	25 679
		Haute	21 139	19 528	20 065	24 729	28 836
	Nombres de mouvements totaux	Basse	32 668	25 565	31 066	35 655	39 585
		Haute	32 668	29 017	30 107	36 691	42 742

Le projet comporte deux grands types d'opérations (Figure 4) : celles permettant de mettre l'aéroport en conformité avec les réglementations futures afin de répondre aux enjeux de sécurité et de sûreté (qui constituent le scénario de référence, sans projet), et celles qui visent à moderniser l'aéroport pour l'adapter aux trafics futurs (le scénario projet).

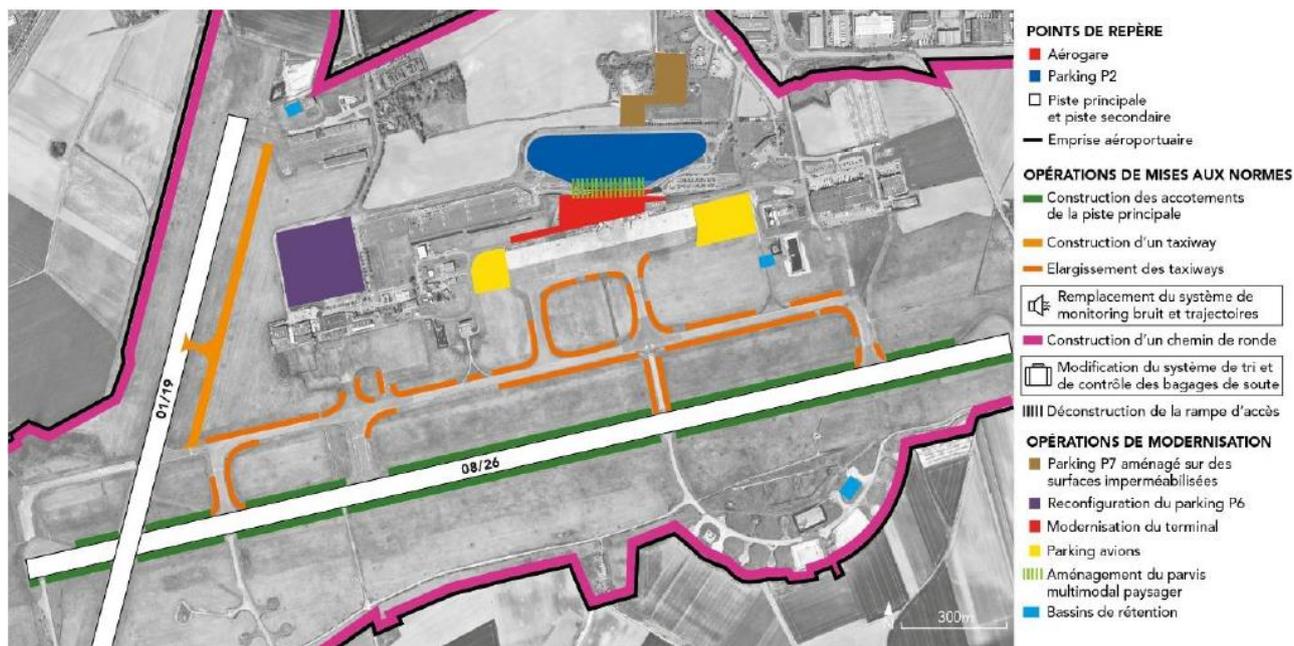


Figure 4. Opérations du projet.

Le projet présenté intègre des opérations d'adaptation afin d'assurer la conformité aux évolutions réglementaires ou aux améliorations requises en matière de sécurité ou de sûreté du transport aérien. En l'absence de projet de modernisation, les opérations suivantes devront nécessairement être réalisées :

- Construction des accotements de la piste principale 08-26, afin que le certificat de sécurité 10 aéroportuaire actuellement détenu par l'aéroport de Lille ne soit pas remis en cause ;
- Construction d'un taxiway parallèle à la piste secondaire 01-19 ; pour répondre aux demandes des services de l'Aviation Civile et assurer la conformité au contrat de Délégation de Service Public ;
- Elargissement des taxiways et des congés de raccordement, en cas de réfection de ceux-ci, afin que le certificat de sécurité 11 aéroportuaire actuellement détenu par ADL ne soit pas remis en cause ;
- Réfection des éclairages des postes de stationnement avions, afin que le certificat de sécurité 12 aéroportuaire actuellement détenu par ADL ne soit pas remis en cause ;
- Remplacement du système de monitoring bruit et trajectoires (stations de mesure de bruit et système d'acquisition et de traitement des données trajectographiques), afin de poursuivre dans de bonnes conditions la surveillance bruit actuellement opérée, d'intégrer des évolutions fonctionnelles souhaitables et de répondre aux prescriptions de l'ACNUSA ;
- Construction d'un chemin de ronde aux abords des clôtures périmétriques, afin d'améliorer le contrôle périodique des clôtures et en cas d'intervention, et de respecter le cahier des charges du SMALIM ;
- Mise aux normes du système de tri et de contrôle des bagages de soute (consécutives à

l'évolution des exigences réglementaires en matière de sûreté du transport aérien), puisqu'hormis avec une dérogation obtenue auprès des autorités, l'exploitation d'équipements satisfaisant à la norme de niveau 2 n'est autorisée que jusqu'au 01/03/2024 au plus tard, ce qui est le cas de l'aéroport de Lille. Cette exigence doit être satisfaite pour poursuivre l'exploitation commerciale de l'aéroport au-delà du 01/03/2024 ;

- Déconstruction de la rampe d'accès (dépose-minute) pour améliorer la protection du bâtiment en matière de sûreté, afin de respecter les recommandations de sûreté pour l'Aéroport de Lille ;
- Reconfiguration du parvis côté ville, opération directement liée à la déconstruction de la rampe d'accès ;
- Rénovation du terminal existant (clos/couvert, équipements techniques...), afin de maintenir le bon état du bâtiment et de ses équipements pour accueillir le public ;
- Autres opérations de GER (Gros Entretien et Réparations), afin d'améliorer l'état et la disponibilité des infrastructures, bâtiments et équipements nécessaires aux activités et à l'accueil du public.

Les opérations de modernisation

La modernisation du terminal

La configuration actuelle du terminal engendre plusieurs difficultés : concentration des flux, coexistence des zones de départ et d'arrivées, salles d'embarquement peu spacieuses, rampe d'accès surchargée, et manque de visibilité de l'aérogare.

Ainsi, plusieurs aménagements sont envisagés dans le cadre de la modernisation du terminal :

- La réhabilitation de l'aérogare existante, et notamment le réaménagement complet du niveau 2 ;
- Le développement de l'aérogare dans la continuité du bâtiment existant (d'une surface actuelle de 18 000 m², l'aérogare aura une surface à terme de 30 790 m²).



Figure 5. Préfiguration du projet de modernisation de l'aéroport.

Ces opérations de modernisation consistent essentiellement en la réorganisation des flux passagers afin d'accompagner la croissance naturelle modérée du trafic, en améliorant dès à présent la qualité de service et l'accueil des passagers. Les aménagements reposent ainsi sur une séparation des flux passagers en arrivée et en départ, ainsi que sur une recherche d'optimisation en termes d'exploitation et de maintenance (Figure 5).

Les travaux côté piste

Côté piste, les quatre opérations de mises aux normes sont les suivantes (Figure 6) :

- La réalisation d'accotements pour la piste principale (la piste 08/26), de 7,50 m de part et d'autre de la piste, permettra de continuer à recevoir les aéronefs de nouvelle génération (B.777, A.350). Ces travaux interviendront sur une emprise totale de 3,91 ha. La piste n'est pas allongée et aucune nouvelle piste n'est créée.
- L'ajout d'un taxiway permettra de résorber les difficultés de la disposition actuelle de la piste secondaire (01/19) pour laquelle il n'existe pas de voie de circulation parallèle. L'emprise du taxiway créé sera de 1,05 ha. De plus, suite à la concertation, Aéroport de Lille SAS sollicite un bureau d'étude indépendant pour examiner les avantages et inconvénients d'étendre les taxiways de la piste principale.
- Le projet intègre la réalisation d'un chemin de ronde périphérique d'une longueur d'environ 9 kilomètres et d'une largeur utile de 3 mètres permettant la réalisation de patrouilles le long des clôtures existantes, sur la totalité de la périphérie de l'aéroport. Cet aménagement répond à des obligations réglementaires en matière de sécurité.
- En plus de ces travaux de mise aux normes, il s'avérera nécessaire d'anticiper le développement du nombre d'avions stationnés simultanément. Ainsi, l'extension de l'aire de trafic B (le parking avions), sur une emprise d'environ 2,73 hectares, est prévue pour faire face à l'augmentation du nombre d'aéronefs dans un scénario futur. L'extension répondra à toutes les exigences règlementaires en matière de sécurité et d'environnement. Elle sera entièrement conçue avec des systèmes de drainage, marquage, éclairage, 400 Hz (alimentation électrique avions en stationnement), et projecteurs LED.

L'aménagement du parvis multimodal paysager

L'accès des automobilistes à l'aérogare se fait actuellement par une rampe dimensionnée pour le trafic accueilli lors de sa construction en 1996. Aujourd'hui, cette configuration ne répond plus aux besoins d'accessibilité. Aussi, dans le cadre de la modernisation du terminal et à la suite de la démolition des rampes et du parking en ouvrage dans les opérations de mises aux normes, il est prévu de mettre en place un parvis multimodal adapté à l'augmentation du trafic et à l'évolution des modes de transport. Il s'appuie sur les principes suivants :

- Mise à distance des véhicules vis-à-vis de l'aérogare ;
- Requalification des zones d'attentes et d'arrivée par la mise en place d'un auvent protégeant les passagers ;
- Piétonnisation des parcours courants (depuis les parkings, le dépose-minute, la gare de bus)

par la création d'un axe central large et planté, entièrement piéton et par le prolongement des chemins piéton connectant les différents parkings ;

- Dissociation claire des différentes natures de flux par la création de zones propres pour chaque mode de déplacement ;
- Création d'un circuit dépose-minute permettant de séparer clairement le flux des véhicules particuliers de celui des taxis, navette et autobus ;
- Création d'une gare de bus, dimensionnée pour 10 bus, accessible par un accès dédié.
- Maillage du réseau de pistes cyclables présentes sur le domaine aéroportuaire et connectées au réseau de la Métropole Européenne de Lille sur le parvis de l'aérogare.
- Création de deux parcs à vélo abrités de 100 places ;
- Aménagement d'un parking proche de 211 places, relié à l'axe piéton central, avec mise en place d'ombrières photovoltaïques ;
- Aménagement paysager du parvis permettant de revaloriser le rapport de l'aérogare avec son site.



Figure 6. Nouvelle façade côté ville et parvis multimodal.

L'aménagement des parkings véhicules légers

La priorité adoptée pour le dimensionnement des parkings a été l'optimisation foncière, afin de répondre à la problématique de l'imperméabilisation d'espaces sur des champs captant. Un état des lieux des zones imperméabilisées existantes a fait l'objet de réflexions approfondies pour l'optimisation de l'offre de stationnement aboutissant à l'utilisation maximale des surfaces déjà imperméabilisées et des bandes limitrophes des surfaces existantes, particulièrement sur le P1 et P6, permettant de maintenir une capacité de stationnement lors des travaux envisagés (-211 places) et de répondre simultanément à l'évolution des besoins de stationnement. L'utilisation d'une surface existante déjà imperméabilisée au nord du parking P2 permet d'envisager la création d'une capacité supplémentaire de 727 places (P7) et la reconfiguration des parkings P1 et P6 permettra de disposer de 402 places supplémentaires par la seule utilisation des bandes limitrophes des surfaces existantes.

Le nombre de places nécessaires à l'horizon 2039 est estimé par Aéroport de Lille SAS à 5 181 places pour le public et 742 pour les professionnels (Bus, taxi, service, employés, ...) (Figure 7). La réalisation des surfaces de stationnement complémentaires est pensée en différentes tranches pour s'adapter aux besoins réels au regard des évolutions de trafic et mode de déplacement permettant de se rendre à

l'aéroport.



Figure 7. Principe d'aménagement des parkings.

Caractéristiques climatiques de la zone du projet

D'un point de vue climatique, la région est sous un climat de type océanique. Les amplitudes thermiques saisonnières sont faibles, les précipitations ne sont négligeables en aucune saison. La spécificité du climat de la région au sein des climats océaniques français est très liée à sa septentrionalité : ensoleillement réduit (1600 heures à Lille, 1800 heures à Paris), hivers assez froids (4.3°C en janvier à Dunkerque, 6.3°C à Brest). La moyenne mensuelle de précipitation est de 61.9 mm. Les vents dominants sont principalement de secteur sud-ouest. La hauteur annuelle est de 742.5 mm (Figure 8).

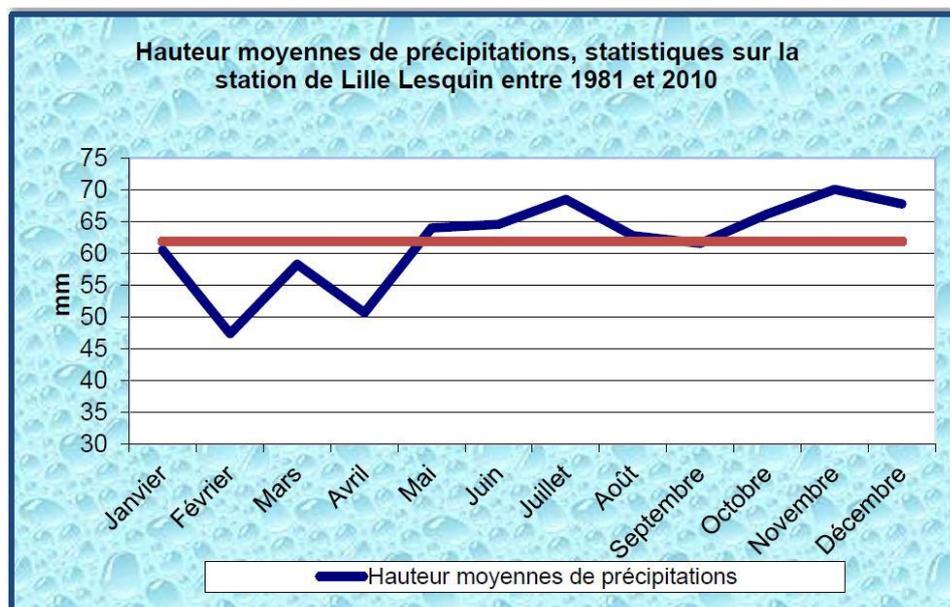


Figure 8. Hauteurs moyennes de précipitations enregistrées à Lesquin (1981-2010).

Quant aux températures, la moyenne mensuelle des températures minimales sous abri varie de 1.2 à 13.8°C et la moyenne mensuelle des températures maximales sous abri varie de 6 à 23.3°C. La durée

d'insolation calculée à la station de Lesquin entre 1991 et 2010 révèle une valeur maximale pour le mois de juillet (211.3 h) et une valeur minimale pour le mois de décembre (49.6 h).

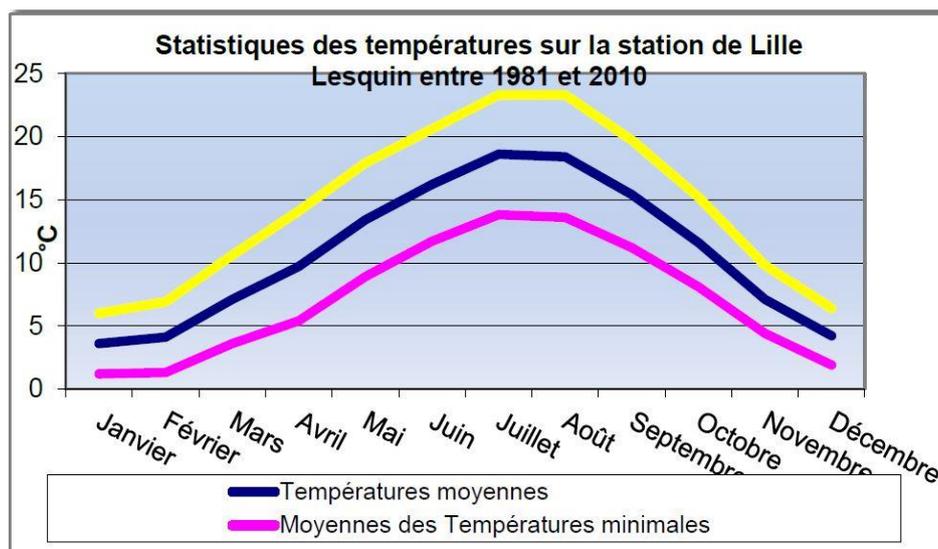


Figure 9. Températures moyennes minimales et maximales enregistrées à Lesquin (1981-2010).

Les vents dominants sont de direction sud-ouest (apportant la pluie) et, dans une moindre mesure, de nord-est (donnant un temps sec). Le nombre de jours avec vents forts est relativement peu important (ces vents forts viennent du sud-ouest).

III. CONTEXTE GEOLOGIQUE ET HYDROGEOLOGIQUE

D'un point de vue géologique, on retrouve les formations classiques du bassin Artois Picardie avec les formations crayeuses du secondaire (C₄ -C_{3c}) accueillant la nappe exploitée et recouvertes de formations superficielles de limons éoliens (LP/C₄) très fertiles d'âge quaternaire (pléistocène). Dans le Mélançois, à substratum crayeux, on peut distinguer depuis la surface : un limon supérieur brun, compact, de type éolien, le plus souvent décalcifié : le Lehm; un limon inférieur sableux, jaune clair ou verdâtre : l'ergeron, Ces formations on les retrouve au niveau des cartes géologiques au 1/50 000 des feuilles de Lille (14) et Carvin (20) (Figure 10). Au niveau de l'aéroport la couverture limoneuse n'est présente qu'à l'Est, au SE et au SW. Cette couverture est faible, son épaisseur ne dépasse pas 4.5 m au droit des reconnaissances. La craie blanche sénonienne (C₄) constitue l'essentiel de l'affleurement.

En profondeur on retrouve les formations suivantes :

- **C3c. Turonien supérieur (Assise à *Micraster leskei*)** : Craie grise à silex. Craie glauconieuse à petits grains de quartz, nodules de craie phosphatée, passées de craie grisâtre très dure. Certains bancs durs sont dénommés "tun" et "meule" (puissance de l'ordre de 8 m).
- **C3b. Turonien moyen (Assise à *Terebratulina rigida (gracilis)*)**. Puissance 35 m environ dans la région Dourges—Oignies. Alternance de craie grisâtre plus ou moins argileuse et de marne bleuâtre.
- **C3a. Turonien inférieur (Assise à *Inoceramus labiatus*)**. Marne plastique verte (dièves des mineurs) avec très rares passées de craie dure à la base de l'assise. Épaisseur : 25 m environ.
- **C2. Cénomaniens (Assise à *Holaster suhglobosus*)**. Série crayeuse, épaisse d'une vingtaine de mètres et formée d'une craie marneuse jaunâtre, blanchâtre ou grisâtre, parfois dure et contenant de la marcassite.

- **Wealdien.** Entre le tourtia et le Primaire peuvent s'intercaler des sédiments continentaux constitués de sables, de graviers et d'argile noire avec parfois (Don) des nodules de limonite. Ces dépôts sont disposés en poches irrégulièrement réparties sur l'étendue de la feuille.
- **Primaire.** La partie nord du bassin houiller occupe le tiers SW de la feuille. La remontée structurale des couches du Primaire donne naissance à un anticlinal, faille au Nord, permettant à une série siluro-dévonienne d'apparaître directement sous le Crétacé.

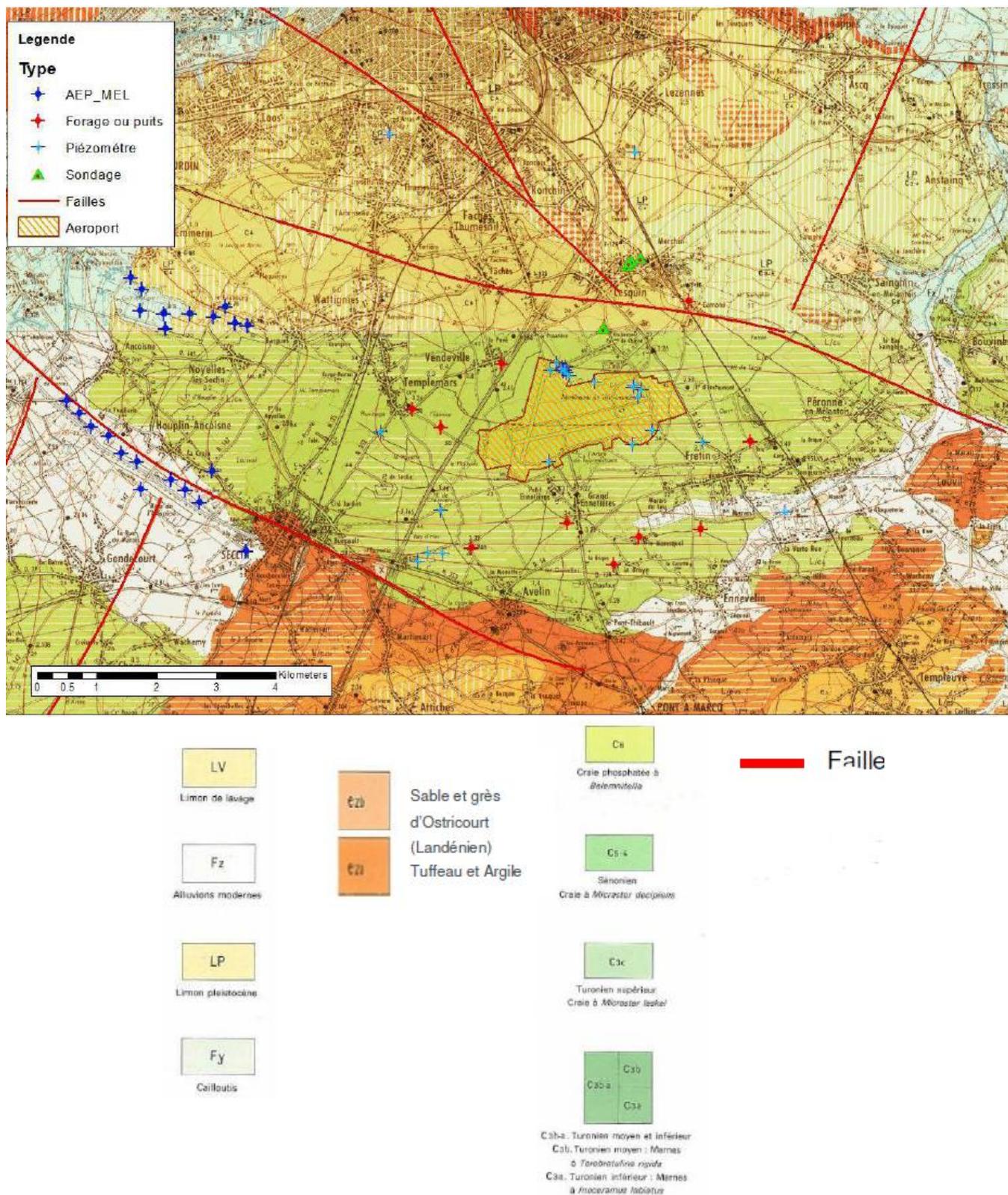


Figure 10. Extrait de la carte géologique du secteur avec positionnement des failles majeures, des champs captants et puits industriels.

D'un point de vue structural, on peut constater que l'emprise de l'aéroport est encadrée par des accidents géologiques matérialisés par deux failles de direction Ouest–Nord-Ouest / Est Sud-Est. Elles affectent le toit des marnes du Turonien Moyen et inférieur, donc le substratum de l'aquifère crayeux. D'autres failles au Nord affectent l'agglomération lilloise. La principale faille située au Nord de la zone d'étude, se situe au droit du dôme du Mélantois. Le toit des marnes centré sur cette faille montre un soulèvement du compartiment nord de 10 mètres par rapport au compartiment sud (Figure 11). Cet accident a une forte influence sur la piézométrie de la nappe de la craie et sur son écoulement.



Figure 11. Relation entre les isohypses du toit des marnes du Turonien moyen et les linéaments structuraux.

Des sondages géotechniques (mission G2) ont été réalisés pour la phase Avant-Projet (AVP), de l'extension de la piste principale 08-26 et de l'aérogare. Ces sondages ont été effectués le long de la piste 08 – 26 – 14 (sondages géologiques S1 à S14 de 5 m de profondeur et 4 sondages au carottier SC1 à SC4) et pour l'extension de l'aérogare (6 sondages pressiométriques de 25 à 30 m de profondeur et 1 sondage au carottier de 10 m),

Ces sondages ont permis de mettre en évidence la succession lithologique suivante :

Au niveau de la piste

- De 0.0 à 0.5 / 2.2 m : Terre végétale limoneuse ou remblais (uniquement au droit des S13 et S14) ;
- De 0.5 / 2.2 à 1.5 / 4.0 m : Limon sableux marron ;
- De 1.5 / 4.0 à 2.3 / 5.0 m : Limon crayeux marron- beige ;
- A partir de 5.0 m : Craie légèrement limoneuse blanchâtre à beige

Au niveau de l'aérogare

- De 0.0 à 0.1 / 1.0 m : Terre végétale limoneuse ou remblais silteux ;
- De 0.1 / 1.0 à 0.6 / 2.3 m : Limon à limon sableux marron ;
- De 0.3 / 2.3 à 1.3 / 2.7 m : Silt crayeux ou limon et granules de craie ;
- De 1.3 / 2.7 à 12.8 / 21.0 m : Craie blanche ;
- De 12.8 / 21.0 à 25.0 m : Craie blanche avec passées de silex ;
- De 25.0 à 30.0 m : Marne gris bleuté.

A titre indicatif, le long de la piste 08-26, le toit de la craie est observé entre + 35.91 m NGF et 45.06 m NGF, soit 9.15 m de variation sur une longueur de 2600 m. au niveau de l'aérogare, le toit de la craie est observé entre +42.21 m NGF et + 43.51 m NGF, soit 1.3 m de variation sur une longueur de 500 m (pente de 0.26 % en déclivité négative vers l'Est). Le toit de la craie remonte vers l'ouest avec une pente de 0.26 à 0.352 % et vers le nord (0.67%). Quant au toit des marnes bleues, substratum de l'aquifère crayeux, il a été observé à +19.8 m NGF au droit du Pr1 (aérogare).

Au niveau hydrologique, le territoire est rattaché aux bassins versants de Lys-Deûle (Figure. 12). D'un point de vue hydrogéologique, la principale nappe souterraine de la région est la nappe de la craie (Sénonien et Turonien supérieur). En effet la masse d'eau met en évidence la nappe de la craie comme la nappe d'eau principale (Craie de la vallée de la Deûle AG003) (Figure 13). Au droit du site, la nappe de la craie est libre par endroits est recouverte par une mince épaisseur de limons pléistocènes, elle est directement alimentée par les pluies efficaces (non ruisselées non évapotranspirées). Une seconde masse d'eau est localisée plus en profondeur, il s'agit de la nappe du Carbonifère (AG015).

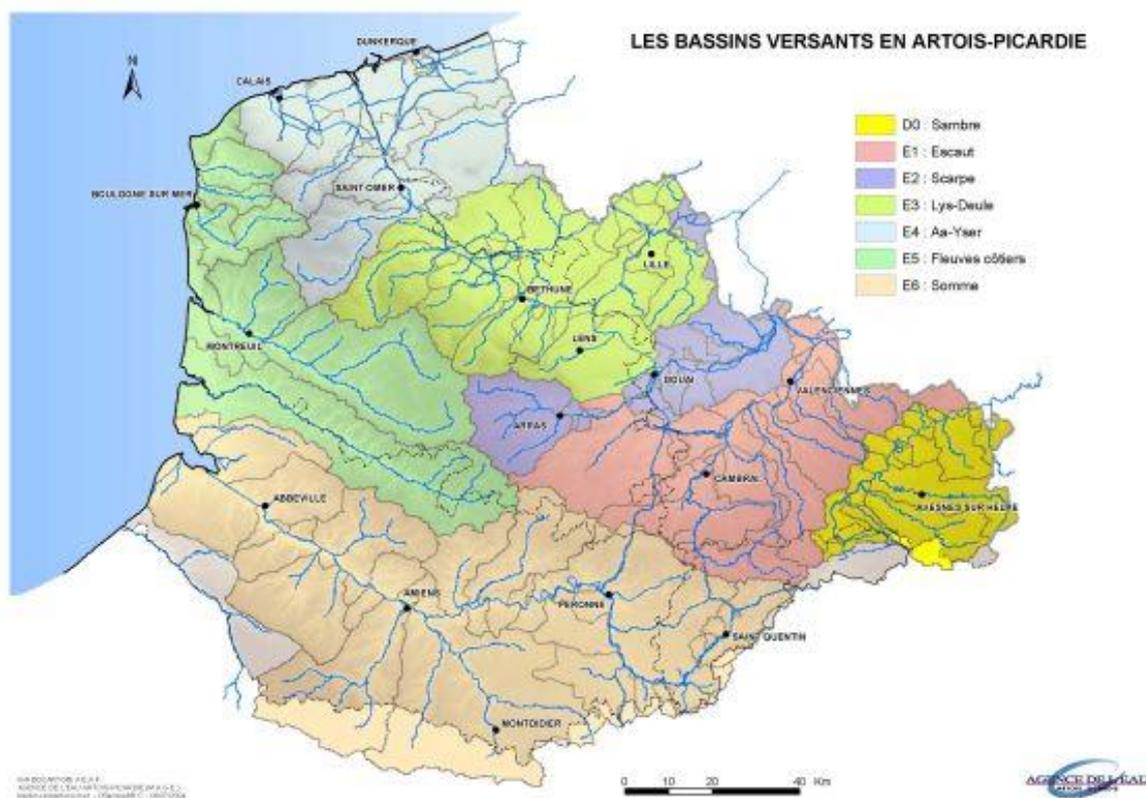


Figure 12. Bassins versants en Artois Picardie (Agence de l'eau).

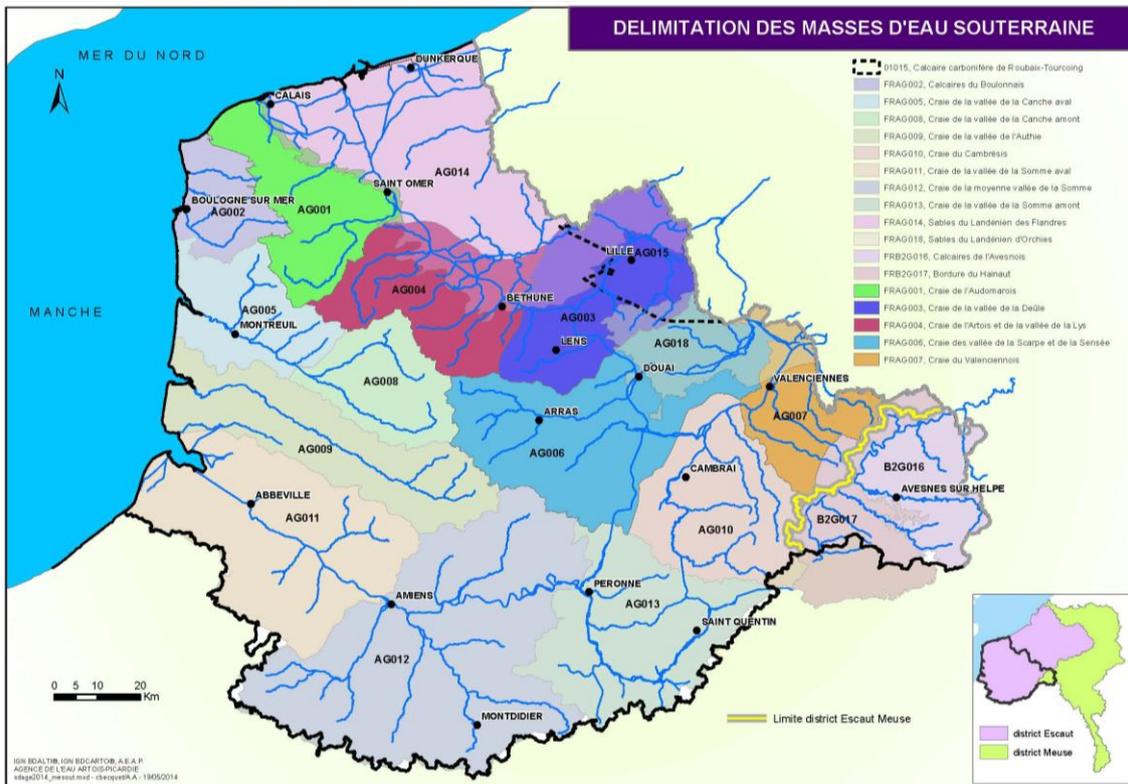


Figure 13. Délimitation des masses d'eau souterraines selon le SDAGE ARTOIS PICARDIE.

D'un point de vue hydrogéologique, la nappe de la craie est la seule nappe qui peut être impactée par les activités de surface. La carte piézométrique montre que la cote piézométrique en hautes eaux de la nappe est de l'ordre de 30 - 35 m NGF au droit de l'aéroport. Un dôme piézométrique de la nappe de la craie est observable au droit de la dorsale du toit des marnes (Figure 14). Le sens d'écoulement de la nappe est insufflé dans ce secteur par l'exploitation intensive de grands champs captants, à l'image des champs captants de Sud de LILLE qui induisent une dépression piézométrique. D'autres dépressions piézométriques sont localisées sous le bassin d'ORCHIES où la nappe est en régime captif.

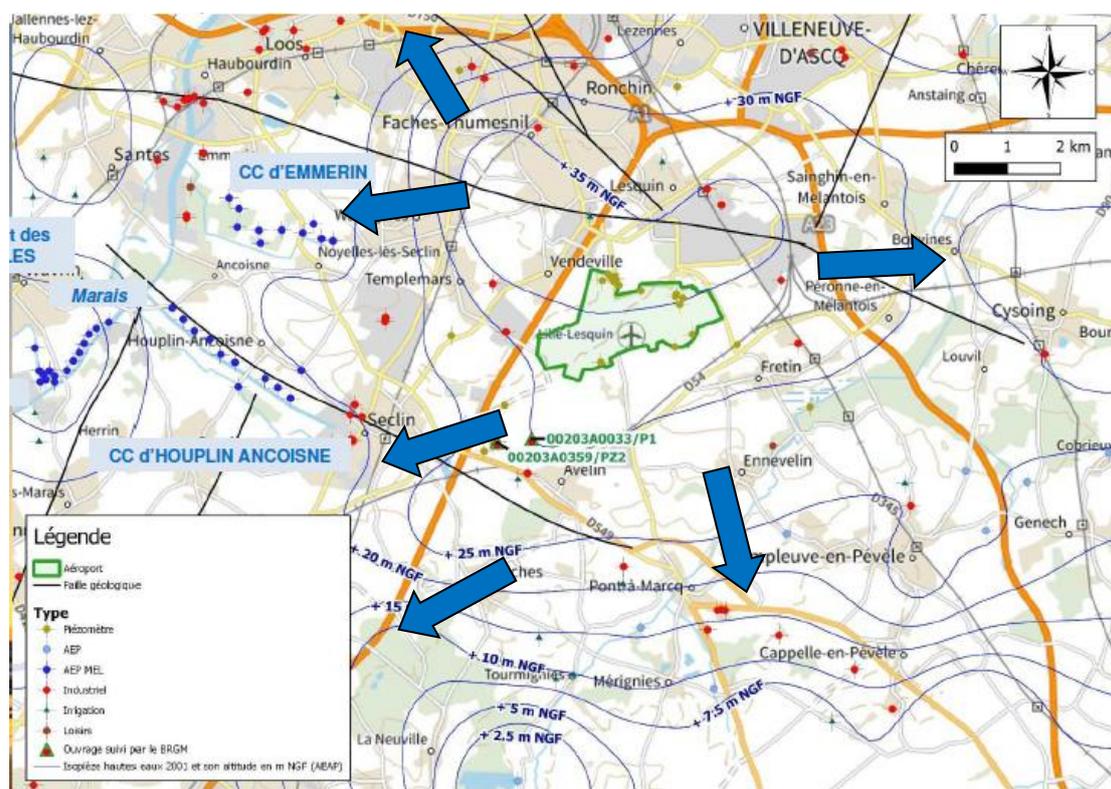


Figure 14. Carte piézométrique des hautes eaux (mai 2001) de la nappe de la craie (AEAP).

La surface de cette nappe est libre localement, sa réalimentation naturelle s'effectue principalement grâce aux infiltrations de pluies efficaces (fraction des précipitations qui échappent à l'évapotranspiration et au ruissellement). Ainsi, la surface de la nappe fluctue en fonction des apports d'eau naturels, suivant une fréquence à la fois saisonnière et interannuelle. La chronique piézométrique a été relevée au niveau de l'ouvrage 00203A0359/Pz2 situé au Sud, à proximité immédiate du site. Cette chronique concerne la période située entre le 06/01/2003 jusqu'au 12/10/2020 (Figure 15).

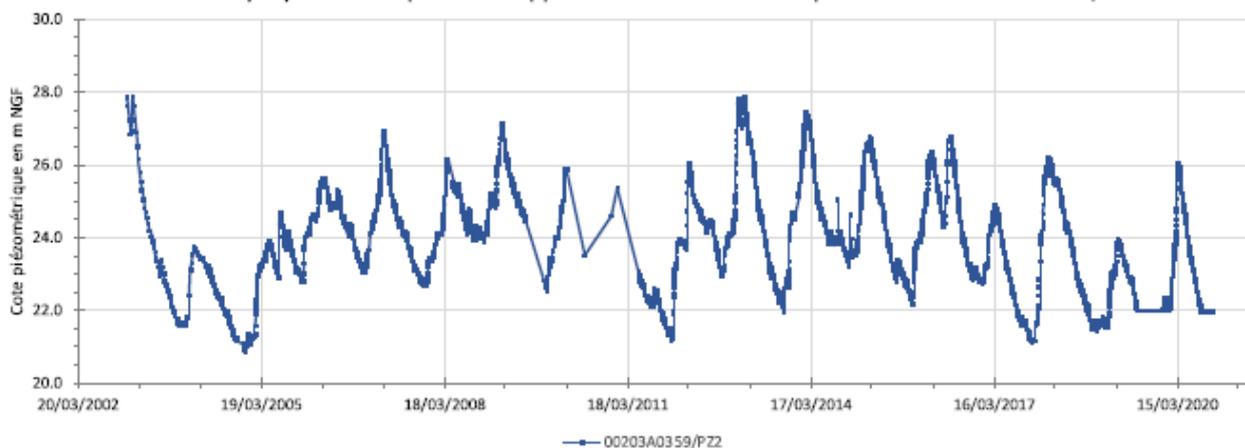


Figure 15. Chronique piézométrique de la nappe de la craie au droit du forage 00203A0359/Pz2 (ADES).

La zone de battement (entre les périodes les plus sèches et les plus humides) de la nappe de la craie au droit de l'ouvrage de SECLIN est de l'ordre de 7.02 m (20.88 à 27.90 m NGF, avec une médiane à 23.89 m NGF).

La zone non saturée est déterminée par la différence du niveau du sol par rapport au niveau piézométrique. Cette épaisseur varie selon les années et les saisons. Ainsi, l'évolution de l'épaisseur de cette zone au sein de l'enceinte de l'aéroport a été relevée sur les mesures piézométriques effectuées le 4 et 5 mai 2020 et le 28 octobre 2020. Pour la première campagne (hautes eaux) cette épaisseur évolue entre 8.98 m et 18.12 m et pour la seconde (basses eaux) entre 11.50 m et 21.29 m. **Le niveau de la nappe est suffisamment profond.** Un partage des eaux est observé entre la partie Est et Ouest de l'aéroport (Figure 16 et 17). Ainsi les eaux qui s'infiltrent au droit des bassins Est et Sud rejoignent la nappe de la craie s'écoulent vers le Sud-Est. Elles n'impacteront pas a priori les champs captants Sud de LILLE. Par contre, les eaux qui s'infiltrent au droit des bassins Nord et rejoignent la nappe de la craie s'écoulent vers le Sud-Ouest, en direction des champs captants Sud de LILLE, tout comme l'ancienne pollution détectée au droit des dépôts Air TOTAL.

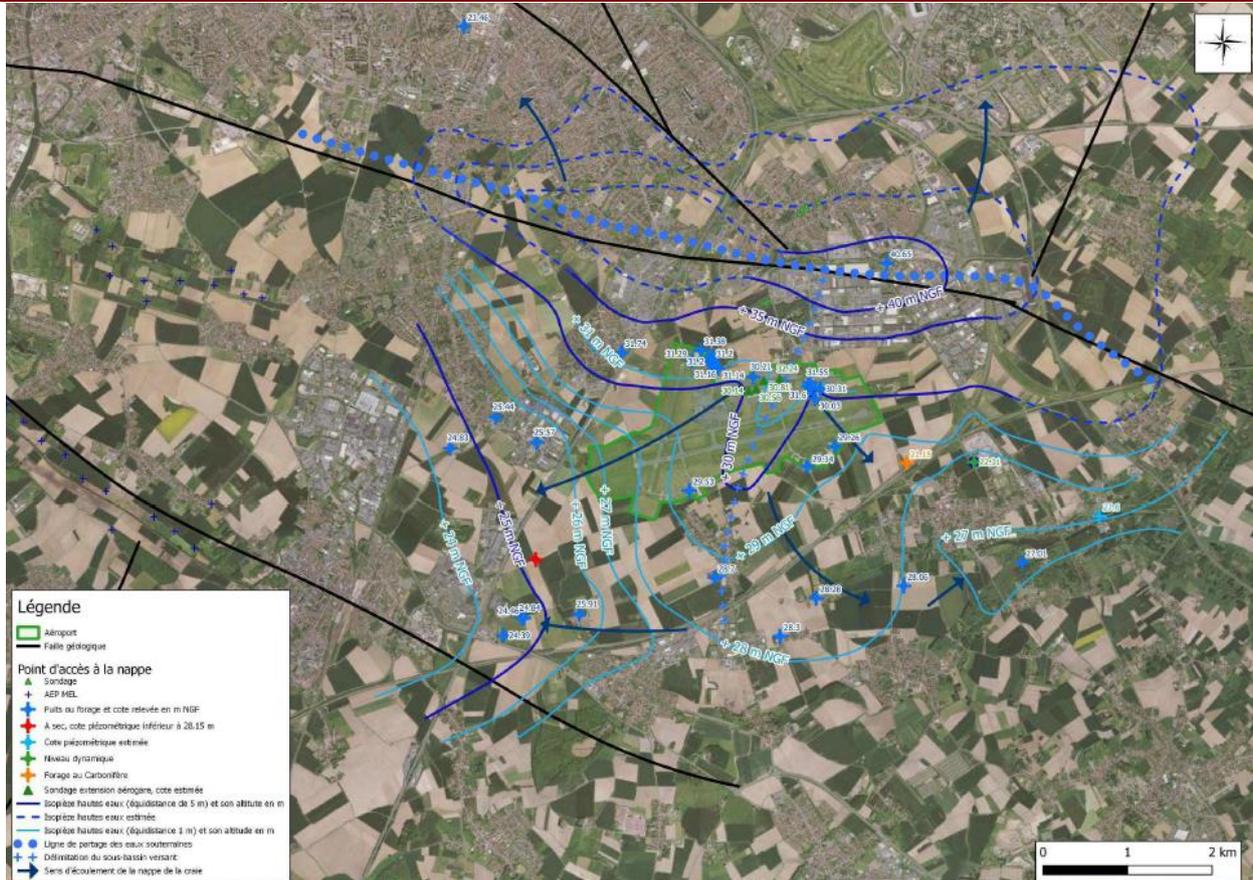


Figure 16. Carte piézométrique locale de la nappe de la craie relevés des 04 et 05 mai 2020.

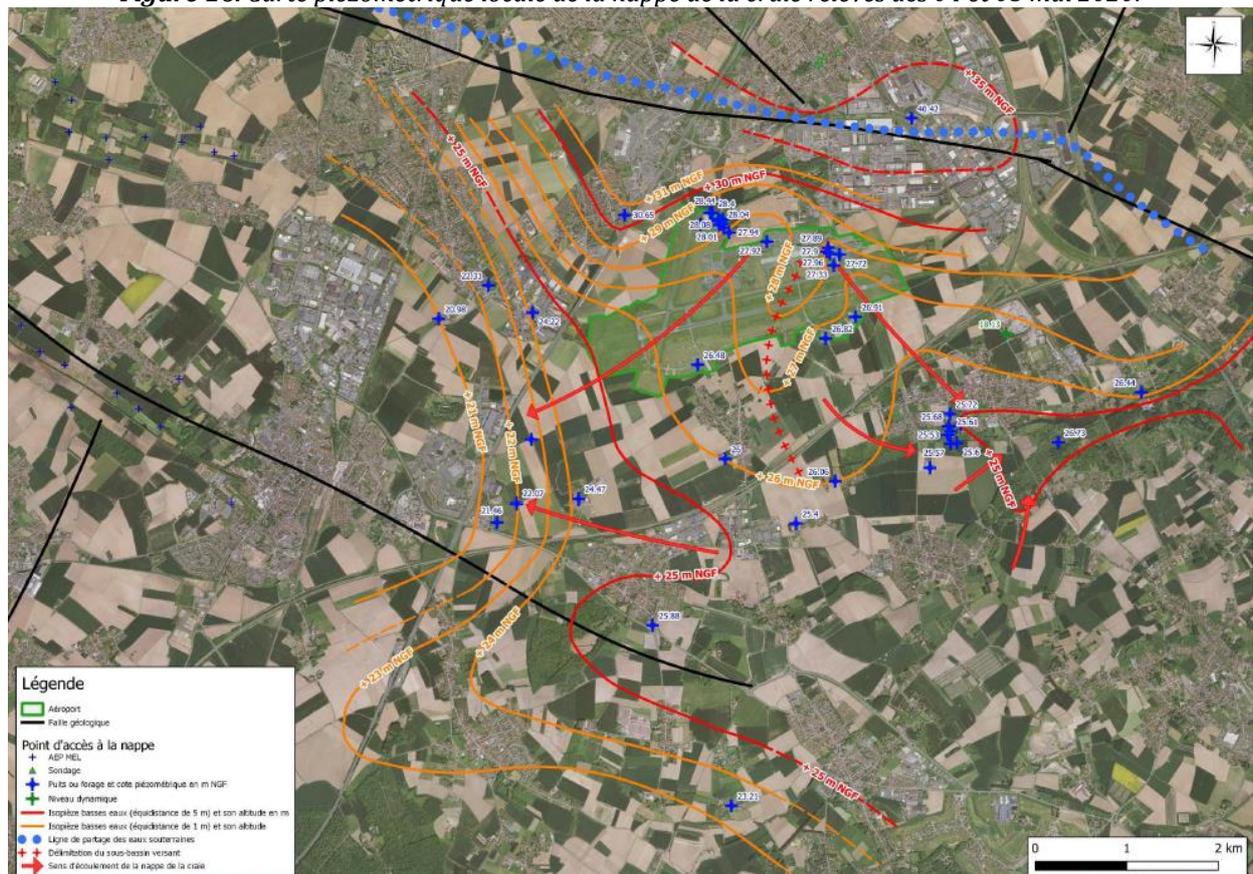


Figure 17. Carte piézométrique locale de la nappe de la craie relevés du 28 octobre 2020.

IV. RISQUES INDUITS PAR LE PROJET VIS-A-VIS DE LA NAPPE EXPLOITEE A DES FINS ALIMENTAIRES

La vulnérabilité est l'ensemble des caractéristiques d'un aquifère et des formations qui le recouvrent, déterminant la plus ou moins grande facilité d'accès puis de propagation d'une substance dans l'eau

circulant dans les pores ou les fissures du terrain. Cette vulnérabilité est liée à un certain nombre de paramètres. Les principaux sont :

- la profondeur du toit de la nappe,
- la présence de zone particulière d'infiltration rapide ou de communication hydraulique rapide (fossé, talwegs, zone de fissures, failles),
- l'épaisseur et la nature du recouvrement au-dessus de la craie.

Plusieurs captages sont localisés vers le sud-ouest en position aval hydraulique. Il s'agit des champs captants de Sud de Lille : Houplin-Ancoisne, Ansreuilles (incluant aussi les champs de Don et Allennes-Les-Marais), Emmerin, et Salomé. Le champ captant des ANSEREUILLES (27 forages) est donc en aval hydraulique du site projeté à 8191 m au plus proche, alors que le champ captant d'HOUPLIN-ANCOISNE (11 forages) se situe en aval hydraulique à 4645 m au plus proche et celui d'EMMERIN à 4797 m. Le prélèvement moyen au droit du champ captant d'HOUPLIN-ANCOISNE depuis 2012 à aujourd'hui est de 7 121 695 m³/an, soit 19 512 m³/j (Figure 18). Ce prélèvement évolue de 7 à 8 % à la baisse ou à la hausse selon les années. Pour le champ captant des ANSEREUILLES, le prélèvement moyen sur la même période est de 19 181 209 m³/an, soit 52 552 m³/j (Figure 18).

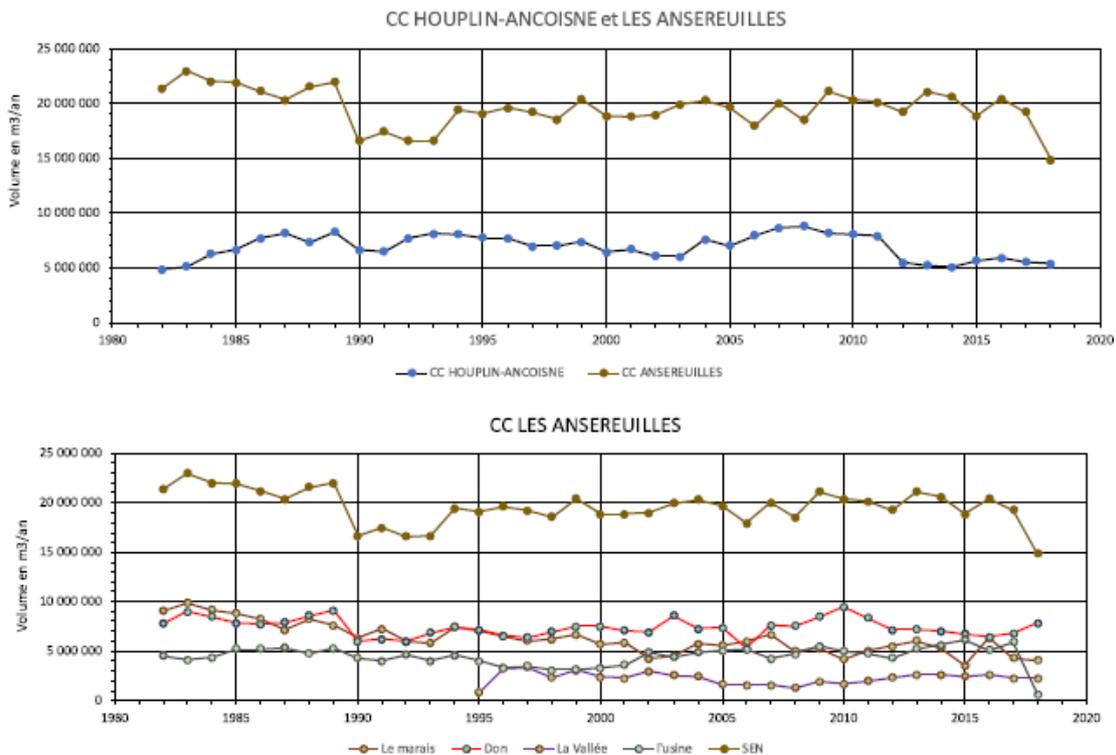


Figure 18. Evolution des prélèvements dans les champs captants de Sud de Lille entre 1983 et 2018.

Le projet se situe en dehors des périmètres de protections des champs captants de Sud de Lille (Figure 21). Par contre, il est inclus dans le Projet d'Intérêt Général (PIG- secteur 2) de ces champs captants (Figure 19). La nappe de la craie demeure sensible aux activités de surface au niveau de l'aéroport. Les prescriptions de PIG relatives au secteur 2, indiquent entre autres :

- Les établissements à usage d'activités comportant des dépôts aériens ou en fosse, d'hydrocarbures et de produits liquides susceptibles de polluer les eaux souterraines dans la mesure où les aires de stockage, de remplissage et de soutirage seront conçues et aménagées de telle sorte qu'à la suite d'un incident ou d'un incendie, les produits répandus ne puissent pas se propager ou polluer les eaux souterraines ;

- Les nouveaux axes routiers ne seront autorisés qu'à condition d'être réalisés avec des matériaux aptes à ne pas polluer la qualité des eaux souterraines et sous réserve que :
 - La collecte des eaux de plates-formes routières soient réalisées de manière à ne pas avoir d'impact négatif sur la nappe de la craie ;
 - Un système de confinement permette de collecter les polluants liquides toxiques pour l'eau en cas de déversement accidentel.

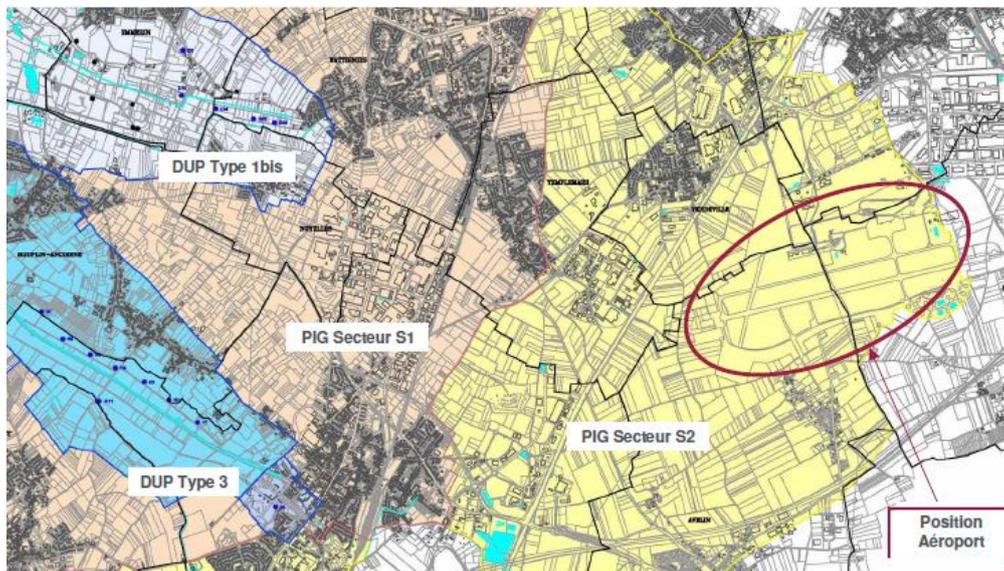


Figure 19. Secteurs du PIG et localisation de l'aéroport.

Le site du projet est concerné également par l'Aire d'Alimentation des Captages (AAC) En effet, la limite Est de cette aire inclue plus de la moitié de l'aéroport (tout le secteur ouest), notamment l'intégralité de la piste secondaire et le bassin d'infiltration Nord existant et une partie (35 - 40 % de la piste principale) (Figure 20).

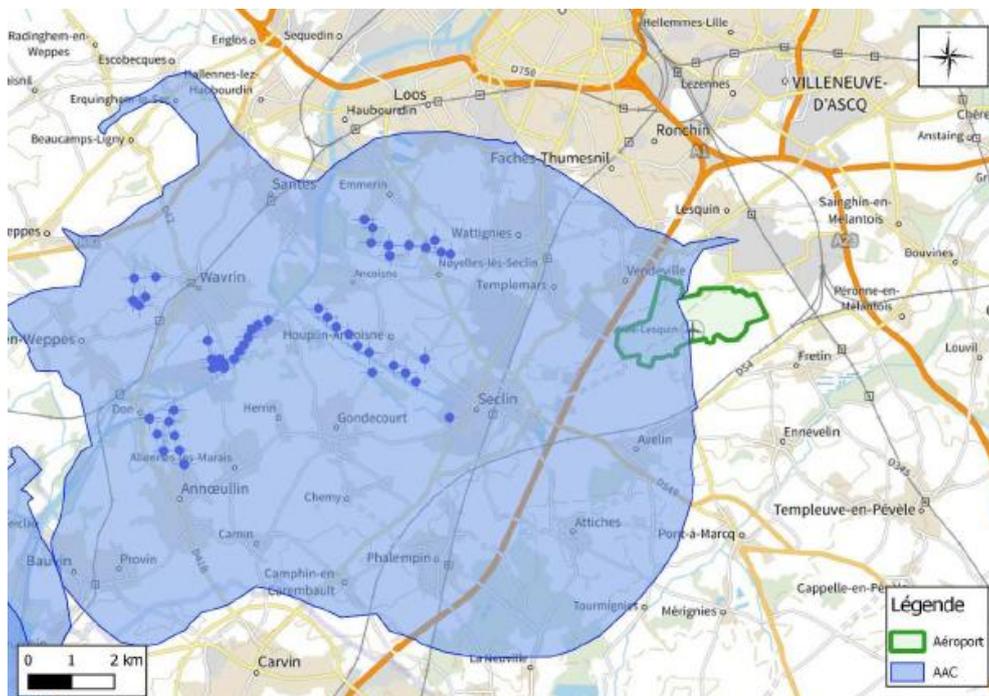


Figure 20. Aire d'alimentation des champs captant de Sud de Lille.

Dans le cadre du Diagnostic Territorial Multi-Pression des champs captants du Sud de LILLE réalisé par Royal Askoning en septembre 2009, une carte de vulnérabilité de la nappe de la craie du secteur a été établie. Cette carte a été réalisée suivant trois paramètres :

- L'introduction de polluants depuis la surface du sol jusqu'à l'aquifère : cet accès se réalise plus ou moins facilement par le transit vertical dans la zone non saturée des eaux d'infiltration ou des fluides polluants ;
- La propagation de la pollution suivant l'écoulement de la nappe (zone saturée) ;
- La persistance plus ou moins prolongée après la suppression d'un foyer de pollution.

L'ensemble de ces facteurs à prendre en considération a permis de définir différents critères nécessaires à la détermination du degré de vulnérabilité :

- Nature lithologique du sous-sol ;
- Profondeur de la surface des nappes libres à partir du sol – épaisseur de la zone non saturée ;
- Perméabilité verticale de la zone saturée ;
- Transmissivité des aquifères ;
- Direction d'écoulement en zone saturée et gradient hydraulique ;
- Modalité de drainage ou d'alimentation des nappes par les cours d'eau.

Ainsi, afin d'appréhender la vulnérabilité de la nappe, 5 classes ont été identifiées selon le degré de vulnérabilité (Figure 21) :

- A+ : vulnérabilité totale (DUP 1 Bis, 1 et 2) : 20 km² soit 9 % du territoire ;
- A : vulnérabilité très forte : 51 km² soit 23 % du territoire ;
- **B : vulnérabilité forte : 96 km² soit 43 % du territoire ;**
- C : vulnérabilité moyenne : 16 km² soit 7 % du territoire ;
- D : vulnérabilité faible : 39 km² soit 18% du territoire.

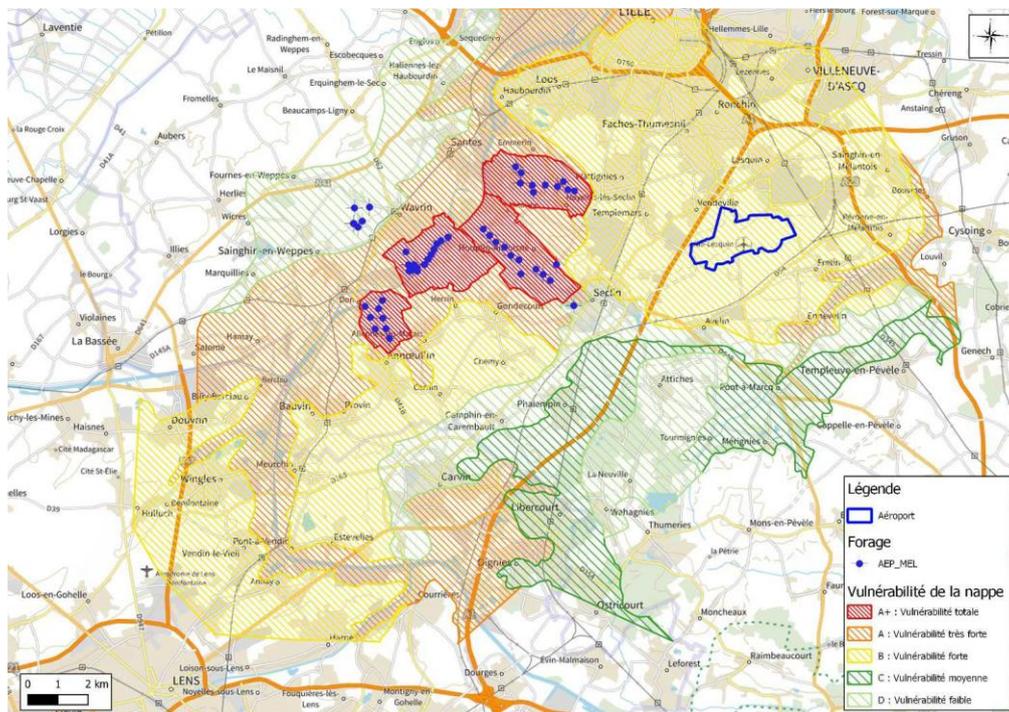


Figure 21. Vulnérabilité de la nappe de la craie au sein de l'AAC des champs captants du Sud de LILLE.

La zone de l'aéroport de Lille est localisée dans la zone B de la carte de vulnérabilité, une zone marquée par une **vulnérabilité qualifiée de Forte**.

D'un point de vue qualitatif, les mesures effectuées en décembre 2019 font apparaître un dépassement de la norme des eaux brutes relative à l'indice Hydrocarbures. Cette alerte est significative à proximité des bassins Nord et Est (Figure 22 et Tableau II).

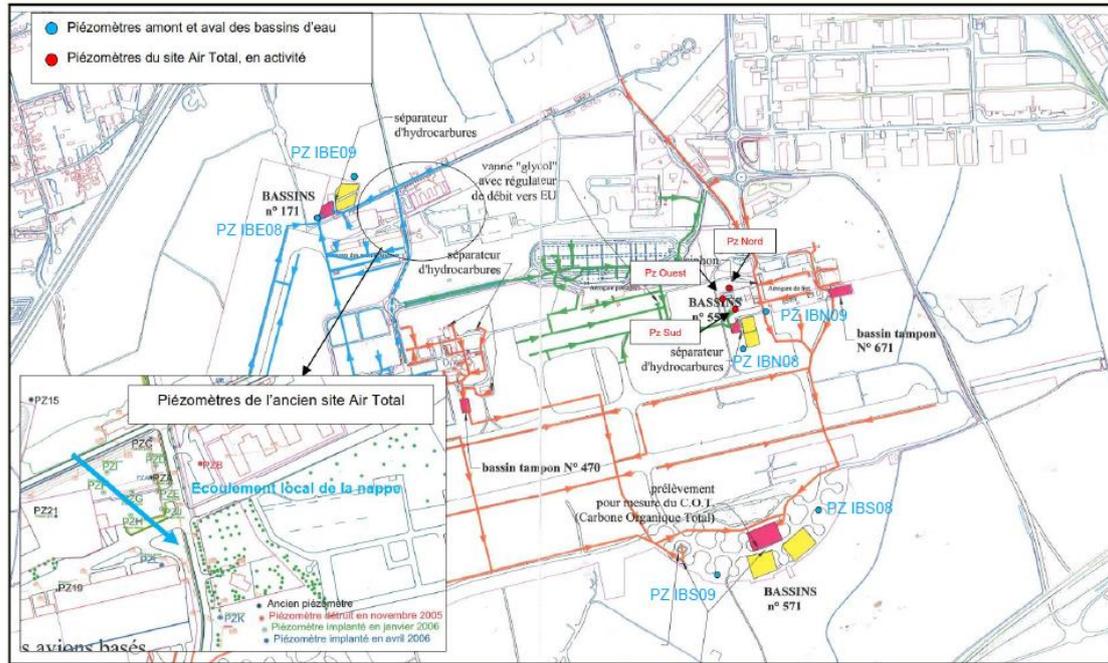


Figure 22. Localisation des piézomètres présents au sein de l'aéroport.

Tableau II. Résultats analytiques au droit du réseau de surveillance (balance ionique, métaux, indice HC).

Normes Eaux brutes		en mg/l					en µg/l				en mg/l
Pz	Date	Nitrates	Chlorures	Potassium	Sodium	Ammonium	Bore	Nickel	Plomb	Zinc	Indice Hydrocarbures
		100.0	200.0		200	4	(1000)	(20)	50	5000	1 mg/l (1 µg/l HAP)
PZ6 (1BN09)	19/06/2017	55.1	70.8	2.18	45.05	<0.05	64.5	6.4	2.33	10.0	<0.03
PZ6 (1BN09)	12/12/2017	43.0	156.0	5.07	107.48	<0.05	90.4	10.5	3.37	17.1	<0.1
PZ6 (1BN09)	22/06/2018	45.5	51.5	6.14	34.05	<0.05	57.8	10.2	<0.50	4.8	<0.1
PZ6 (1BN09)	10/12/2018	49.8	43.3	1.00	29.58	<0.05	35.5	4.4	<0.50	5.3	<0.1
PZ6 (1BN09)	18/06/2019	42.0	49.2	5.72	33.97	<0.05	46.2	9.3	<0.50	5.1	<0.1
PZ6 (1BN09)	11/12/2019	54.1	43.5	1.08	28.57	<0.05	48.0	4.1	1.22	10.8	1
PZ6 (1BN09)	22/06/2020	74.9	34.3	0.37	16.00	<0.05	58.0	3.4	<0.50	4.3	<0.1
PZ6 (1BN09)	09/12/2020	51.0	81.1	1.40	46.00	<0.05	69.0	5.6	<0.5	4.9	0.24
PZ3 (1BN08)	19/06/2017	60.0	74.7	3.69	43.70	<0.05	66.9	5.5	<0.50	3.4	<0.03
PZ3 (1BN08)	12/12/2017	47.4	64.5	5.51	49.54	<0.05	73.4	8.0	<0.50	7.8	<0.1
PZ3 (1BN08)	22/06/2018	66.4	68.4	3.67	40.25	<0.05	67.7	4.6	<0.50	5.6	<0.1
PZ3 (1BN08)	10/12/2018	39.7	51.8	3.14	43.84	<0.05	50.0	3.5	<0.50	6.1	<0.1
PZ3 (1BN08)	16/07/2019	57.4	75.9	3.56	44.14	<0.05	71.6	5.7	<0.50	3.3	<0.03
PZ3 (1BN08)	11/12/2019	35.2	42.8	3.31	40.73	<0.05	51.2	3.4	1.01	11.7	1.1
PZ3 (1BN08)	22/06/2020	22.8	49.0	2.80	46.00	0.38	41.0	3.6	<0.50	4.3	<0.1
PZ3 (1BN08)	09/12/2020	40.5	54.8	3.10	43.00	<0.05	68.0	4.6	0.96	5.0	0.16
PZ4 (1BE09)	19/06/2017	44.8	51.2	6.31	34.33	<0.05	66.2	11.0	<0.50	3.2	<0.03
PZ4 (1BE09)	12/12/2017	30.4	36.2	4.38	29.78	<0.05	45.5	7.4	<0.5	4.5	<0.1
PZ4 (1BE09)	22/06/2018	74.4	33.7	0.51	17.32	<0.05	41.6	2.6	<0.50	4.5	<0.1
PZ4 (1BE09)	19/12/2018	36.9	45.8	5.83	34.04	<0.05	58.4	9.4	<0.50	3.2	<0.1
PZ4 (1BE09)	16/07/2019	45.8	149.0	4.11	94.18	<0.05	93.9	9.3	<0.50	4.7	0.045
PZ4 (1BE09)	11/12/2019	42.3	45.2	6.68	33.81	<0.05	78.0	9.8	0.83	9.0	<0.1
PZ4 (1BE09)	22/06/2020	23.4	28.0	2.60	19.00	<0.05	33.0	4.5	<0.50	3.2	<0.1
PZ4 (1BE09)	09/12/2020	36.6	48.6	4.70	32.00	<0.05	74.0	10.2	<0.5	4.7	<0.1
PZ5 (1BE08)	19/06/2017	32.1	43.8	3.88	24.60	<0.05	59.0	7.9	<0.50	<2.00	<0.03
PZ5 (1BE08)	12/12/2017	13.4	41.3	3.62	24.91	<0.05	20.0	4.8	0.8	4.7	<0.1
PZ5 (1BE08)	22/06/2018	31.9	45.0	3.89	28.15	<0.05	36.0	6.9	<0.50	5.6	<0.1
PZ5 (1BE08)	10/12/2018	15.5	26.7	4.55	18.19	<0.05	18.1	3.9	1.15	31.5	<0.1
PZ5 (1BE08)	16/07/2019	30.2	36.4	4.00	24.90	<0.05	36.5	6.4	0.72	3.9	<0.03
PZ5 (1BE08)	11/12/2019	15.4	24.9	4.08	18.30	<0.05	22.5	3.4	0.93	7.6	1.5
PZ5 (1BE08)	22/06/2020	40.9	48.0	4.50	31.00	<0.05	85.0	10.0	<0.50	3.5	<0.1
PZ5 (1BE08)	09/12/2020	13.6	22.6	3.10	15.00	0.06	20.0	3.7	<0.5	3.8	<0.1
PZ2 (1BS09)	19/06/2017	42.8	56.9	7.21	40.07	<0.05	65.9	11.9	2.99	6.0	<0.03
PZ2 (1BS09)	12/12/2017	21.7	49.4	13.27	79.25	<0.05	231.0	9.3	0.53	4.3	<0.1
PZ2 (1BS09)	22/06/2018	48.8	52.4	4.37	32.06	<0.05	45.1	8.5	<0.50	4.3	<0.1
PZ2 (1BS09)	10/12/2018	24.6	27.9	3.43	19.04	<0.05	39.7	5.0	0.9	3.8	<0.1
PZ2 (1BS09)	18/06/2019	36.6	49.7	5.04	32.74	<0.05	39.1	8.8	0.96	6.2	<0.1
PZ2 (1BS09)	11/12/2019	28.6	35.2	5.03	24.45	<0.05	50.6	6.0	1.07	8.7	<0.1
PZ2 (1BS09)	22/06/2020	20.9	46.2	3.90	31.00	<0.05	62.0	7.3	<0.50	6.3	<0.1
PZ2 (1BS09)	09/12/2020	15.4	14.3	2.60	9.50	<0.05	41.0	3.6	<0.50	2.8	<0.1
PZ1 (1BS08)	19/06/2017	56.9	65.4	3.77	38.13	<0.05	60.5	10.6	<0.50	3.0	<0.03
PZ1 (1BS08)	12/12/2017	48.9	54.5	5.87	40.17	<0.05	59.2	11.6	<0.50	4.2	<0.1
PZ1 (1BS08)	22/06/2018	59.5	61.9	3.66	36.18	<0.05	54.7	9.0	<0.50	4.1	<0.1
PZ1 (1BS08)	10/12/2018	44.3	53.6	5.36	38.62	<0.05	67.6	9.3	<0.50	5.0	<0.1
PZ1 (1BS08)	18/06/2019	49.0	62.4	6.32	41.38	<0.05	51.8	10.9	<0.50	5.2	<0.1
PZ1 (1BS08)	11/12/2019	45.4	47.4	5.29	31.75	<0.05	55.2	8.9	0.88	7.7	<0.1
PZ1 (1BS08)	22/06/2020	54.7	60.4	2.90	32.00	<0.05	63.0	8.6	<0.50	3.1	<0.1
PZ1 (1BS08)	09/12/2020	45.4	56.8	3.50	33.00	<0.05	68.0	10.3	<0.50	3.2	<0.1

Ce dépassement n'a plus été observé lors du prélèvement suivant lors de la campagne de hautes eaux. De même, les analyses sur les rejets n'ont jamais révélé de présence d'hydrocarbures en dehors du bassin Sud à 0.13 mg/l (Tableau III).

Tableau III. Résultats des analyses effectuées sur les rejets au droit des bassins tampons.

Bassin	Date	T°C	pH	MES (mg/l)	Indice Hydrocarbures
171 - Nord	12/12/2017			5	<0.1
171 - Nord	10/12/2018	7	7.2	17	<0.1
171 - Nord	11/12/2019	8.9	8	3	<0.1
557 - Est	12/12/2017		7.7	8	<0.1
557 - Est	10/12/2018	8.3	7.3	5	<0.1
557 - Est	11/12/2019	7.8	7.8	3	<0.1
571 - Sud	12/12/2017		7.9	5	<0.1
571 - Sud	10/12/2018	8.4	7.9	13	<0.1
571 - Sud	11/12/2019	6.2	8.1	4	0.13

Le cas des bassins Nord est lié à une pollution aux anciens dépôts Air TOTAL qui ont engendré une pollution par les hydrocarbures qui ne semble pas résorbée. En effet, lors des relevés des piézomètres en mai 2020 et en octobre 2020, une forte odeur d'hydrocarbures au droit de certain piézomètre a été signalée. Cette pollution a fait l'objet d'une expertise de ma collègue Hydrogéologue Agréé, Madame Barbara LOUCHE. Ce dépôt Air Total, situé au Nord-Ouest du site, a été en fonction des années 1960 à 1995. Le site a été démantelé en 1999. Une pollution chronique et une pollution accidentelle ont été identifiées en 1993, qui a mis en jeu 5 000 l de kérosène. Les sols ont été pollués par des hydrocarbures (kérosène, essence) à la suite de pertes de produits. Un traitement des terres par venting a été réalisé entre juillet 1995 et juillet 1996. D'importants travaux de réhabilitation du site ont porté à la fois sur la nappe souterraine (entre 2007 et 2009 : pompage/écrémage puis injection de peroxyde) et sur les sols (mise en biotertre des sols du parc à cuves jusqu'à 6 m de profondeur en 2009).

En Novembre 2009, les travaux de dépollution des sols sont achevés. TOTAL a vérifié l'absence de source sols sur les zones du site n'ayant pas fait l'objet de travaux d'investigation. Dans la partie amont, dans la zone des anciens stockages d'hydrocarbures, une phase flottante est centrée au niveau du piézomètre PZG. A partir de ce piézomètre, par éloignement cette phase flottante diminue progressivement pour ne plus être qu'un film (PZE, PZF, PZJ) ou bien quelques gouttelettes (PZA). Dans la partie aval du site, en PZM, PZN et PZP, les teneurs en hydrocarbures et BTEX sont toutes inférieures aux valeurs de référence de l'Arrêté de Janvier 2007. Ceci indique un effet limité de la phase flottante présente en amont du site sur la qualité de nappe en aval du site.

En aval hydraulique (PZO, PZL, PZK) : Les résultats dans le PZO sont inférieurs aux seuils de quantification à l'exception du benzène, présentant une teneur de 1.95 µg / l, supérieure à la valeur de référence. Cet ouvrage est situé légèrement en amont d'une ancienne station-service appartenant à une société de location de véhicules, non loin des anciens postes de distribution de carburant et de l'ancien réservoir enterré.

Le PZL, situé en aval de la station-service est le seul piézomètre présentant des teneurs en hydrocarbures C10-C40 supérieures (2330 µg/l) à la valeur de référence des eaux brutes utilisées

pour la production d'eau destinée à la consommation humaine. Les teneurs en benzène sont également largement supérieures à la valeur de référence (36,5 µg/l). L'extension de la phase flottante est stable par rapport à avril 2019, restant cantonnée à la partie amont du site. Cet impact reste délimité vers la partie aval du site. Seul le PZL, en aval de l'ancienne station-service, présente des valeurs supérieures à la valeur de référence et en augmentation par rapport à la campagne d'avril 2019 pour le benzène (89.9 µg/l).

Le PZL est caractérisé par des teneurs en benzène largement supérieures à celles mesurées dans les autres ouvrages de suivi. Le chromatogramme et la répartition des chaînes carbonées indiquant la présence d'hydrocarbures de type essence permet d'expliquer cette concentration en benzène et démontre la non-représentativité de ce point dans le suivi de la pollution de l'ancien dépôt de carburants pour avions AIR TOTAL.

Dans sa conclusion, ma collègue Hydrogéologue Agréé indique : « *qu'afin de vérifier la stagnation de la pollution au droit du site, je propose donc de continuer le suivi semestriel quadriennal 2021-2025 uniquement en hydrocarbures C10-C40 au droit des piézomètres PZ15 (amont hydraulique), PZJ (caractéristique de la pollution du site, avec de faibles teneurs en Benzène et fortes teneurs en hydrocarbures C10-C40) et PZK (aval hydraulique).* »

D'autres cas de pollutions sont également repérés. En effet, à proximité des Bassins Est, se situent les nouveaux dépôts gérés par SHELL. Lors des relevés des piézomètres en juillet 2020 et en octobre 2020, une forte odeur d'hydrocarbures au droit du PzNord a été également détectée. Un suivi régulier de la qualité de la nappe de la craie est réalisé au droit de ce site depuis 2002. La société AECOM, en charge du suivi relate que : « *Les résultats de la campagne de surveillance de la qualité des eaux souterraines réalisée en mai 2020 au droit du dépôt AVITAIR de LILLE-LESQUIN mettent en évidence l'absence de composés organiques (HCT1 et BTEX2) au droit de 3 des 4 ouvrages de surveillance. Seule une concentration notable en HCT C10-C40, restant dans la gamme des teneurs historiques mesurées, est observée au droit du piézomètre amont PzNord. Cette concentration en HCT Totaux C10-C40 est, à titre indicatif, supérieure au critère de qualité français définis pour les eaux brutes (Arrêté Ministériel du 11 janvier 2007).* »

Des phases d'investigations ont mis en évidence :

- en 2014, la présence d'hydrocarbures C10-C40 au sein de 2 échantillons de sols collectés à proximité des cuves aériennes de stockage de kérosène, en partie Ouest et Nord du site. Les concentrations mesurées restent faibles (respectivement 112 µg/kg MS et 19,4 mg/kg MS) ;
- en 2015, un impact sur les sols par des hydrocarbures de type kérosène dans une zone délimitée et située au droit de la partie Nord-Ouest de la zone de distribution, de la partie Nord de la cuve aérienne de stockage de kérosène R1. L'impact mesuré reste faible à modéré et est situé dans les couches superficielles des sols avec des concentrations maximales au nord de l'aire de distribution entre 2,5 et 3 m de profondeur (1900 µg/kg MS en SC9). »

Lors de la campagne de mai 2020, les BTEX n'ont pas été détectés « En mai 2020, les HCT volatils C6-C10 ont été détectés uniquement au droit du piézomètre PzNord, à une concentration de 160 µg/l, du

même ordre de grandeur que lors des précédentes campagnes depuis 2015, les concentrations au droit des trois autres ouvrages de suivi sont inférieures à la limite de quantification du laboratoire.

En mai 2020, les HCT C10-C40 ont été détectés en PzNord, à une concentration de 1300 µg/l défini dans l'arrêté du 11 janvier 2007 et aux résultats obtenus depuis octobre 2010. Ces résultats sont comparables à ceux obtenus en 2007 (1300 µg/l), 2008 (1600 µg/l) et 2010 (810 µg/l) au droit du même ouvrage.

L'imperméabilisation croissante des espaces entraîne la diminution des eaux de restitution à la nappe ce qui impacte la ressource en eau. Le projet comporte une part importante d'imperméabilisation qui est compensée par une infiltration via des bassins de tamponnement puis d'infiltration après un passage via un séparateur à hydrocarbures. Le nombre de bassin est revue à la hausse pour faire face aux surplus d'eaux généraux par les surfaces imperméabilisées. Le contexte global du site de projet est marqué par une pollution omniprésente. Tout d'abord une pollution historique liée aux dépôts d'hydrocarbures (Total, SHELL, ancienne station-service) et une pollution chronique liée à l'activité de l'aéroport qui se résume essentiellement au trafic aérien et aux parkings de stationnement (avions et voitures). A cela s'ajoute la pollution saisonnière en lien avec les conditions climatiques. En effet, dans le cadre du fonctionnement, certains produits sont utilisés sur le site de l'aéroport. Tout d'abord, les produits de déverglacement liés à la viabilité hivernale :

- Le glycol est consommé pour le dégivrage des avions ($\text{CH}_2\text{OH}-\text{CH}_2\text{OH}$),
- L'acétate de potassium est utilisé pour le déverglacement des pistes (CH_3COOK).

L'acétate de potassium est utilisé sous le produit désigné CLEARWAY 1. C'est un liquide qui contient 50 % de matière active, avec une densité de 1.25 à 1.30 g/cm³ (1.282 g/cm³ suivant le dosage nécessaire à l'hectare). C'est un produit assigné à la classe 1 (DBO₅ 210 mg O₂/g et DCO 330 mg O₂/g). La viscosité cinématique de ce produit est de 4.549 mm²/s à 20° C à 12.24 mm²/s à -5°C. Ce produit est mis en place à partir d'une température de 0°C sur les pistes, avec un épandage moyen de 30 g/ha. La période de déverglacement s'étend du mois de novembre à mi-avril en moyenne, avec une période de pointe de décembre à février. La consommation moyenne par an est de l'ordre de 30 tonnes de 2013 à 2019. La principale problématique environnementale entourant l'utilisation de ce produit de déverglacement réside dans sa charge organique et dans sa biodégradabilité. La charge organique est appréhendée sur les aérodromes par la mesure de plusieurs paramètres tels que la DBO₅, la DCO ou le COT, chacun de ces paramètres exprimant un degré de pollution organique ou/et minérale d'un effluent ou d'une solution. D'une manière générale, ils permettent d'appréhender l'impact environnemental de ce produit de déverglacement.

Pour le Clearway 1 à 20°C, la DCO serait de l'ordre de 331.27 g/kg et la DBO₅ de 208.22 g/kg. Le rapport DCO / DBO₅ est de l'ordre de 1.59, cet effluent est donc facilement biodégradable à 20° C. La dégradation de cette charge organique est caractérisée en suivant l'évolution du carbone organique dissout en fonction du temps.

Pour maintenir l'équilibre de la nappe, déjà en difficultés et sous pressions, le seul moyen est de restituer les eaux pluviales à la nappe à conditions de respecter la qualité selon les normes exigées.

Pour ce faire, le projet doit intégrer des dispositifs aux systèmes de rétention-infiltration pour **contrôler et lutter contre la pollution chronique et accidentelle**. Aussi, la nappe dans le secteur n'est pas à l'abri d'une éventuelle pollution accidentelle en raison de la mince couverture qui recouvre la craie et sa nature lithologique limoneuse à limono-sablonneuse. **La nappe est donc fortement vulnérable au droit du projet.**

L'autre type de pollution identifiable est la pollution accidentelle sur le chantier qui peut **intervenir lors de la phase travaux** qui peut résulter, par exemple, du déversement accidentel de produits toxiques qui peuvent atteindre la nappe de la craie.

V. GESTION DES EAUX PLUVIALES, DES EAUX USEES ET DE LA POLLUTION DANS LE CADRE DU PROJET

1. Eaux usées

L'assainissement au niveau de la plateforme aéroportuaire fait l'objet d'une collecte séparative (eaux pluviales/ eaux usées). L'ensemble des réseaux séparatifs Eaux Usées (EU) et Eaux Pluviales (EP) de la plateforme ont été conçus et réalisés sous maîtrise d'œuvre DDE entre 1998 et 2002. Le plan du réseau des eaux usées (Figure 23) comporte une station de refoulement qui se situe en zone réservée entre le SDIS, le fret et le pétrolier. 3 pompes sont disponibles dont 1 en secours les 2 autres interviennent selon le niveau atteint en fosse. Le débit de la pompe de refoulement est supérieur à 10 l/s. Les eaux chargées en produit de dégivrage pour les avions font l'objet d'une gestion spécifique schématisée sur la figure 28.

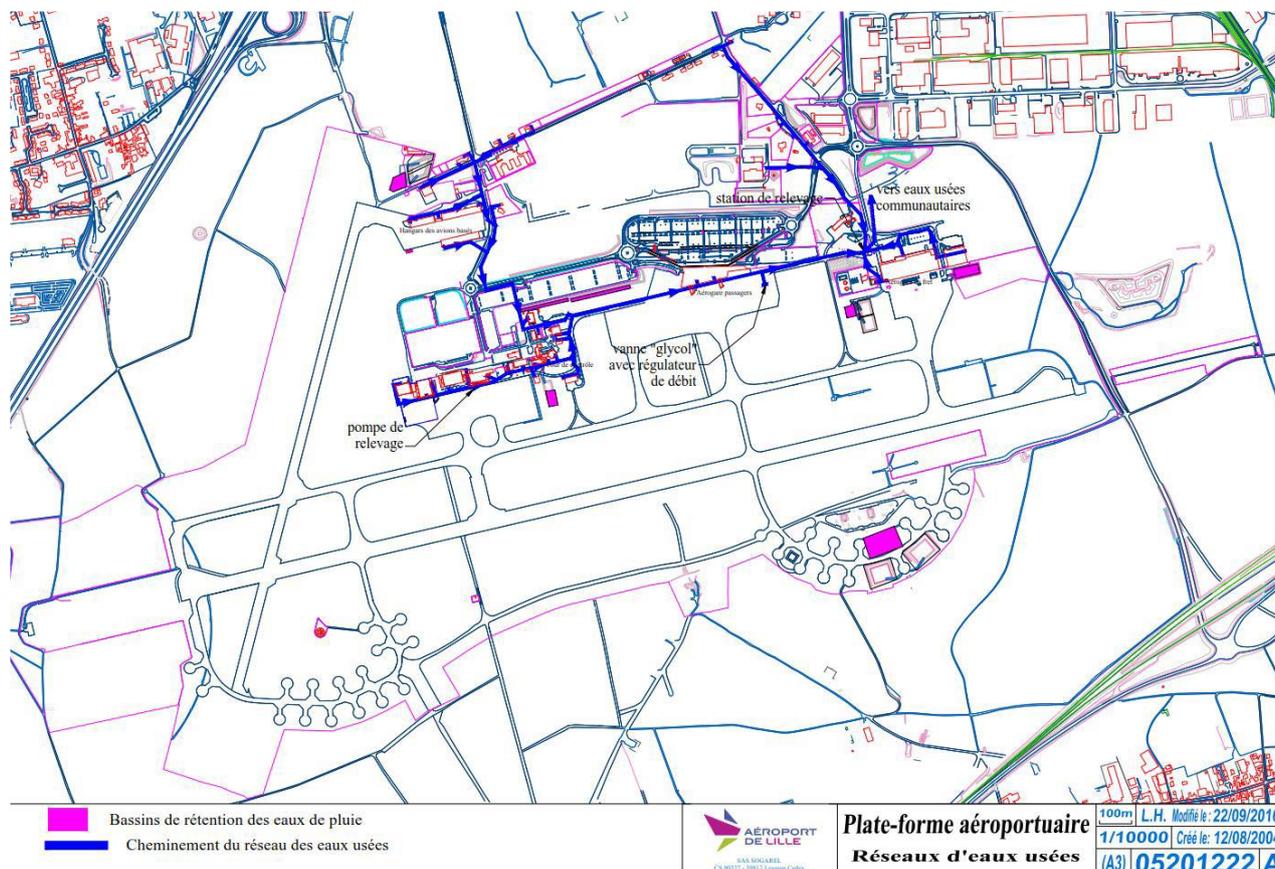


Figure 23. Localisation du réseau d'eaux usées (ADL, 2016).

Les opérations de dégivrage des avions sont réalisées au droit des aires étanches. Les eaux chargées en glycol sont détournées du réseau d'eaux pluviales du bassin-versant Est avant d'être déversées dans le réseau d'eaux usées pour évacuation vers le réseau des Eaux usées de la MEL (Station d'Épuration de Marquette-lez-Lille, d'une capacité de 620 000 EH) à faible débit afin de favoriser la dilution selon CRR du 25/10/1993. L'essentiel des eaux refoulées est constitué d'effluents standards (eaux usées domestique des aérogares, bureaux et tertiaire divers, logements de fonctions et HLM) représentant environ 2000 EH24. S'y ajoutent des effluents non standard tels que : restaurants, vide toilettes avions et produits de dégivrage avions.

2. Eaux pluviales

2.1. Description de la gestion actuelle

En matière de gestion des eaux pluviales, la plateforme aéroportuaire se divise en 31 sous-bassins versants, regroupés en 3 grands bassins-versants, recouvrant une superficie de 211,87 ha :

- Le bassin-versant Nord comprend neuf sous-bassins : les sous bassins A1a, A1b,1, A1b,2, A2b, A2c, A2d, B1, B2 et J, d'une surface totale de 33,37 ha. La surface imperméabilisée collectée est de 13,77 ha. Les eaux sont rejetées dans un bassin de rétention de 1 400 m³ puis un bassin d'infiltration de 16 951 m³. Une conduite gravitaire régulée à 20 L/s et une conduite de surverse relie le bassin de rétention au bassin d'infiltration. La surface d'infiltration est de 1 986 m², avec une perméabilité de $3,65 \cdot 10^{-4}$ m/s : le débit de fuite est donc de 0,73 m³/s.
- Le bassin-versant Sud comprend 21 sous bassins : les sous-bassins C1, C2, C3,1, C3,2, C3,3, C3,4, C3,5, D1, D2, E1a, E1b, E1c, E2a, E2b, E3a, E3b, E4a, E4b, F, H1 et H2, soit un total de 141,37ha. La surface imperméabilisée collectée est de 52,42 ha. Les eaux sont récupérées par plusieurs bassins de rétention sur le réseau (Sud4a, Sud4b, Sud1, Sud2) d'un volume cumulé de 6 442 m³ et par deux cuves de tamponnement enterrées d'un volume cumulé de 300 m³, avant de se rejeter gravitairement dans un bassin de rétention en aval du bassin-versant de 9 775 m³ puis dans un bassin d'infiltration de 28 553 m³. Une conduite gravitaire régulée à 30 L/s et une conduite de surverse relie le bassin de rétention au bassin d'infiltration. La surface d'infiltration est de 6 670 m², avec une perméabilité de $9,5 \cdot 10^{-5}$ m/s : le débit de fuite est donc de 0,63 m³/s.
- Le bassin-versant Est comprend 11 sous bassins : les sous-bassins G1a, G1b,1, G1b,2, G2a,1, G2a,2, G2a,3, G2b,1, B2b,2, I, K,1 et K,2, soit un total de 37, 13 ha. La surface imperméabilisée collectée est de 19,01 ha. Les eaux se rejettent dans un bassin de rétention de 1 260 m³ puis un bassin d'infiltration de 10 000 m³. La surface d'infiltration est de 2 849 m², avec une perméabilité de $2,8 \cdot 10^{-5}$ m/s : le débit de fuite est donc de 0,008 m³/s.

La Figure 24 montre la délimitation des trois grands bassins-versants, le réseau d'eaux pluviales existant et le positionnement de l'exutoire de chaque bassin-versant, que sont les différents bassins d'infiltration Nord, Est et Sud.

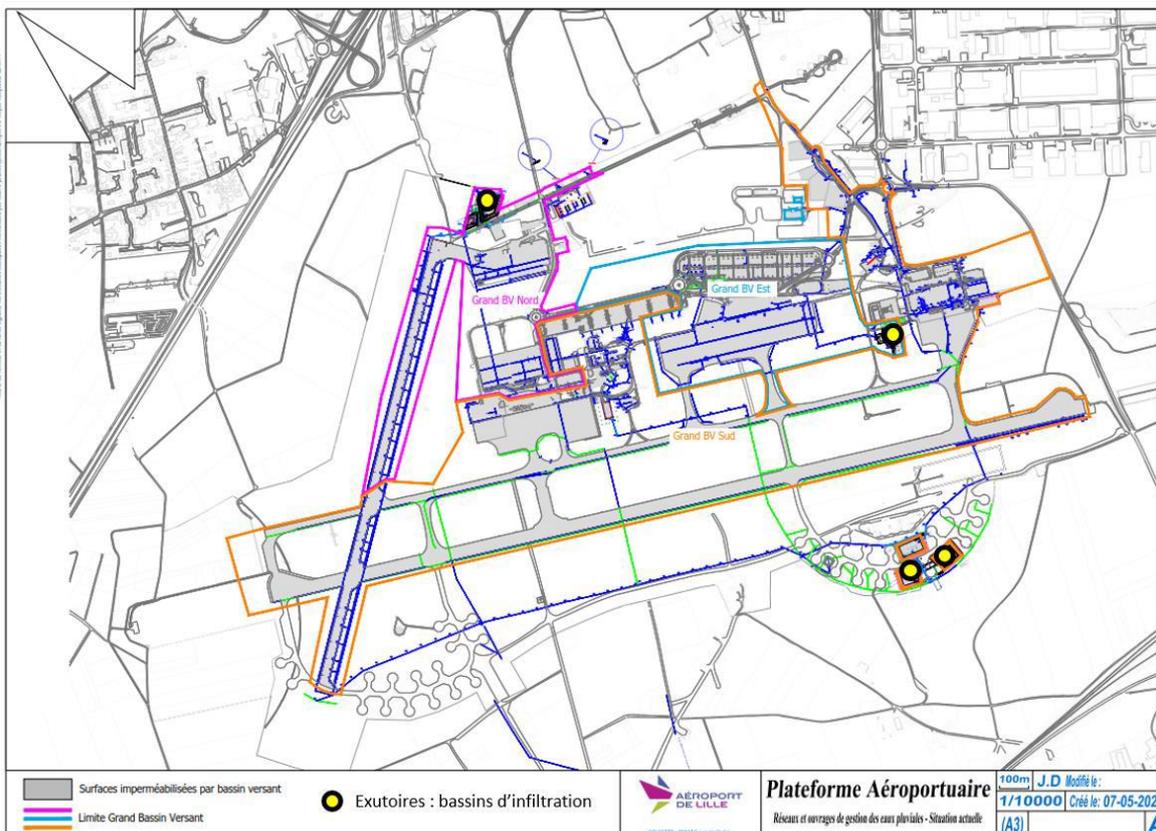


Figure 24. Grands bassins-versants et exutoires (ADL, 2016).

Quant au réseau existant est illustré dans la figure 25 pour chaque grand bassin-versant : le réseau du bassin-versant Est en vert (Bassins n°557), le réseau du bassin-versant Nord en bleu (Bassins n°171) et le réseau du bassin-versant Sud en Orange (Bassin n°571). Depuis 2011, les eaux de pluie du parking P1 sont récupérées pour la totalité des besoins des pompiers d’aéroport, soit 1 800 m³ par an, et pour le lavage des véhicules de service.

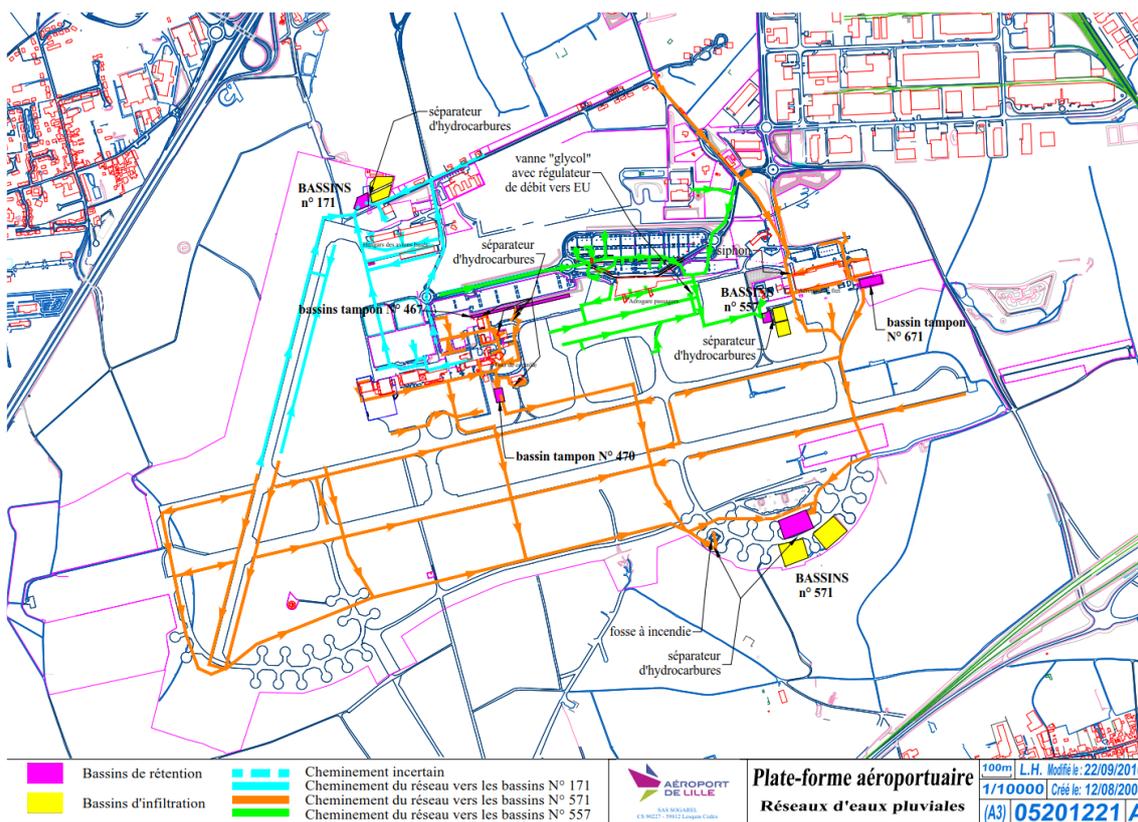


Figure 25. Localisation du réseau d'eaux pluviales (ADL, 2021).

Le découpage en 31 sous-bassins versants est illustré sur Figure 26 et les surfaces imperméabilisées dont les eaux pluviales sont récupérées par les bassins de rétention : toitures, voiries et parkings routiers, pistes et taxiways, et aires de trafic sont présentées dans la figure 27. Quant aux eaux pluviales des espaces verts et des chemins de ronde ne sont pas collectés.

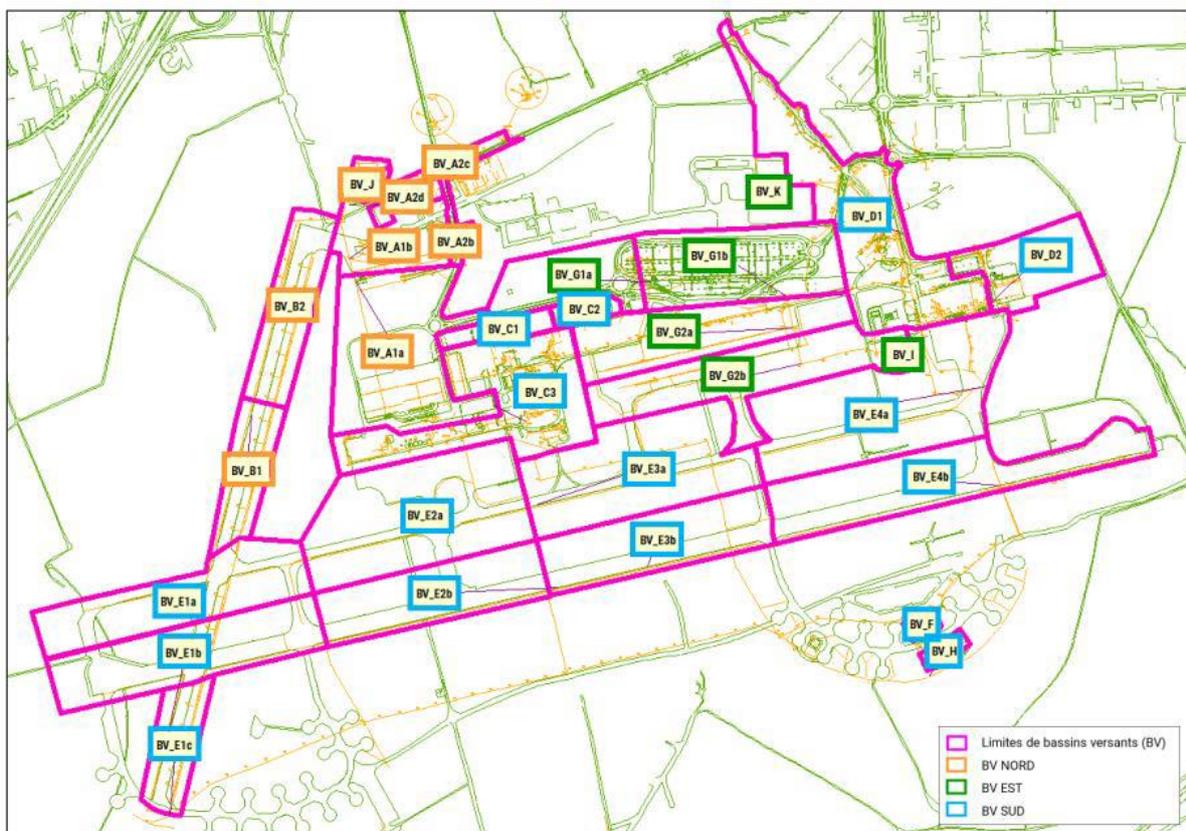


Figure 26. Sous-bassins-versants (ADL, 2021).

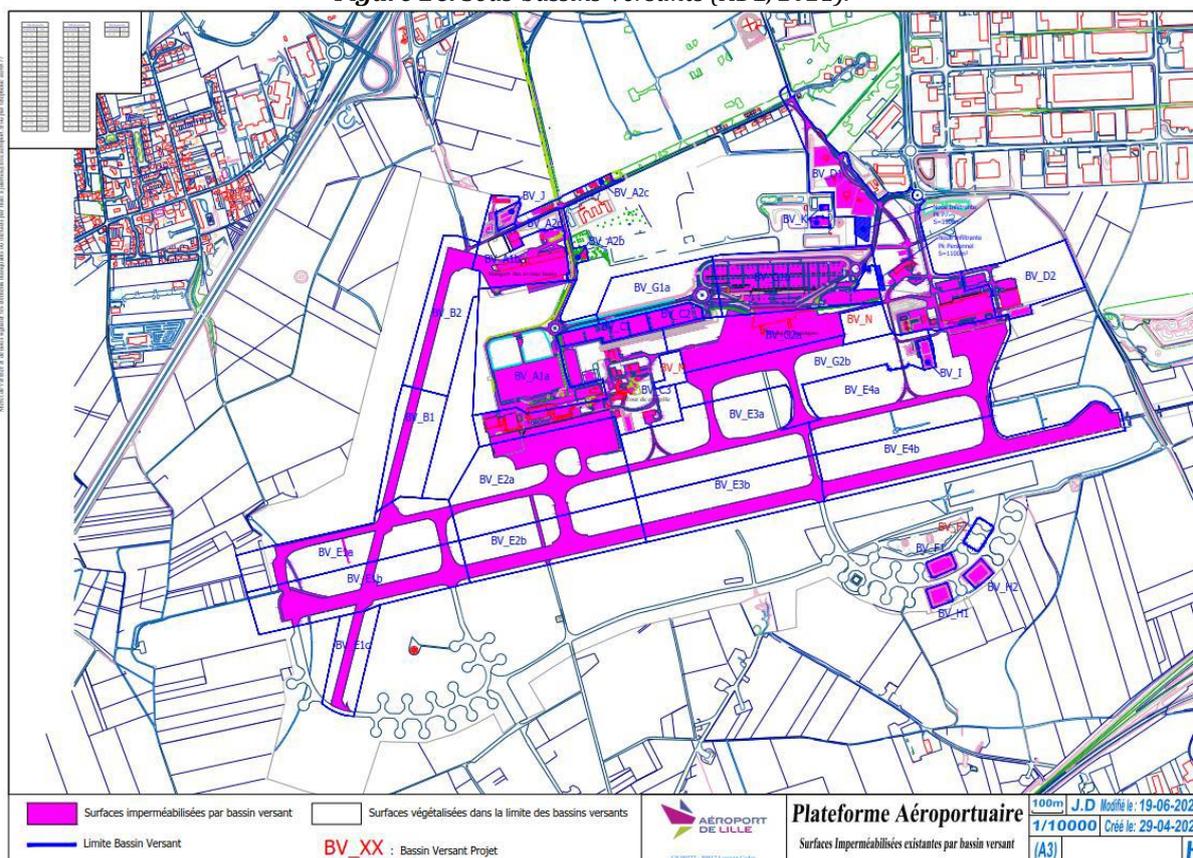


Figure 27. Surfaces imperméabilisées existantes par sous-bassin-versant (ADL, 2021).

Le Tableau IV détaille les caractéristiques des sous-bassins-versants à savoir : la surface totale, la surface imperméabilisée, la surface d'espace vert, le coefficient de ruissellement, la surface active, la longueur, la pente et le temps de concentration. La totalité des surfaces imperméabilisées des 3 grands bassins-versants dont les eaux pluviales sont récupérées s'élève à 85,20 ha, soit environ 40,21% de la surface globale.

Tableau IV. Caractéristiques des sous-bassins-versants (ADL 2021).

	Sous BV	Surface (m²)	0,95		0,1		Coefficient de ruissellement	Longueur (m)	Pente (%)	Temps de concentration (min)
			Surface imperméabilisée (m²)	Surface Espace vert (m²)	Surface active (m²)					
BV NORD	BV_A1a	136 191,00	53 884,63	82 306,37	59 421,04	0,44	677,00	0,15%	48,00	
	BV_A1b,1	57 326,00	32 538,13	20 256,08	37 242,03	0,65	438,00	0,23%	26,00	
	BV_A1b,2		4 531,79							
	BV_A2b	7 577,00	2 950,09	4 626,91	3 265,28	0,43	95,00	0,32%	7,00	
	BV_A2c	12 491,00	5 734,51	6 756,49	6 123,43	0,49	359,00	0,74%	11,00	
	BV_A2d	9 867,00	2 435,40	7 431,60	3 056,79	0,31	11,00	0,36%	3,00	
	BV_B1	42 641,00	12 104,82	30 536,18	14 553,20	0,34	418,00	0,25%	23,00	
	BV_B2	63 056,00	18 948,11	44 107,89	22 411,49	0,36	602,00	0,61%	20,00	
	BV_J	4 572,72	4 572,72	0,00	4 344,08	0,95	10,00	0,55%	2,00	
	TOTAL	333 721,72	137 700,20	196 021,52	150 417,34	0,45				
BV SUD	BV_C1	16 611,00	16 068,09	542,91	15 318,98	0,92	147,00	0,78%	7,00	
	BV_C2	10 653,00	10 100,41	552,59	9 650,65	0,91	29,00	0,52%	3,00	
	BV_C3,1		51 573,09							
	BV_C3,2		7 239,30							
	BV_C3,3	121 530,00	233,88	60 744,96	63 820,28	0,53	575,00	0,34%	29,00	
	BV_C3,4		1 246,99							
	BV_C3,5		491,78							
	BV_D1	157 745,00	74 105,43	83 639,57	78 764,12	0,50	689,00	0,88%	22,00	
	BV_D2	57 003,00	13 931,57	43 071,43	17 542,13	0,31	247,00	0,50%	14,00	
	BV_E1a	103 347,00	28 861,54	74 485,46	34 867,01	0,34	771,00	0,55%	27,00	
	BV_E1b	107 291,00	44 860,93	62 430,07	48 860,89	0,46	519,00	0,55%	22,00	
	BV_E1c	40 296,00	10 585,87	29 710,13	13 027,59	0,32	800,00	0,55%	23,00	
	BV_E2a	161 341,00	62 955,30	98 385,70	69 646,11	0,43	576,00	0,55%	25,00	
	BV_E2b	89 932,00	33 180,38	56 751,62	37 196,52	0,41	576,00	0,55%	22,00	
	BV_E3a	141 342,00	22 129,00	119 213,00	32 943,85	0,23	465,00	0,55%	22,00	
	BV_E3b	95 589,00	29 711,46	65 877,54	34 813,64	0,36	465,00	0,55%	20,00	
	BV_E4a	168 947,00	46 437,92	122 509,08	56 366,93	0,33	607,00	0,55%	26,00	
	BV_E4b	127 144,00	55 590,71	71 553,29	59 966,50	0,47	950,00	0,55%	31,00	
	BV_F	4 953,80	4 953,80	0,00	4 706,11	0,95	15,00	0,55%	2,00	
	BV_H1	4 854,05	4 854,05	0,00	4 611,35	0,95	10,00	0,55%	2,00	
	BV_H2	5 090,45	5 090,45	0,00	4 835,93	0,95	10,00	0,55%	2,00	
	TOTAL	1 413 669,30	524 201,95	889 467,35	586 938,59	0,42				
BV EST	BV_G1a	57 529,00	10 542,05	46 986,95	14 713,64	0,26	417,00	1,22%	17,00	
	BV_G1b,1		70 525,10	33 218,03	71 027,32	0,68	246,00	0,80%	10,00	
	BV_G1b,2	104 487,00	743,87							
	BV_G2a,1		61 540,25							
	BV_G2a,2	94 464,00	1 328,03	30 433,91	63 871,98	0,68	369,00	0,78%	15,00	
	BV_G2a,3		1 161,81							
	BV_G2b,1		35 603,86	70 630,07	43 046,09	0,40	289,00	0,78%	14,00	
	BV_G2b,2	108 507,00	2 273,07							
	BV_J	3 948,94	3 948,94	0,00	3 751,49	0,95	10,00	0,55%	2,00	
	BV_K,1	2 400,25	1 978,22	0,00	2 280,24	0,95	15,00	0,55%	2,00	
BV_K,2		-422,03								
TOTAL	371 336,19	190 067,23	181 268,96	198 690,76	0,54					

	Surface	Surface imperméabilisée	Surface Espace vert	Surface active	Coefficient de ruissellement
TOTAL en m²	2 118 727	851 969	1 266 758	936 047	0,44
TOTAL en ha	211,87	85,20	126,68	93,60	

Enfin, le principe de gestion des eaux pluviales est présenté dans la figure 28.

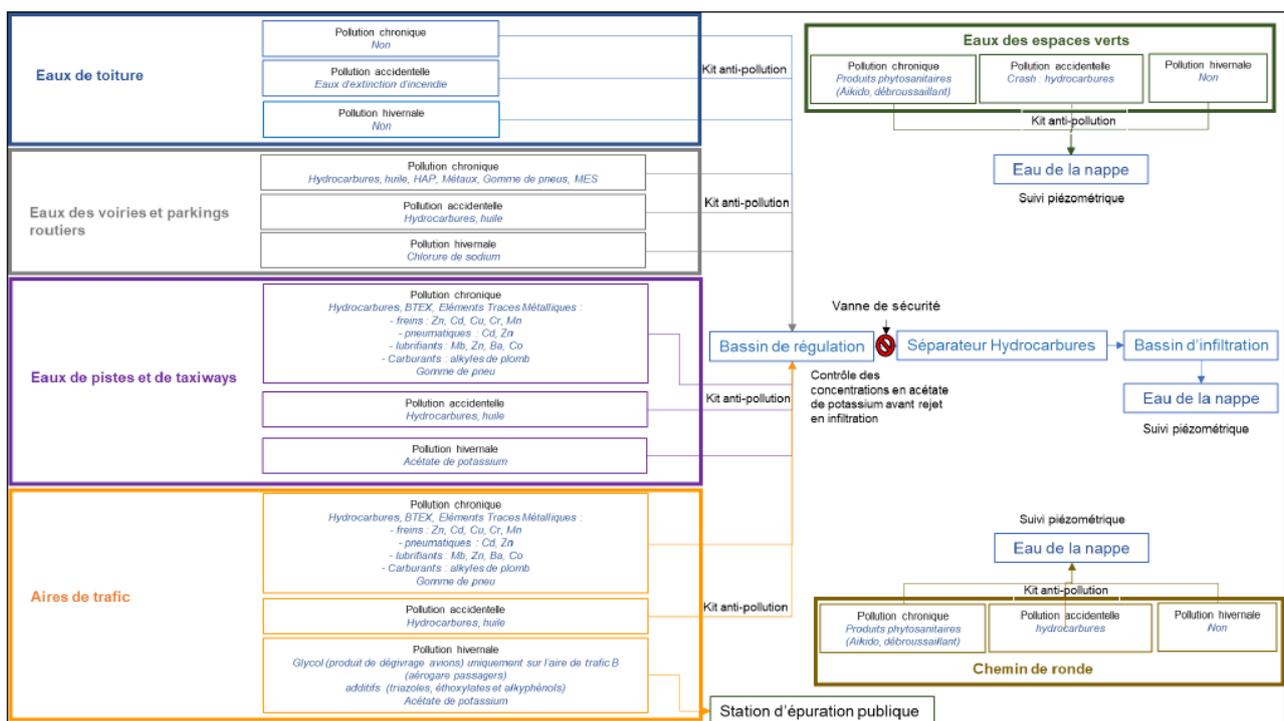


Figure 28. Principe de gestion des eaux pluviales (EODD, 2020).

Les surfaces imperméabilisées sont collectées par le réseau actuel, composé de canalisations dont le diamètre varie de 100 à 1 200 mm (en PVC pour les diamètres <400 mm et en béton pour les diamètres ≥400 mm), de nombreux regards, de séparateurs hydrocarbures, de cuves de rétention enterrées, de pompes de refoulement et de bassins de rétention étanches et bassins d'infiltration. La surface imperméabilisée collectée sur la plateforme aéroportuaire est de 85,20 ha.

2.2. Gestion de la pollution

Les eaux pluviales sont stockées dans les bassins de rétention répartis sur tout le site, passent par un séparateur hydrocarbures retenant les particules **supérieures à 50 µm** et **les hydrocarbures**, et se rejettent dans les bassins de rétention associés. Une fois dans les bassins d'infiltration, les eaux pluviales traitées s'infiltrent vers la nappe souterraine. Le fond des ouvrages d'infiltration est constitué d'un lit de sable d'un mètre d'épaisseur permettant d'intercepter les particules fines. La perméabilité du sol prise en compte à la création des ouvrages est de $3,5 \cdot 10^{-5}$ m/s. En période hivernale, le déverglaçage des pistes intervient pour permettre la circulation des avions et des engins annexes en toute sécurité. Les produits utilisés sont à base **d'acétate de potassium** et sont principalement sous forme liquide. Ils sont majoritairement utilisés sur le bassin-versant Sud, et dans une moindre mesure sur le bassin-versant Est sur l'AST Bravo. Les quantités d'acétate de potassium utilisés sur la période 2011-2019 sont en moyenne 55,57 tonnes/an, avec un pic de consommation en 2012 en raison d'un hiver rigoureux, et une consommation habituelle comprise entre 17 et 30 tonnes (Tableau V).

Tableau V. Caractéristiques des sous-bassins-versants (ADL 2021).

Quantités d'acétate de potassium – 2011-2019					
Année	2011	2012	2013	2014	2015
Quantité (tonnes)	51,78	242,36	23,44	23,8	17,28
Année	2016	2017	2018	2019	MOYENNE
Quantité (tonnes)	24,13	71,01	17,51	28,8	55,57

Le produit mis en place à des températures inférieures à 0°C est emporté par les premières pluies vers le réseau de collecte des eaux pluviales. Avant de transiter dans les bassins d'infiltration, les eaux pluviales du bassin de rétention font l'objet d'un contrôle de la charge organique liée à l'acétate de potassium, avant de pouvoir être rejetées dans les bassins d'infiltration lorsque la concentration en COT est inférieure à **36 mg/l**. Une vanne de sécurité permet cloisonner les eaux pluviales le temps d'être contrôlées. Dans le cas où le volume du bassin de rétention devenait un facteur limitant, il existe une pompe de refoulement pour vidanger partiellement ce bassin de rétention vers le réseau des eaux usées.

Le chlorure de sodium est également utilisé pour le déverglaçage des parkings de certaines voiries d'accès, en quantité limitée. En résumé, les eaux pluviales de la piste principale et de la partie commune avec la piste secondaire, ainsi que celles de tout le secteur de l'aviation générale sont collectées et renvoyées vers le bassin tampon n°571 au Sud du site. Deux bassins tampons intermédiaires permettent de mettre en attente les eaux en provenance de l'aérogare de fret (bassin

tampon n°671) et de l'aviation générale (bassin tampon n°470). Ces eaux passent ensuite dans un séparateur hydrocarbures avant d'être infiltrées dans les bassins d'infiltrations, désignés bassins Sud n°571 (suivi par les piézomètres 1BS08 et 1BS09).

Chaque bassin-versant dispose de séparateurs à hydrocarbures (Figure 29) en raison de la présence de kérosène sur site et de la circulation de nombreux engins fonctionnant au kérosène. Les séparateurs sont placés entre les bassins de rétention et d'infiltration, mais également là où la source d'hydrocarbures est susceptible d'être importante (parking) :

- Bassin-versant Est : le SHF11 est un barrage absorbant à hydrocarbures entre le bassin de rétention et le bassin d'infiltration, les SHN08, SHN09 et SHN10 sont en aval du parking existant;
- Bassin-versant Sud : SHS07, SHM05, SHM06 et SHM14 en aval de chaque bassin de rétention, et donc en amont du bassin d'infiltration ;
- Bassin-versant Nord : le décanteur lamellaire SHH01 entre le bassin de rétention et d'infiltration et le SHH04 près des hangars des avions basés.

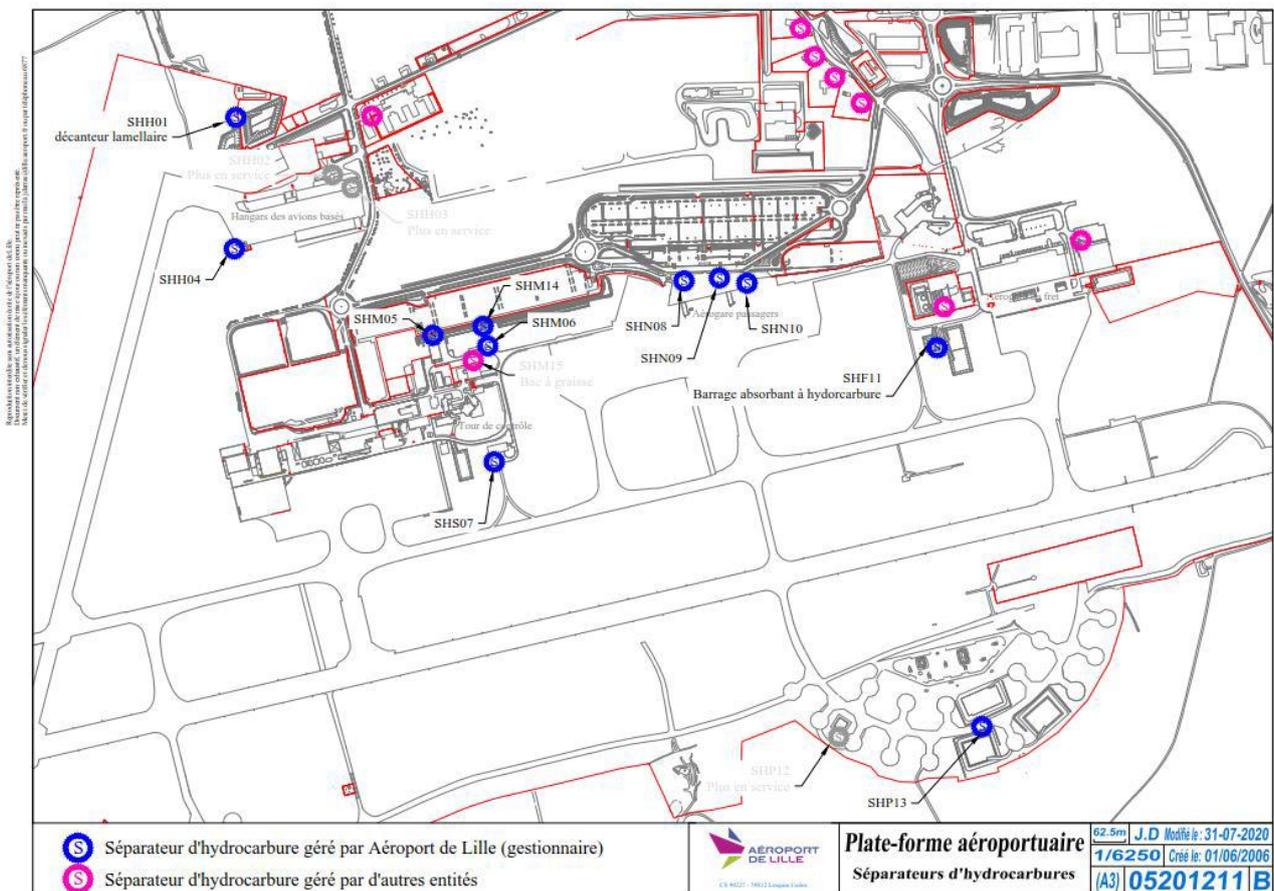


Figure 29. Localisation des séparateurs à hydrocarbures (EODD, 2020).

Lors des opérations de dégivrage des avions, des produits à base de glycol sont utilisés au droit des aires étanches : produit de type I dilué à 50% avec de l'eau et produit de type II en usage pur. Entre 2016 et 2019, ce sont environ 33,19 tonnes chaque année qui ont été utilisées, à raison de 232 interventions annuelles. Ces opérations sont majoritairement réalisées dans le bassin-versant Est.

Les eaux chargées en glycol sont collectées et bloquées sur site avant d'être déversées dans le réseau d'eaux usées pour évacuation vers la station d'épuration de Marquette.

VI. SURVEILLANCE ET QUALITE DES EAUX SUPERFICIELLES ET SOUTERRAINES**1. Surveillance et qualité des eaux superficielles**

La qualité des eaux rejetées dans les différents bassins d'infiltration fait l'objet d'une surveillance tel quel prescrite par les arrêtés préfectoraux du 26/03/1996, du 05/06/1998 et du 04/04/2004. Les normes sont les suivantes :

- L'effluent ne doit pas contenir de matières en suspension (d'un diamètre supérieur à 50 µg) et de substances capables d'entraîner une dégradation de la qualité des eaux souterraines.
- L'effluent devra être inodore et non susceptible de fermentation.
- Le pH doit être compris entre 6,5 et 7,5.
- La concentration maximale instantanée en hydrocarbures devra être inférieure à 5 mg/L (norme NFT 90.114).

La qualité des effluents est contrôlée de façon inopinée par les agents de la police de l'eau. Les analyses menées sur les rejets dans les bassins d'infiltration Nord (171), Est (557) et Sud (571) au cours de la période 2017-2019 (Tableau VI) montre des valeurs conformes aux normes fixées par les arrêtés préfectoraux. Au cours de la période 2017-2020, des teneurs supérieures à la valeur guide en hydrocarbures (l'arrêté du 11 janvier 2007) avaient été mesurées en décembre 2019 au droit des piézomètres à proximité des bassins Nord (171) et Est (557). Les analyses au droit des bassins d'infiltration montrent une absence d'hydrocarbures, à l'exception du bassin 571 (Sud) qui lors de la campagne de 2019, avait révélé la présence d'hydrocarbures avec une valeur inférieure à la valeur guide. Ce qui démontre l'efficacité du traitement mis en place pour les eaux pluviales avant infiltration.

Tableau VI. Analyses effectuées sur les rejets au droit des bassins d'infiltration (Source - Etude hydrogéologique état initial, SB20 2020, ANNEXE 06)

Bassin	Date	T°C	pH	MES (mg/l)	Indice Hydrocarbures
171 - Nord	12/12/2017			5	<0.1
171 - Nord	10/12/2018	7	7.2	17	<0.1
171 - Nord	11/12/2019	8.9	8	3	<0.1
557 - Est	12/12/2017		7.7	8	<0.1
557 - Est	10/12/2018	8.3	7.3	5	<0.1
557 - Est	11/12/2019	7.8	7.8	3	<0.1
571 - Sud	12/12/2017		7.9	5	<0.1
571 - Sud	10/12/2018	8.4	7.9	13	<0.1
571 - Sud	11/12/2019	6.2	8.1	4	0.13

La principale problématique environnementale entourant l'utilisation de ce produit de déverglaçage réside dans sa charge organique et dans sa biodégradabilité. La charge organique est appréhendée sur les aérodromes par la mesure de plusieurs paramètres tels que la DBO5, la DCO ou le COT, chacun de ces paramètres exprimant un degré de pollution organique ou/et minérale d'un effluent ou d'une solution. Les résultats d'analyse ne montrent pas de dépassement pour les indices hydrocarbures. Les autres paramètres sont également maîtrisés. Des prélèvements ont été réalisés le 15/03/2021 dans les bassins d'infiltration Sud, après une séquence de déverglaçage et un épisode pluvieux (Tableau VII).

Tableau VII. Synthèse des prélèvements réalisés au niveau du bassin sud (ADL).

LOCALISATION DU PRELEVEMENT	UNITES	DATES DU PRELEVEMENT			
EAU DE REJET B571					
Dates du prélèvement		12/12/2017	10/12/2018	11/12/2019	15/03/2021
OBSERVATIONS IN SITU					
Température de l'eau	°C	/	8,4	6,2	
PARAMETRES PHYSICO-CHIMIQUES					
Matières en suspension (MES)	mg/l	5	13	4	
pH à T°C	Unités pH	7,9	7,9	8,1	7,6
Température de mesure du pH	°C	14,8	16	16,1	18,7
PARAMETRES INDESIRABLES					
Indices hydrocarbures	mg/l	<0,1	<0,1	0,13	<0,03

2. Ouvrages de surveillance des eaux souterraines

Un réseau de surveillance des eaux souterraines est présent au sein de l'aéroport. Il se compose de :

- 6 piézomètres positionnés en amont et aval des bassins de rétention et d'infiltration d'eau pluvial dont le suivi semestriel est assuré par l'aéroport (Figure 21) : Piézo IBN08, IBN09, IBS08, IBS09, IBW08, IBW09 ;
- 13 piézomètres positionnés au droit de l'ancien site Air Total Marketing Services en lien avec l'arrêt d'activité sur site (Figure 21) :
 - 2 ouvrages hors site (PZI et PZ15) en amont hydraulique à l'extérieur nord-ouest du site,
 - 6 ouvrages à l'intérieur du site (PZA, PZE, PZF, PZG, PZJ, et PZM),
 - 5 ouvrages (PZK, PZN, PZO, PZP et PZL) en aval hydraulique à l'extérieur du site.
- 3 piézomètres positionnés en amont, aval et latéral hydraulique de l'actuel dépôt de carburants Air Total. Leur installation avait pour but d'établir un état zéro du site avant l'installation du dépôt de carburant en 1995 : Pz Nord, Pz sud, Pz Ouest. Le Pz E09 situé hors site permet une surveillance de la qualité des eaux souterraines en aval du dépôt.

Par ailleurs, deux piézomètres ont été installés en 2020 par GEOMECA dans le cadre de l'étude géotechnique de conception G2 AVP du projet :

- 1 équipement piézométrique situé au droit du rond-point Nord-Ouest de l'aérogare (PZ1)
- 1 équipement piézométrique (PZ2) situé sur les dispersions au Sud-Ouest du site de l'aéroport.

3. Qualité des eaux souterraines

Le suivi réalisé au droit des 6 piézomètres en amont et aval des bassins de rétention et d'infiltration montre que les résultats des analyses menées entre 2017 et 2020 sont conformes aux normes de rejet fixés par les arrêtés préfectoraux du site du 26/03/1996, du 05/06/1998 et du 04/04/2005 relatif à l'infiltration des eaux pluviales dans les bassins.

Le bilan quadriennal 2013-2017 au droit de l'ancien site de dépôt de carburant Total a mis en évidence:

- Sur site la présence d'un impact résiduel en hydrocarbures au niveau de la frange capillaire entre 18 et 20 m de profondeur, sur un axe ouest-est reliant PZF, PZG, et PZE principalement. Cet impact résiduel est absorbé dans les sols et remobilisé sur le toit de la nappe en fonction des phénomènes de hautes et basses eaux, entraînant des teneurs variables d'une campagne à l'autre sans tendance nette à la baisse ou à la hausse des teneurs dissoutes.
- Hors site la présence d'un impact en hydrocarbures totaux, benzène et ETBE/MTBE lié à une ancienne activité de station-service qui appartenait à un loueur de véhicules et non lié à l'ancien dépôt TOTAL. Ces teneurs en hydrocarbures et ETBE/MTBE ne montrent pas de tendance ni à la baisse ni à la hausse. Cet impact est délimité en aval hydraulique distant.

À la suite de l'avis de l'Hydrogéologue agréée en matière d'hygiène publique en date du 20 septembre 2020, un suivi semestriel quadriennal 2021-2025 uniquement en hydrocarbures C10-C40 sera poursuivi au droit des piézomètres PZ15, PZJ et PZK. Les piézomètres PZI, PZP, PZN situés à l'extérieur du site seront conservés durant la période de suivi semestriel quadriennal 2021-2025. Ils seront ensuite rebouchés si la stabilisation, voire la diminution de la concentration en C10-C40 est confirmée. Le suivi réalisé en 2020 autour de l'actuel dépôt de carburants Air Total montre des résultats similaires aux campagnes précédentes

4. Modélisation du fonctionnement du réseau actuel

Une étude réalisée en 2017 a montré la capacité des ouvrages de gestion existants à gérer des pluies de retour plus importantes que la pluie de 20 ans (Figure 30). Elle a mis en évidence que seuls les ouvrages du bassin-versant Nord n°171 n'ont pas la capacité de gérer une pluie supérieure à l'occurrence trentennale.

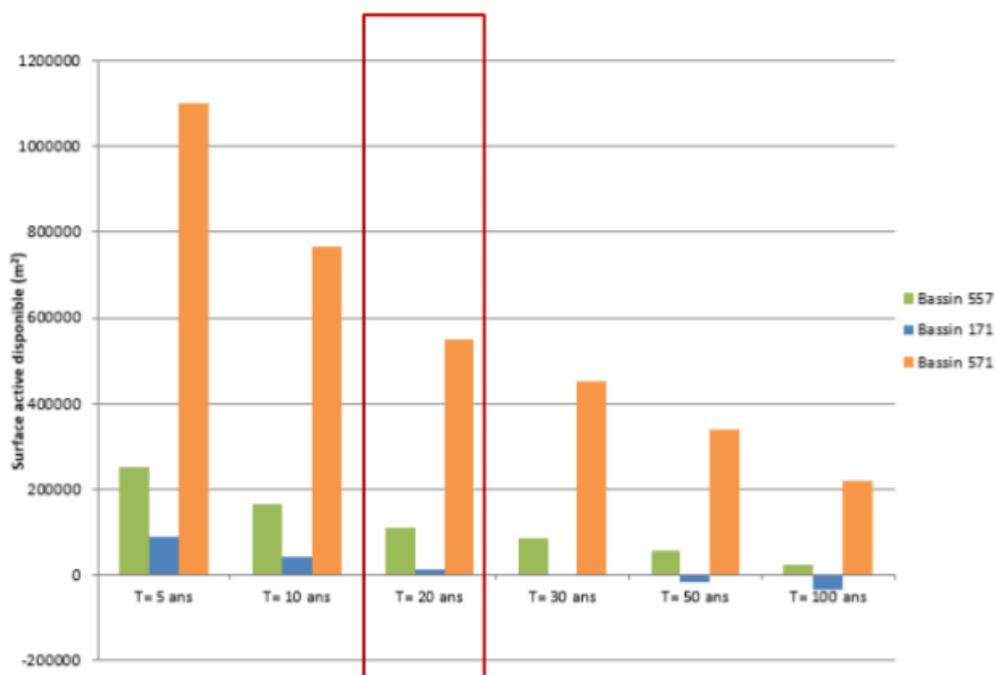


Figure 30. Etude de l'état des lieux et requalification du réseaux d'assainissement de l'eau de pluie (SOGAREL, 2017).

Les besoins en rétention des eaux pluviales sont estimés à partir de la surface active du site : il s'agit de la surface des bassins-versants affectées d'un coefficient de ruissellement de 0,95 lorsqu'elles sont imperméabilisées et de 0,10 pour les espaces verts. Le tableau VIII montre l'évolution des surfaces imperméabilisées, végétalisées et actives, entre l'état actuel et l'état projet : comme la surface active a augmenté, les besoins en rétention sont plus importants.

Tableau VIII. Bilan des surfaces Etat initial / Etat projet.

	Etat initial	Etat projet
Surfaces imperméabilisées	85,197 ha	94,255 ha
Surfaces végétalisées	126,988 ha	118,503 ha
Surfaces actives	93,636 ha	101,393 ha

La surface active augmente d'environ 7,8 ha.

La répartition des surfaces dans le projet sont indiquées dans le tableau qui suit :

Tableau IX. Répartitions des surfaces imperméabilisées dans le projet.

	Emprise projet Juin 2021	Etat existant			Projet		
		Agricole	Prairie aéroportuaire	Autre espace vert	Imperméable	Perméable	
Travaux côté piste	12,10 ha		12,10 ha			8,20 ha	3,90 ha
Accotements de la piste principale 08-26	3,36 ha		3,36 ha			3,36 ha	
Taxiway parallèle à la piste secondaire 01-19	1,06 ha		1,06 ha			1,06 ha	
Elargissement des taxiways	0,18 ha		0,18 ha			0,18 ha	
Congès de raccordement	0,37 ha		0,37 ha			0,37	
Chemin de ronde	2,20 ha		2,20 ha				2,20 ha
Noue infiltrante le long du chemin de ronde	1,70 ha		1,70 ha				1,70 ha
Extension du parking avion ECHO	0,29 ha		0,29 ha			0,29 ha	
Extension du parking avion BRAVO	2,26 ha		2,26 ha			2,26 ha	
Bassin de rétention	0,68 ha		0,68 ha			0,68 ha	
Aérogare	1,27 ha			0,53 ha	0,74 ha	1,27 ha	
Développement du terminal dans la continuité du bâtiment existant inclus Auvent GSE et livraison	1,10 ha			0,36 ha	0,74 ha	1,10 ha	
Extension 2	0,17 ha			0,17 ha		0,17 ha	
Travaux côté ville	8,45 ha	0,20 ha		6,13 ha	2,12 ha	3,37 ha	5,08 ha
P7 (hors espace paysager)	1,85 ha	0,20 ha		0,37 ha	1,28 ha	1,61 ha	0,24 ha
espace paysager autour du P7	4,00 ha			4,00 ha			4,00 ha
P2/Parvis	1,44 ha			0,80 ha	0,63 ha	0,80 ha	0,63 ha
Pk personnel	0,45 ha			0,35 ha	0,11 ha	0,35 ha	0,11 ha
P6/P1	0,56 ha			0,46 ha	0,10 ha	0,46 ha	0,10 ha
Piste cyclable	0,15 ha			0,15 ha		0,15 ha	
Développement immobilier	0						

Une étude hydraulique a été réalisée par Verdi Environnement pour analyser l'impact du projet sur le fonctionnement du réseau dans son état actuel et dimensionner les aménagements nécessaires. Les volumes d'eaux pluviales entrant à l'état projet dans les bassins de rétention pour les différentes pluies étudiées (pluies de durée 4 heures et 24 heures pour des occurrences de 20 ans et 100 ans) sont synthétisés dans le tableau X. Ils sont comparés aux volumes entrant à l'état initial : les volumes entrant à l'état projet sont effectivement plus importants qu'à l'état initial, en raison de l'augmentation des surfaces actives.

Tableau X. Synthèse des volumes de pluies entrant dans les bassins de rétention, comparaison état initial et état projet (EODD, Etude hydraulique Modélisation projet, Verdi Environnement).

Pluie	Durée (h)	Découpage	Volume entrant (m3) - Etat initial	Volume entrant (m3) - Etat projet	Ecart (m3)
20 ANS	4	Zone Est	7 585	8 054	469
		Zone Sud	21 800	23 500	1 700
		Zone Nord	5 620	6 000	380
		TOTAL	35 005	37 554	2 549
20 ANS	24	Zone Est	11 526	12 150	624
		Zone Sud	33 350	35 700	2 350
		Zone Nord	8 550	9 230	680
		TOTAL	53 426	57 080	3 654
100 ANS	4	Zone Est	10 550	11 080	530
		Zone Sud	30 385	32 364	1 979
		Zone Nord	7 832	8 400	568
		TOTAL	48 767	51 844	3 077
100 ANS	24	Zone Est	15 500	16 420	920
		Zone Sud	45 000	48 300	3 300
		Zone Nord	11 540	12 200	660
		TOTAL	72 040	76 920	4 880

L'étude hydraulique montre l'absence de débordement supplémentaire sur le réseau de collecte actuel de gestion des eaux pluviales avec l'ajout des nouvelles surfaces actives pour la pluie 20 ans 4 heures. Le plan suivant montre les zones de débordement du réseau (Figure 31).

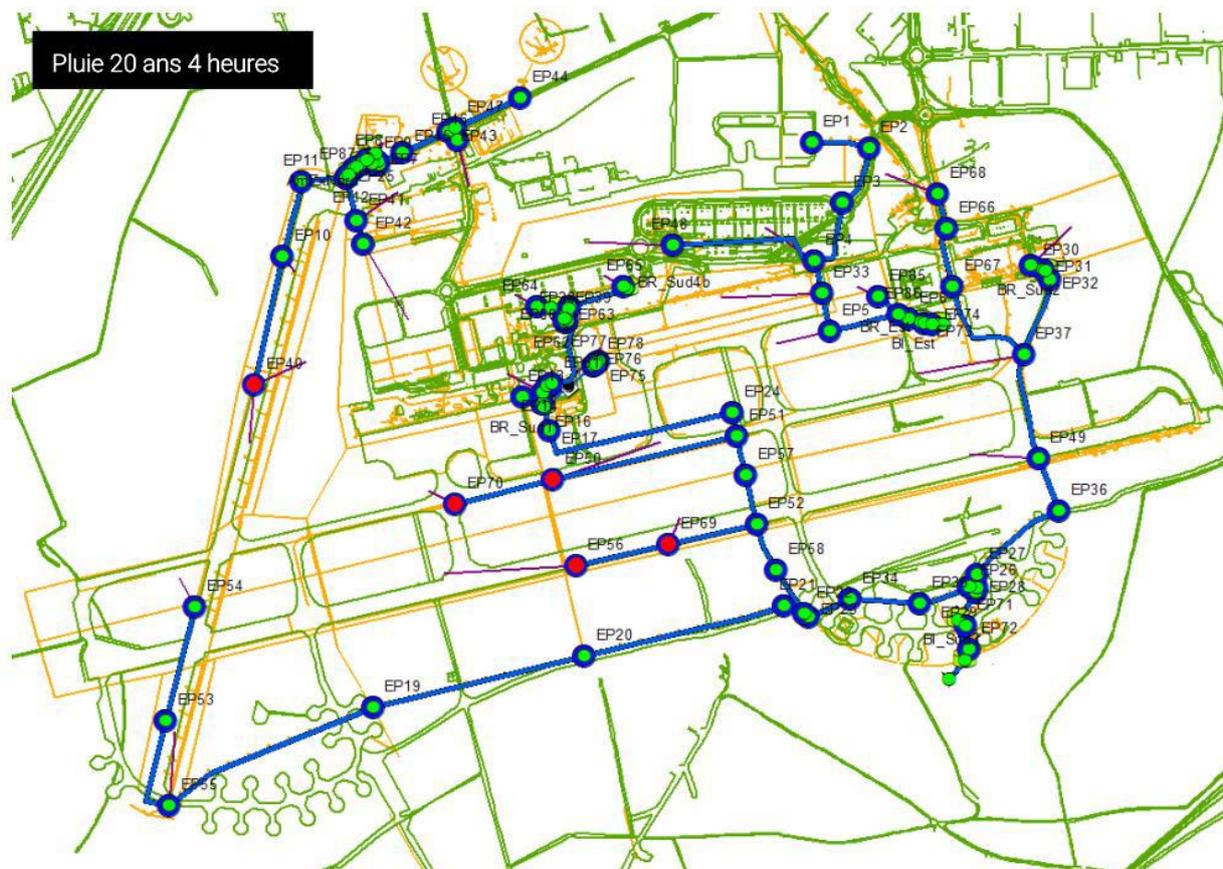


Figure 31. Plan du réseau pour une pluie 20 ans 4 heures (Etude hydraulique projet, Verdi Environnement).

5. Adaptation de la gestion des eaux pluviales

De façon générale, les principes de récupération et de traitement des eaux de ruissellement des surfaces imperméabilisées à l'état projet restent identiques avec le projet de modernisation envisagé :

- Les eaux pluviales récupérées sont stockées dans des bassins de rétention, une vanne de sécurité permet si besoin de contrôler les teneurs en Carbone Organique Total (COT) avant rejet aux bassins d'infiltration via des séparateurs hydrocarbures régulant le débit de rejet.
- Une fois dans les bassins d'infiltration, les eaux peuvent s'infiltrer dans le sol vers la nappe à un débit donné, variable selon la perméabilité des sols au droit de chaque bassin.
- Les eaux pluviales chargées en glycol lors des opérations de dégivrage avion réalisées uniquement sur l'aire Bravo sont toujours détournées du réseau d'eaux pluviales du bassin-versant Est avant d'être évacuées vers la station d'épuration publique tel que prescrit dans l'article 2.b de l'arrêté d'autorisation d'infiltration du 05/06/1998. La dernière autorisation de déversement des eaux usées de l'Aéroport de Lille autres que domestiques date du 23/03/2012.

De même, la récupération et le traitement des eaux pluviales des espaces non-imperméabilisés (les espaces verts) et des espaces semi-perméables (les chemins de ronde) restent également identiques : les eaux pluviales ne sont pas collectées par des ouvrages de rétention, elles s'infiltreront directement dans le sol vers la nappe. En raison de l'augmentation des surfaces imperméabilisées et des eaux pluviales supplémentaires à collecter, certaines adaptations ont été rendues nécessaires :

- La création du parking P7 et l'extension du parking du personnel génèrent une surface active supplémentaire sur le bassin-versant Est avec de nouveaux volumes d'eaux pluviales à collecter. Pour améliorer le système de gestion des eaux pluviales vis-à-vis de la protection de la ressource en eaux, cette surface active est déconnectée du réseau de collecte existant : les eaux pluviales sont gérées à la parcelle.
- Des surverses des bassins de rétention vers les bassins d'infiltration sont amplifiées : de nouveaux bassins doivent être créés afin de récupérer ces eaux pluviales et maîtriser le rejet vers la nappe ;
- Pour améliorer la protection des champs captants Sud de Lille, des systèmes de traitement des eaux pluviales plus performants seront mis en place avant l'infiltration des eaux pluviales dans le bassin-versant hydrogéologique de la Deûle (séparateurs hydrocarbures limités à 1 mg/l et vannes de sécurité).

6. Déconnexion de certaines surfaces actives

Pour s'adapter à l'augmentation des surfaces imperméabilisées et des besoins en rétention, les surfaces actives du nouveau parking P7 et de l'extension du parking du personnel sont déconnectées du réseau en place : elles ne sont donc pas comptabilisées dans le bilan des surfaces et sont gérées indépendamment par infiltration (Figure 32).

Les eaux pluviales sont récoltées dans des regards à grilles et dirigées via un réseau de canalisations vers un bassin d'infiltration : une noue paysagère d'infiltration. Des vannes d'obturation sont mises en place pour gérer la pollution accidentelle et la confiner dans le réseau étanche. Les deux ouvrages d'infiltration du P7 et de l'extension du parking du personnel sont dimensionnés pour recevoir une pluie de période de retour de 100 ans. Le parking P7 se situe à cheval sur la ligne de partage des eaux

souterraines entre le bassin versant hydrogéologique de la Deûle et celui de la Marque. La surface du bassin-versant collecté est de 63 167 m², avec 70% d'espaces verts et 30% de voiries et places de parking. La perméabilité prise en compte est de 2,8. 10⁻⁶ m/s (perméabilité moyenne EP9-EP10 de l'étude Géoméca 2020, affectée d'un coefficient de sécurité de 100). La surface d'infiltration est de 2 500 m², ce qui donne un débit d'infiltration 7 L/s. Pour une pluie de 20 ans, le volume maximal à infiltrer est de 1 115 m³. Pour une pluie 100 ans, le volume maximal à infiltrer est de 1 655 m³.



Figure 32. Plan de principe de gestion des eaux pluviales du parking P7, noue d'infiltration à l'Est (Etude hydraulique projet, Verdi Environnement).

L'extension du parking du personnel se trouve dans le bassin-versant de la Marque. La surface du bassin-versant collecté est d'environ 8 985 m², avec 39% d'espaces verts, et 61% de voiries et places de parking. La perméabilité prise en compte est de 2,8. 10⁻⁶ m/s. La surface d'infiltration est de 1 100 m², ce qui donne un débit d'infiltration 3 L/s. Pour une pluie de 20 ans, le volume maximal à infiltrer est de 203 m³. Pour une pluie 100 ans, le volume maximal à infiltrer est de 304 m³ (Tableau XI). En raison de la sensibilité du bassin-versant de la Deûle, les ouvrages d'infiltration doivent être en mesure de gérer un épisode centennal et ont été implantés dans le bassin-versant de la Marque qui est moins sensible. De plus, les ouvrages seront localisés dans l'horizon superficiel des limons, en conservant une épaisseur minimum de 1 m de limons non saturé avant les niveaux crayeux. L'ensemble de ces mesures permettent de garantir un traitement des eaux pluviales avant leur infiltration dans le sol vers la nappe, qui est adapté à l'usage des parkings et à l'enjeu de la nappe.

Tableau XI. Caractéristiques des futures noues d'infiltration.

	BV Est	
	Parking P7	Extension du parking du personnel
Localisation	Bassin-versant hydrogéologique de la Marque	
Surface collectée (m ²)	63 167	8 985
Surface d'infiltration (m ²)	2 500	1 100
Perméabilité (m/s)	2,8. 10 ⁻⁶	2,8. 10 ⁻⁶
Débit d'infiltration (l/s)	7	3
Volume à infiltrer (m ³) – Pluie 20 ans	1 115	203
Volume à infiltrer (m ³) – Pluie 100 ans	1 655	304

7. La modélisation hydrodispersive de la pollution

Globalement la vidange vers les bassins d'infiltration se fait en 4 à 13 j selon la situation du bassin pris en considération dans la situation actuelle, essentiellement en raison du débit de fuite limitant des séparateurs à hydrocarbures en place. La synthèse par bassin des volumes mis en jeu et des concentrations en polluants dans la situation actuelle et future est présentée dans le tableau XII.

Tableau XII. Volumes et concentrations en polluants, situation actuelle et future, par bassin (SB₂O, 2021).

	BASSIN INFILTRATION SUD				Pluie	Concentration
	Situation actuelle		Situation future			
	Débit à infiltrer	Durée	Débit à infiltrer	Durée		
Déverglaçage	108 m ³ /h	4 j	540 m ³ /h	2 j	17 mm	36 mg/l COT
Hydrocarbures	108 m ³ /h	13 j	540 m ³ /h	3 j		5 mg/l
	BASSIN INFILTRATION NORD				Pluie	Concentration
	Situation actuelle		Situation future			
	Débit à infiltrer	Durée	Débit à infiltrer	Durée		
Déverglaçage	72 m ³ /h	4 j	216 m ³ /h	1 j	10 mm	36 mg/l COT
Hydrocarbures	72 m ³ /h	5 j	216 m ³ /h	3 j		1 mg/l

Afin de connaître le devenir de la pollution issue des activités de l'aéroport et qui atteint la nappe, des simulations ont été effectuées en situation défavorable :

- Pour le déverglaçage, un rejet de 36 mg/l de COT est considéré dans les bassins d'infiltration ;
- Pour les hydrocarbures, la concentration choisie est celle en sortie du séparateur à hydrocarbures installé donnée par le constructeur :

* 5 mg/l pour le bassin Sud

* 1 mg/l pour le bassin Nord.

Le relargage de la quantité de COT dans le temps est aléatoire puisqu'il n'est réalisé qu'en période hivernale (du 1er novembre au 31 mars environ) et est fonction de la quantité de pluie tombée, avec un minimum de 10 à 17 mm. Le choix des simulations a été également réalisé pour le cas le plus critique, c'est-à-dire :

- Pour les bassins Sud, une infiltration de 270 m³/h en continu (24h/24 – 365 j/an) sur la surface d'un bassin (deux existants) à 36 mg/l,
- Pour le bassin Nord, une infiltration de 216 m³/h en continu (24h/24 – 365 j/an) sur la surface d'un bassin (deux existants) à 36 mg/l.

Il en va de même pour les hydrocarbures avec des concentrations de 1 à 5 mg/l selon le bassin pris en considération. Il s'agit donc d'un cas extrêmement défavorable vis-à-vis de la réalité.

Résultats – produit de déverglacage

Plusieurs tests ont été effectués compte-tenu de la biodégradabilité du produit de déverglacage. A titre de rappel, les tests effectués par les Services Techniques de l'aviation civile ont montré que ce produit était dégradé à 90 % en 2 j à 20 °C. Le produit est mis en place à des températures inférieures à 0°C. Ce sont les premières pluies, qui vont permettre, à ce produit de migrer vers le réseau de gestion des eaux pluviales. Les températures seront donc supérieures à 0°C. D'autre part, la nappe de la craie est à une température tout au long de l'année qui oscille entre 10.5 et 12.5 °C.

Deux simulations ont été menées :

1. Demi-vie de 6 jours en aérobie pour le produit de déverglacage,
2. Demi-vie de 12 jours en aérobie pour le produit de déverglacage.

Ce scénario a été simulé de décembre 2008 à décembre 2020, soit sur une durée de 11 ans.

En situation de demi-vie de 6 jours, le produit migre dans les sols de recouvrement et la zone non saturée crayeuse, puis au sein de la nappe de la craie à une distance de 150 m en aval du bassin Nord, avant de devenir inférieure à 5 µg/l. A cette distance le produit est intégralement dégradé. Cette migration se limite à 100 m pour le bassin Sud, situé dans un secteur moins transmissif.

On constate que l'emprise du panache du produit reste stable avec le temps après un à deux ans. En concentration, le panache évolue d'un mois sur l'autre, à la hausse ou à la baisse. Compte-tenu de la biodégradabilité, il n'y a pas d'accumulation du produit, sachant qu'ici le scénario consiste à injecter **en continu** 36 mg/l de COT à débit constant 365 j/an.

Le produit de déverglacage est plus dense que l'eau et complètement soluble. Au maximum on atteint 0.005 mg/l à 250 m au droit du bassin Nord dans le scénario de demi-vie de 12 jours (Figure 33). Le seuil de concentration de 5 µg/l atteint tout juste la piste secondaire. Il migre donc rapidement en profondeur, cependant lors de cette migration il est rapidement biodégradé, même en prenant une demi-vie de 12 jours, la distance est presque doublée. De plus, ce mélange va subir un réchauffement au fur et à mesure de sa migration en profondeur, qui aura pour conséquence d'accélérer sa biodégradabilité.

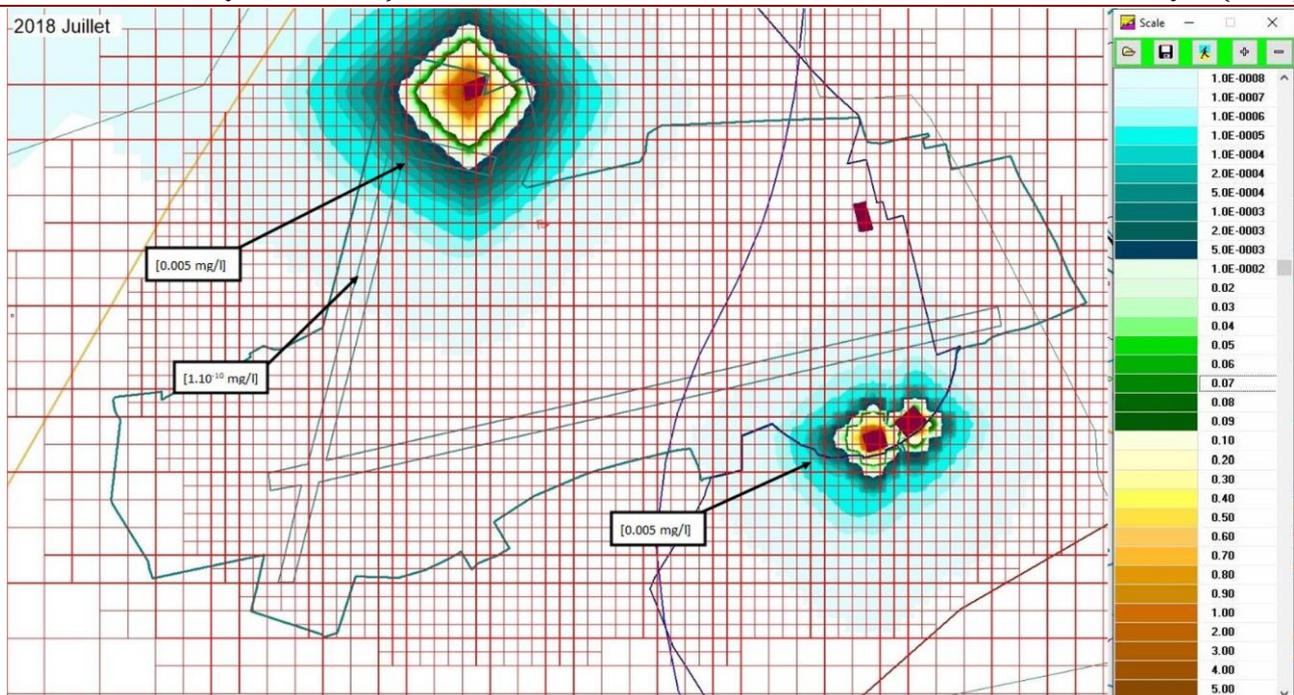


Figure 33. Simulation d'un élément miscible type COT 36 mg/l en continu de 2009 à fin 2020 - demi-vie de 12 jours (maille de 50 m de côté) - juillet 2018 (SB₂O, 2021).

Résultats des Hydrocarbures

Pour le Kérosène, ce produit est plus léger que l'eau (0.8 kg/m³) et sa solubilité est inférieure à 0.02 g/l. Il va donc s'accumuler en surface de la nappe de la craie. Une simulation a été menée avec une demi-vie de 28 jours en aérobique pour les hydrocarbures HAP, selon un scénario de décembre 2008 à décembre 2020, soit sur une durée de 11 ans (Figure 34). La situation la plus impactante a été observée en juillet 2009. Au droit du bassin d'infiltration Nord, le panache de produit s'étend à 283 m en aval hydraulique avec une concentration de l'ordre de 30 µg/l dans la nappe de la craie. A 420 m cette concentration est tombée à 1 µg/l. Au droit des bassins d'infiltration Sud, le panache de produit s'étend à 100 m avec une concentration maximum de l'ordre de 26 µg/l dans la nappe de la craie. L'impact varie dans le temps, d'un mois sur l'autre, du fait de la biodégradation des composés et des variations de la nappe de la craie et des précipitations. Le panache de produit oscille entre une concentration minimum et maximum. L'emprise de cette oscillation reste stable sur les 10 ans, nous n'avons noté aucune dégradation de l'impact avec le nombre d'année de simulation (10 ans – cf. Simulation de 07/2018).

Ces résultats sont conformes et en cohérence avec les résultats d'analyses semestrielles effectués en aval des bassins d'infiltration (observation d'une concentration sur 1 piézomètre à 1 mg/l et plus rien au prélèvement suivant). Le panache de produit reste globalement cantonné à l'emprise de l'aéroport.

Ces résultats sont conformes et en cohérence avec les résultats d'analyses trimestrielles effectués en aval des bassins d'infiltration.

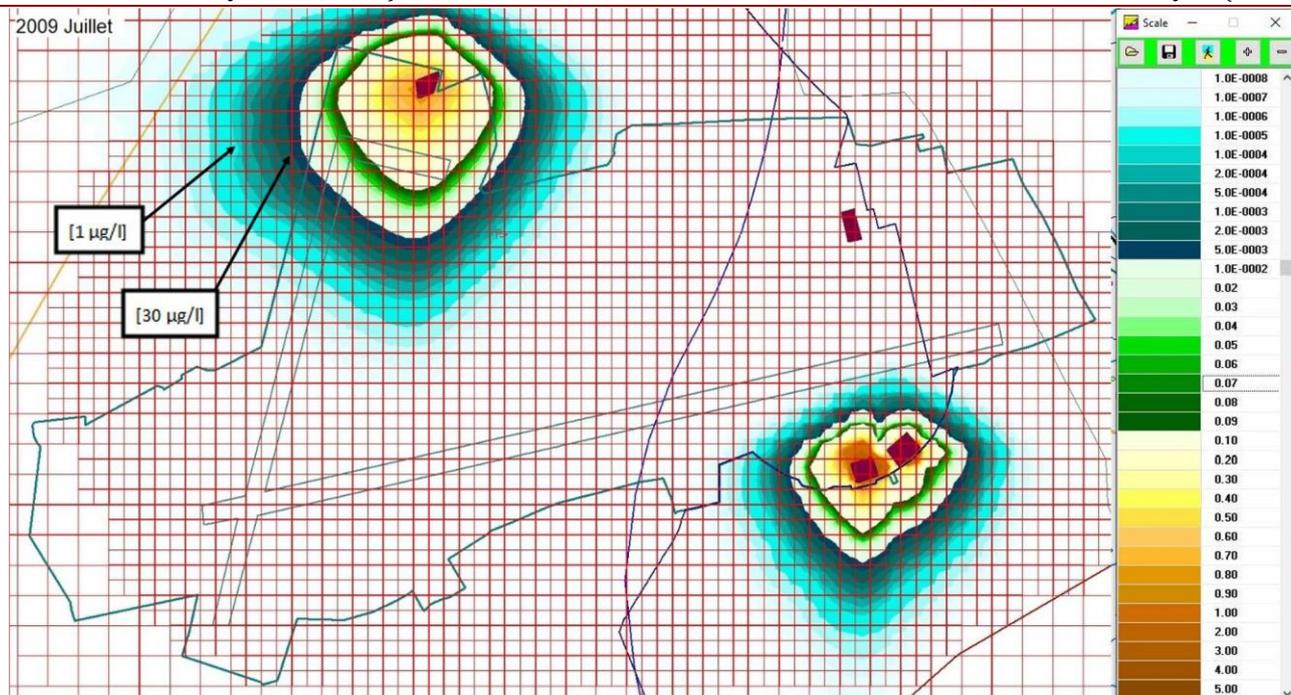


Figure 34. Simulation des hydrocarbures - demi-vie de 28 jours (maille de 50 m de côté).

Pour la gestion des eaux pluviales prévue – pluie courante (20 ans), le projet prévoit l’installation de systèmes de traitement des eaux pluviales plus performants dans le versant hydrogéologique des champs captants (séparateurs hydrocarbures de classe 1 mg/l au lieu de 5 mg/l).

VII. GÉOTHERMIE SUR SONDES VERTICALES : RÉALISATION D’UNE SONDE TEST ET D’UN TEST DE RÉPONSE

BURGEAP a réalisé en 2020 une étude de pré faisabilité d’une solution de géothermie sur nappe et sur sondes géothermiques verticales afin de couvrir les besoins en chaud et en froid du bâtiment existant et de sa partie nouvelle. L’étude conclut à la pertinence d’une solution de géothermie sur sondes verticales apportant une part importante des besoins énergétiques tout en s’exonérant des limites de productivité de l’aquifère. Les études sont en cours à ce sujet. Un forage pilote de 90 m en vue d’effectuer un Test de Réponse Thermique (TRT) doit être réalisé. Les éléments relatifs à la réalisation de ce forage test sont décrits ci-après.

Réglementation

Au regard de ces caractéristiques l’opération relève du régime de la géothermie de minime importance:

- Recours à un échangeur fermé dont la profondeur est inférieure à 200 mètres.
- Puissance thermique maximale prélevée du sous-sol et utilisée pour l’ensemble de l’installation inférieure à 500 kW.

La carte réglementaire de la Géothermie de Minime Importance (GMI) sur échangeurs fermés indique que le projet se localise en dehors d’une zone où les activités géothermiques présentent des dangers ou inconvénients graves (zones « rouges »). Il se localise en zone orange : la réalisation de l’ouvrage requiert l’avis d’un expert géologue ou hydrogéologue et le recours à un foreur qualifié.

Le sondage test sera réalisé en zone côté piste au sud du parking P1 (ci-dessous). La surface de chantier nécessaire à la réalisation du forage sera de l'ordre de 250 à 300 m². Deux techniques de forage seront utilisées : à l'air (pour la traversée de l'aquifère intermédiaire) et à l'eau ponctuellement. Pour le forage réalisé à l'air 1 à 2 compresseurs fonctionnant au diesel seront utilisés. Pour le forage réalisé à l'eau, l'eau injectée sera recyclée. Un bac à boue sera nécessaire et installé sur rétention.

Les caractéristiques de la sonde test seront les suivantes :

- Profondeur : 90 m
- Diamètre de forage : 161 mm
- Fluide de forage : air et eau ou bentonite
- Fluide de scellement : Cimentation haute conductivité 2W/m.k
- Nombre de sondes dans le forage : 1
- Diamètre des sondes : diamètre externe DN32 (4 tubes D32 mm ext)
- Fluide d'essai TRT : Eau potable sans additif

La durée des travaux comprenant le forage et la réalisation du Test de Réponse Thermique (TRT) est estimée à 4 semaines.

Incidences et mesures

Le contexte géologique dans lequel sera réalisé l'ouvrage est le suivant :

- De 0 à 4 m : Remblais et limons (Quaternaire) ;
- De 4 à 35 m : Craie blanche à silex (Sénonien à Turonien supérieur) ;
- De 35 à 66,5 m : Calcaire gris-blanc avec passages argileux (Turonien moyen) ;
- De 66,5 à 83 m : Argile gris (Turonien inférieur) ;
- De 83 à 86 m : Argile et calcaire gris (Cénomaniens) ;
- De 86 à 250 m : Calcaire gris noir à rouges (Carbonifère).

Le forage sera réalisé dans le respect des règles de l'art en se conformant à la norme NFX10-970 « Forage d'eau et de géothermie - Sonde géothermique verticale (échangeur géothermique vertical en U avec liquide caloporteur en circuit fermé) - Réalisation, mise en œuvre, entretien, abandon » La réalisation du forage implique la traversée de l'aquifère intermédiaire (aquifère de la Craie). Le forage fera l'objet d'un suivi permanent par un géologue qui analysera les déblais de forage pour évaluer précisément l'avancement dans la succession géologique. Pendant toute la traversée de l'aquifère de la craie, le forage sera réalisé avec tubage à l'avancement permettant une couverture et une protection de l'aquifère traversé. Par ailleurs, le forage sera réalisé à l'air pour ne pas risquer de mettre en contact le fluide de forage avec la nappe. Une technique de forage à l'eau pourra être utilisée ponctuellement selon la lithologie (argile notamment) en dehors de la traversée de l'aquifère de la Craie. Concernant la nappe profonde (nappe du Carbonifère), à ce stade il est prévu de descendre à 90 mètres maximum. La profondeur du forage sera adaptée si nécessaire au cours de la foration afin d'éviter d'atteindre les formations du Carbonifère. Cette mesure de précaution permettra de ne pas mettre en communication la nappe de la craie et la nappe des calcaires carbonifères sous-jacente, classée en ZRE, et ainsi de limiter les risques de pollution croisée. La cimentation du forage se fera dans les règles de l'art, en une seule fois de bas en haut au moyen d'une cane d'injection à la fin du

forage évitant ainsi toute formation de cavité. Le sondage test sera localisé dans le secteur S2 du PIG de 2007 mais en dehors de l'« Aire d'Alimentation de Captage » (AAC2). Afin de prévenir tout risque de pollution, une attention particulière sera apportée au stockage des produits dangereux, notamment les hydrocarbures et les produits chimiques. Celui-ci sera réalisé sur des bacs de rétention étanches adaptés à la nature du produit et aux volumes stockés. Par ailleurs les volumes stockés seront limités (flux tendu). La localisation en zone côté piste permettra de garantir l'absence de pollution accidentelle liée à des véhicules stationner sur le parking P1 ou à des actes de malveillance. Pour le forage réalisé à l'air, les déblais de forage ressortiront des tubes sous forme de poussières. Un système de canalisation en tête de forage sera installé pour éviter toute dispersion et gêne éventuelle pour les aéronefs. Les déblais de forage seront détournés dans une benne spécifique puis évacuées vers les filières adaptées selon leurs caractéristiques. Des dispositions seront mises en œuvre pour assurer la traçabilité des déblais de forage (volume, nature et destination). Pour le forage réalisé à l'eau, les eaux utilisées pour le forage (volume réduit) seront recyclées puis décantées avant évacuation. Les boues résiduelles seront évacuées vers des filières adaptées.

La sonde test sera intégrée au champ de S.G.V. en phase définitive si la solution d'approvisionnement géothermie est retenue. Si le test de réponse thermique (TRT) est défavorable, le forage sera abandonné dans le respect des règles définies par la norme NFX10 970. Le fluide de bouchement utilisé sera une cimentation haute conductivité 2W/m.k. ADL transmettra les compléments d'information relatif à la réalisation et à la conception du forage pilote dans le cadre de la préparation de chantier.

VIII. AVIS SUR LE PROJET

Le projet de modernisation, par sa nature impliquera inéluctablement un transfert de la pollution vers le milieu naturel. Le projet, en raison de sa localisation au sein d'une zone très sensible, peut impacter la qualité de l'eau souterraine. Le projet se situe en dehors de tout périmètre de protection de captages. Par contre, il est bien intégré dans le périmètre du Projet d'Intérêt Général (PIG Secteur S2) ainsi que dans l'Aire d'Alimentation des Captages (AAC) pour sa partie ouest. L'avis prend en compte l'impact sur la nappe d'un point de vue quantitatif et qualitatif.

D'un point de vue hydrogéologique, la présence d'une faible couverture limoneuse à limono-sablonneuse voire même son absence, donne des perméabilités moyennes de l'ordre de $3,65 \cdot 10^{-4}$ m/s, $9,5 \cdot 10^{-5}$ m/s, $2,8 \cdot 10^{-5}$ m/s et $2,8 \cdot 10^{-6}$ m/s en fonction des terrains testés (limons ou craie sénonienne). A cela s'ajoute son positionnement amont hydraulique par rapport aux champs captants de Sud de Lille, ce qui ne peut pas écarter un impact par diffusion de polluants. Par conséquent **la nappe est vulnérable**.

L'assainissement au niveau de la plateforme aéroportuaire est de type séparatif (eaux pluviales/eaux usées). En matière de gestion des eaux pluviales existante, la plateforme aéroportuaire se divise en 31 sous-bassins versants, regroupés en 3 réseaux sur chaque grand bassin-versant (Nord, Est et Sud). La surface imperméabilisée collectée sur la plateforme aéroportuaire est de 85,20 ha soit environ 40,21% de la surface globale, le projet représente une augmentation de la surface active d'environ 7,8 ha. Les eaux pluviales sont rejetées dans le milieu naturel après traitement (surveillance du taux de Carbone Organique Total (COT < 36mg/l) et séparateurs hydrocarbures entre les bassins de rétention et d'infiltration) via des bassins d'infiltration à lit de sable. L'infiltration des eaux pluviales fait l'objet d'arrêtés préfectoraux (26 mars 1996, du 5 juin 1998 et du 4 avril 2005). Les ouvrages en phase projet ont été dimensionnés pour recevoir les eaux pluviales des nouvelles surfaces actives en recevant une pluie centennale sans débordement. Les bassins de régulation peuvent stocker la pluie vicennale (20 ans - 4h) sans débordement et sans surverse vers les bassins d'infiltration. *Au-delà de cette pluie, des surverses des eaux pluviales entrant dans les bassins de rétention vers les bassins d'infiltration, sans passer par le séparateur hydrocarbures, sont quasi-systématiquement observées dans la modélisation.*

Il faudra améliorer le système de gestion des eaux pluviales de telle sorte à réduire les débordements observés lors de pluies qui dépassent la vicennale 4h. La déconnexion des surfaces imperméabilisées par une infiltration à travers des noues peut constituer une solution durable pour diminuer la pression sur le réseau et les bassins. Il s'agit en particulier de la déconnexion des Accotements de la piste principale 08/26 dont la superficie est de 3.36 ha. Ces surfaces peuvent être complètement déconnectées du réseau de récupération des eaux pluviales pour favoriser l'infiltration directe des eaux très faiblement polluées (absence d'activités et de ruissellement). Cette solution ne peut être envisagée que si le déverglaçage n'est pas envisagé sur ces surfaces (en conformité avec la réglementation aéronautique).

En plus, de la faible concentration des polluants qui caractérise ces dispositifs (noues), les éléments qui arrivent à atteindre le sol se concentrent dans les premiers horizons constitués par le sol limoneux. Concentrer l'ensemble des eaux récupérées dans des points fixes en vue de leur infiltration, concentre

également toute la pollution au même endroit. Même si les dispositifs de traitement des hydrocarbures sont présents et bénéficient pour certains d'améliorations, comme c'est le cas pour le bassin versant Nord, dont les eaux pluviales s'infiltrant au niveau du bassin versant hydrogéologique Deûle, sensible en raison la présence des champs captants de Lille.

L'imperméabilisation des surfaces supplémentaires dans le cadre des aménagements prévus dans le projet et malgré la récupération et l'infiltration de ces eaux au niveau des bassins, impacte les champs captants par une diminution des volumes de recharge en raison de positionnement des bassins d'infiltration dans des zones où les écoulements ne sont pas orientés sud-ouest. La mise en place des noues contribuerait aussi à compenser les pertes dans la recharge de la nappe qui impacteraient les dits champs captants. Afin de diminuer cet impact, il serait judicieux de localiser les bassins du Nord plus à l'ouest afin que la recharge bénéficie aux champs captants. Pour ce faire, il est nécessaire de bien définir la ligne de partage des eaux. Ainsi, l'implantation de nouveaux piézomètres dans cette zone est nécessaire afin de préciser le tracé de la ligne de partage à la fois pour les basses et les hautes eaux. **Un rééquilibrage dans l'infiltration des eaux est nécessaire pour éviter, ou tout au moins réduire au maximum, l'impact au niveau des champs captants.**

L'aéroport de Lille génère une pollution chronique (déverglaçage des pistes par l'acétate de potassium (CH_3COOK) et le sel NaCl , dégivrage des avions par le glycol ($\text{CH}_2\text{OH}-\text{CH}_2\text{OH}$), HAP, métaux lourds, ...) et connaît une pollution historique (dépôts de TOTAL, SHELL et ancienne station-service) qui doivent faire l'objet de mesures intégrant le traitement, la sécurisation et la prévention. L'aéroport dispose d'un arrêté autorisant le déversement des eaux usées dans le système d'assainissement de la Communauté Urbaine de Lille (MEL). Pour le dégivrage des avions, la pollution est cantonnée à l'emprise des parkings où l'eau de surface est dirigée vers la station d'épuration de Lille-Marquette.

Les simulations hydrogéologiques, et en particulier hydrodispersives, menées selon plusieurs scénarii extrêmes de diffusion de Carbone Organique Total (principal indicateur des produits de déverglaçage) et d'hydrocarbures, se propageant des bassins d'infiltration vers la nappe souterraine, a démontré l'absence de risque de pollution des champs captants. Ces simulations sont conformes aux mesures de surveillance réalisées au niveau des piézomètres mis en place sur le site. En effet, le panache d'hydrocarbures se cantonne à l'emprise de l'aéroport. Aucune pollution ne migre en aval hydraulique en direction des champs captants de Sud de Lille ni en direction des forages Industriels sur Pont-à-Marcq.

Le traitement de la pollution présenté dans le projet porte essentiellement sur les HAP. Certes les hydrocarbures constituent la part la plus importante de la pollution générée au niveau de l'aéroport avec en plus, l'acétate de potassium (CH_3COOK) et le glycol. Pour autant, la pollution chronique ne se limite pas qu'à ce type de polluants. C'est pourquoi il est demandé de renforcer le traitement en équipant le site de **dispositifs de traitement** qui réduisent considérablement le transfert de cette pollution vers le milieu (avaloirs de décantation équipés de filtres type « Adopta »). Ces dispositifs peuvent être appliqués aux parkings dont les eaux sont infiltrées au niveau de bassin paysagers et qui sont également dotés d'un autre dispositif pour lutter contre la pollution accidentelle (vanne d'obturation). Ils peuvent être généralisés pour traiter et contrôler la pollution chronique (HAP, MES

et métaux lourds) sur l'ensemble de l'aéroport. A titre indicatif, les MES qui sont les vecteurs dominants de la pollution des eaux de ruissellement, la part de la pollution qui se fixe sur ces particules n'est pas négligeable comme le montre le tableau VI.

Tableau VI. Indication sur la fixation par les MES des différents polluants

	DBO5	DCO	Hydrocarbures totaux et HAP	Cuivre, Zinc, Cadmium
% de pollution fixée par les MES	83 à 92 %	83 à 95 %	82 à 99 %	95 à 99 %

La conservation de la qualité des eaux superficielles et souterraines sera assurée par le traitement sur site des eaux pluviales (décantation /filtration) et par le traitement des eaux usées à la station d'épuration de Marquette. En mettant en place au niveau des bouches d'injection, regards ou grilles, des chambres de décantation (240 L), le pourcentage de polluants retenus au total par les bouches d'égout est estimé à : 65 % des MES, 50 % de la DCO, 65 % pour le Zinc, 65 % pour le Cuivre, 65 % pour le Cadmium, 50 % des HAP, 50 % des hydrocarbures. En y intégrant dans ces chambres des filtres, le **dispositif gagne davantage en efficacité**. Toutefois, pour assurer leur efficacité, il faudra que ces dispositifs soient accompagnés de curages par aspiration du décantât et nettoyage des filtres et/ou leur changement. Il faudra également maintenir la surveillance qualitative au niveau des bassins d'infiltration.

L'autre pollution à laquelle il faudra accorder une attention particulière, c'est la pollution accidentelle sur chantier. Pour la phase chantier, l'entreprise doit se conformer au respect et à l'exécution des mesures qui peuvent être mises en place. La surveillance des travaux est sous la responsabilité de l'entreprise en charge des travaux. Afin de protéger la nappe et rendre le projet compatible avec la protection de la ressource, il est nécessaire d'appliquer les recommandations déjà énoncées complétées par celles qui suivent concernant **l'aménagement en cas de pollution accidentelle**. Un plan d'intervention en cas de pollution accidentelle sur l'ensemble du projet pourra être mis au point afin de spécifier notamment les personnes et organismes à contacter en cas de déversements accidentels ainsi que les différents moyens d'action à mettre en œuvre lors de tels accidents (définir les dispositifs d'urgences à mettre en œuvre, fiches des dispositifs de dépollution disponible sur le chantier). La société chargée des travaux devra fournir ce plan d'intervention et sensibiliser son personnel sur le cas de la pollution accidentelle et sur le contexte particulier du site. Tout incident pouvant entraîner une altération du milieu environnemental devra être rapporté au service de la police des eaux dans les délais les plus brefs.

En cas de déversement accidentel de pollution, deux types d'interventions sont nécessaires.

- Neutralisation de la source de pollution

Les services de la police de l'eau seront immédiatement prévenus.

- les causes de la pollution seront recherchées et analysées afin d'y remédier au plus vite,
- prévoir les travaux visant à limiter l'extension de la pollution et à la résorber.

- Traitement et évacuation de la pollution

- des opérations de décontamination et de nettoyage seront entreprises dès que possible,

- la pollution sera évacuée vers un centre de traitement spécialisé,
- les opérations de chargement et de transport ne devront pas contribuer à la dissémination du polluant.

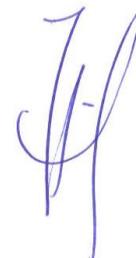
En ce qui concerne la gestion des espaces verts, il faudra recourir au paillage et favoriser au maximum le fauchage et le désherbage manuel ou thermique. Les méthodes d'entretien des espaces verts les plus durables (taille douce, gestion différenciée) seront à adopter. Le pétitionnaire s'engage à proscrire l'utilisation des produits phytosanitaires nuisibles aux milieux aquatiques.

Enfin, concernant le test pour évaluer le potentiel géothermique de la nappe de Carbonifère, l'étude présentée prend bien en compte le contexte particulier du site. La recherche de nouvelles sources énergétiques renouvelables, constitue un enjeu majeur et un intérêt certain pour le projet. Ce test, tel qu'il est présenté dans le dossier, il ne comporte pas de risques majeurs pour les nappes (Turo-sénonienne (Craie) et Carbonifère). Il faudra veuille à éviter toute pollution du site et respecter la méthode de l'exécution du forage présentée : à l'air pour la traversée de la nappe de la craie et à l'eau potable pour le reste. Au cas où le foreur rencontre des difficultés dans l'exécution de la méthode à l'air, celle-ci peut être substituée par la méthode à l'eau potable. A la fin des opérations, le forage devra être comblé avec les mêmes matériaux naturels de l'extraction et s'assurer d'un tassement suffisant. S'il s'avère que le site présente un intérêt, le forage peut rester opérationnel. Il doit faire l'objet d'un scellement pour sa sécurisation (en plus de sa localisation au sein de l'enceinte de l'aéroport). La réalisation de ce forage ne concerne que la phase préliminaire la "phase test". Cette phase a pour but uniquement d'évaluer la faisabilité et le potentiel géothermique de la nappe de Carbonifère. En aucun cas sa réalisation se prolongera par une mise en place de la technique. Si le teste s'avère positif, un dossier technique de la phase de mise en place comportant l'ensemble des aspects devra être présenté aux services compétents, qui s'appuieront sur l'évaluation et l'avis d'un hydrogéologue.

En fonction des informations mises à ma disposition, après examen de tous les paramètres géologiques, hydrogéologiques et des différentes mesures prises, **je donne donc un avis favorable** sur le projet présenté impérativement conditionné par les dispositions déjà énoncées précédemment.

Lille, le 17 décembre 2021

J. EL KHATTABI



Hydrogéologue Agréé
en matière d'hygiène publique
*pour les départements du
Nord, Pas de Calais, et Aisne*

ANNEXE 7

NIT_Photovoltaique_V4_signee_27juillet11



Liberté • Égalité • Fraternité

RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

MINISTÈRE DE L'ÉCOLOGIE, DU DÉVELOPPEMENT DURABLE,
DES TRANSPORTS ET DU LOGEMENT

Direction générale de l'aviation civile

Direction de la sécurité de l'Aviation civile

Direction aéroports et navigation aérienne

NOTE D'INFORMATION TECHNIQUE

Dispositions relatives aux avis de la DGAC
sur les projets d'installations de panneaux
photovoltaïques à proximité des aéroports

Présent pour l'avenir
Ressources, territoires, habitats et logement
Énergies et climat
Prévention des risques
Développement durable
Infrastructures, transports et mer

**Présent
pour
l'avenir**

www.developpement-durable.gouv.fr



D G A C

50, rue Henry Farman
75720 Paris cedex 15
Tél : 01 58 09 43 66

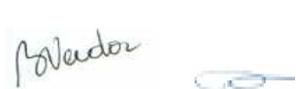
LISTE DES MODIFICATIONS

Le tableau suivant identifie les modifications apportées dans la présente note d'information technique concernant les dispositions relatives aux avis de la DGAC sur les projets d'installations de panneaux photovoltaïques à proximité des aérodromes : **EDITION N° 4** en date du 27 juillet 2011.

N° Ed	Date	Raison de la modification	Pages modifiées
1	30/07/10	Création document	Toutes
2	31/08/10	Insertion des dispositions relatives aux hélistations et précisions apportées aux zones A, B et C, Modalités d'acceptation des panneaux à faible luminance, modification des seuils, Prise en compte de la gêne des personnels AFIS	Toutes
3 & 4	30/06/11	Coordonnées des Directions interrégionales de l'aviation civile Précisions réglementaires Dispositions supplémentaires relatives aux zones des aérodromes et des hélistations	3, 6, 9 à 14

APPROBATION DU DOCUMENT

Le tableau suivant identifie les autorités qui ont successivement vérifié et approuvé la présente édition de la note d'information technique concernant les dispositions relatives aux avis de la DGAC sur les projets d'installations de panneaux photovoltaïques à proximité des aérodromes.

AUTORITE	NOM	DATE ET SIGNATURE
Rédaction L'adjointe au chef du pôle Aéroports en collaboration avec Pierre Théry du STAC	Brigitte Verdier	Le 27 juillet 2011 
Vérification Le chef du Pôle Aéroports	Patrick Disset	Le 27 juillet 2011 
Approbation Le Directeur Aéroports et Navigation Aérienne	Alain Printemps	Le 27 juillet 2011 

Note : Toute version papier de la note d'information technique est susceptible d'être périmée.

Afin de s'assurer que ce document est bien la dernière version à jour de la note d'information technique, il est possible de consulter cette note d'information technique sur le site Internet du Ministère de l'Écologie, du Développement durable, des Transports et du Logement <http://www.developpement-durable.gouv.fr>, rubrique transports et sécurité routière – secteur aérien – Professionnels de l'aviation.

1 Considérations générales

1.1 INTRODUCTION

Certaines réflexions du soleil sur des installations photovoltaïques situées à proximité des aérodromes sont susceptibles de gêner les pilotes dans des phases de vol proches du sol ou d'entraver le bon fonctionnement de la tour de contrôle. Les zones d'implantation de panneaux photovoltaïques situées à moins de 3 km de tout point d'une piste d'aérodrome (y compris les hélistations) ou d'une tour de contrôle sont particulièrement sensibles à cet égard. Ainsi, il est important que les services de la direction générale de l'Aviation civile (DGAC) soient consultés préalablement à toute installation de cette nature afin de suivre et d'évaluer tout particulièrement cet impact.

Cette note d'information technique présente ainsi les nouvelles dispositions retenues lorsque l'avis des autorités compétentes de l'aviation civile est sollicité sur des projets d'installation de panneaux photovoltaïques à proximité d'un aérodrome, soit par le porteur du projet soit par un service instructeur des installations soumises à déclaration ou à permis de construire.

Dans ces dispositions, sont désignés par :

- ☒ « autorité compétente de l'aviation civile » : l'entité chargée de la surveillance et de la régulation des services de l'aviation civile territorialement compétents : DSAC/CE, DSAC/O, DSAC/N, DSAC/NE, DSAC/S, DSAC/SE, DSAC/SO, DSAC/AG, DSAC/OI, DAC/NC, SAC/SPM, SEAC/PF, SEAC/WF.

Les coordonnées et zones de compétence de ces autorités figurent au § 4.

- ☒ «porteur du projet» : le porteur du projet d'installation de panneaux photovoltaïques (ou l'organisme) qui demande l'avis à l'autorité compétente de l'aviation civile.

Par ailleurs, la direction générale de l'énergie et du climat (DGEC) a publié un guide relatif à l'étude d'impact des projets photovoltaïques (édition 2011) qui est accessible à l'adresse suivante : <http://www.developpement-durable.gouv.fr/Photovoltaïque-un-guide-pour.html>

1.2 RAPPEL DES PRINCIPES REGLEMENTAIRES

Les panneaux photovoltaïques ou autres systèmes similaires doivent respecter les servitudes aéronautiques et les servitudes radioélectriques établies pour la protection contre les obstacles et perturbations électromagnétiques des stations de radiocommunication et de radionavigation installées pour les besoins de la navigation aérienne [*décrets et arrêtés des servitudes aéronautiques et servitudes radioélectriques établis localement*].

Les panneaux photovoltaïques ou autres systèmes similaires doivent également respecter les surfaces de dégagements aéronautiques correspondant au mode actuel de l'exploitation de la piste [*Arrêté relatif aux conditions d'homologation et aux procédures d'exploitation des aérodromes, Arrêté relatif aux caractéristiques techniques de certains aérodromes terrestres utilisés par les aéronefs à voilure fixe*].

Ils ne peuvent pas être installés dans les aires opérationnelles situées à proximité des pistes et des voies de circulation d'aérodromes telles que : bande de piste, aire de sécurité d'extrémité de piste, bande de voie de circulation, prolongement d'arrêt, prolongement dégagé, aires en amont du seuil ou après l'extrémité des pistes avec approche de précision [*Arrêté relatif aux conditions d'homologation et aux procédures d'exploitation des aérodromes, Arrêté relatif aux caractéristiques techniques de certains aérodromes terrestres utilisés par les aéronefs à voilure fixe*].

En effet, il est considéré que ces équipements ne sont pas des « *objets, installations ou matériels utilisés pour les besoins de la navigation aérienne* », et que leurs fonctions n'imposent pas une implantation dans des zones opérationnelles pour les besoins des opérations aériennes.

En outre, leur installation ne doit pas gêner :

- ☒ le bon fonctionnement des aides à la navigation aérienne ;
- ☒ les services rendus par le prestataire de la navigation aérienne ;
- ☒ l'exploitation de l'aire de mouvement par l'exploitant d'aérodrome ;
- ☒ les pilotes lors de la circulation des aéronefs au sol.

[*Code de l'aviation civile, code des Transports, arrêté RCA, Arrêté relatif aux conditions d'homologation et aux procédures d'exploitation des aérodromes, Arrêté relatif aux caractéristiques techniques de certains aérodromes terrestres utilisés par les aéronefs à voilure fixe, Arrêté relatif aux normes techniques applicables au service de sauvetage et de lutte contre l'incendie des aéronefs sur les aérodromes de Mayotte, des îles Wallis et Futuna, de Polynésie française et de Nouvelle-Calédonie, Décret n° 2007-relatif aux normes techniques applicables au service de sauvetage et de lutte contre l'incendie des aéronefs sur les aérodromes de Mayotte, des îles Wallis et Futuna, de Polynésie française et de Nouvelle-Calédonie ainsi qu'à la prévention du péril animalier sur les aérodromes, Arrêté relatif à la prévention du péril animalier sur les aérodromes, Arrêté relatif aux inspections de l'aire de mouvement d'un aérodrome, ...*].

2 Dispositions préconisées pour l'avis relatif à l'implantation de panneaux photovoltaïques à proximité d'un aérodrome

2.1 PREAMBULE

Les dispositions suivantes sont définies pour les autorités compétentes de l'aviation civile (cf. § 4), lorsque leur avis est sollicité sur les dossiers de demande d'installation de panneaux photovoltaïques.

Les installations pouvant être étendues sur une grande surface, il est possible qu'une gêne des pilotes ou des contrôleurs (ou personnels AFIS) soit constatée après installation. L'avis de l'autorité compétente de l'aviation civile peut être subordonné au fait qu'en cas de gêne avérée après installation, des modifications des dispositifs installés pourront être demandées.

2.2 PROJETS SITUES A PLUS DE 3 KM DE L'AERODROME

Comme indiqué au §1, il est estimé que seuls les projets d'implantation de panneaux photovoltaïques situés à moins de 3 km de tout point d'une piste d'aérodrome et d'une tour de contrôle devraient faire l'objet d'une analyse préalable spécifique.

Ainsi l'autorité compétente de l'aviation civile donne un avis favorable à tout projet situé à plus de 3 km de tout point d'une piste d'aérodrome ou d'une tour de contrôle dans la mesure où ils respectent les servitudes et la réglementation qui leur sont applicables (cf. §1.2).

2.3 PROJETS SITUES A MOINS DE 3 KM DE L'AERODROME (hors hélistation)

2.3.1 Principes de l'analyse

L'autorité compétente de l'aviation civile analyse la demande sur la base d'un dossier présenté par le porteur du projet qui comporte notamment :

- ☒ les caractéristiques de l'installation : position, altitude, orientation, inclinaison, surface.
- ☒ suivant l'emplacement et la surface de l'installation, une démonstration d'absence de gêne visuelle pour le pilote ou pour le contrôleur aérien (ou personnel AFIS).

 <p>DIRECTION GENERALE DE L'AVIATION CIVILE</p>	<p>NOTE D'INFORMATION TECHNIQUE : DISPOSITIONS RELATIVES AUX AVIS DE LA DGAC SUR LES PROJETS D'INSTALLATIONS DE PANNEAUX PHOTOVOLTAÏQUES A PROXIMITE DES AERODROMES</p>	<p>Rév : 4</p>	<p>Page : 6 / 19 27/07/2011</p>
---	--	----------------	--------------------------------------

En effet, la détermination de la criticité de la gêne visuelle est fonction de l'angle fait entre cette source lumineuse et l'axe du regard, la distance, la surface lumineuse et sa luminance¹.

L'autorité peut alors être amenée à demander au porteur du projet de vérifier :

- ☒ si un rayon du soleil peut être réfléchi par les panneaux photovoltaïques dans l'œil du pilote ou du contrôleur (ou personnel AFIS). Les trajectoires devant être prises en compte pour le risque d'éblouissement des pilotes sont les trajectoires nominales, spécifiques à l'aérodrome, de l'aéronef à l'approche et en phase de décélération pour chaque sens d'utilisation de la piste (QFU), éventuellement sur la base d'informations délivrées par l'autorité compétente de l'aviation civile.
- ☒ et, dans le cas où un tel risque de réflexion est avéré, si la valeur de luminance de ces rayons est inférieure aux seuils fixés. Il est souligné que ces valeurs, déterminées par le porteur du projet, dépendent spécifiquement de l'implantation du projet et de la course du soleil au cours de la journée et de l'année sur l'aérodrome.

L'analyse se déroule ensuite en plusieurs étapes :

- ☒ étape 1 : vérification réglementaire ;
- ☒ étape 2 : vérification de l'absence de gêne visuelle.

2.3.2 Étape 1 : Vérification réglementaire

A partir des caractéristiques de l'installation fournies, l'autorité compétente de l'aviation civile vérifie si celle-ci est située dans une zone où l'implantation est interdite.

Elle donne un avis défavorable à tout projet d'installation de panneaux photovoltaïques :

- ☒ ne respectant pas les servitudes aéronautiques ou radioélectriques ;
- ☒ dépassant les surfaces de dégagements aéronautiques ;
- ☒ situés dans :
 - la bande d'une piste, y compris dans la partie dégagée de la bande de piste,
 - les aires de sécurité d'extrémité de piste (jusqu'à 300 m de chaque extrémité de la piste),
 - les prolongements dégagés,
 - les prolongements d'arrêt,
 - pour les pistes avec approches de précision : les aires situées en amont du seuil de 300 m de long et de 90 ou 120 m de large,
 - les bandes de voies de circulation ;
- ☒ dont l'emplacement peut perturber le bon fonctionnement des aides à la navigation aérienne ou dégrader les indications fournies au pilote ou au contrôleur (ou personnel AFIS);

¹ La luminance est une des grandeurs photométriques qui caractérisent la perception visuelle des sources lumineuses. La luminance est l'intensité lumineuse d'une source lumineuse dans une direction donnée, divisée par l'aire apparente de cette source dans cette même direction. L'unité de luminance lumineuse est le candela par mètre carré, symbole cd/m².

 <p>DIRECTION GENERALE DE L'AVIATION CIVILE</p>	<p>NOTE D'INFORMATION TECHNIQUE : DISPOSITIONS RELATIVES AUX AVIS DE LA DGAC SUR LES PROJETS D'INSTALLATIONS DE PANNEAUX PHOTOVOLTAÏQUES A PROXIMITE DES AERODROMES</p>	<p>Rév : 4</p>	<p>Page : 7 / 19 27/07/2011</p>
---	--	----------------	--------------------------------------

Exemple : non-respect des aires critiques ou sensibles des aides radioélectriques, des aires de protection des aides météorologiques et visuelles, dégradation des indications fournies (paramètres météo ou radioélectriques erronés, aides visuelles masquées, réflexions parasites, perturbations électriques...)

- ⊗ pouvant gêner les services d'exploitation de l'aérodrome, notamment en augmentant les délais d'intervention du SSLIA dans les zones qui doivent rester parfaitement accessibles ou en empêchant la maintenance des aides pour les besoins de la navigation aérienne ;
- ⊗ pour les pistes avec approche de précision de catégorie II/III, dans l'aire d'emploi du radio-altimètre (aire de 120 m de large sur 3 000 m en amont du seuil de piste).

Si l'avis n'est pas défavorable, l'analyse est poursuivie suivant les dispositions de l'étape 2.

2.3.3 Étape 2 : vérification de l'absence de gêne visuelle

2.3.3.1 Éléments sur l'éblouissement

Une forte luminosité peut faire baisser les performances de la vision par une réduction de la perception du contraste. Ce type d'éblouissement, différent de l'aveuglement, peut poser des difficultés pour les pilotes ou les contrôleurs (ou personnels AFIS) à percevoir leur environnement (perte de repères visuels de piste pour les pilotes, non repérage d'un aéronef pour les contrôleurs par exemple). Il est fonction de la position (distance et position angulaire) de la source lumineuse par rapport à l'œil, de sa surface apparente et de sa luminance. Ainsi, la source lumineuse la plus puissante, présente dans le champ visuel, n'est pas forcément la plus pénalisante.

La présente note traite également, pendant la phase particulièrement critique du toucher des roues, des dangers induits par un effet de surprise causé par l'apparition dans le champ visuel d'une source lumineuse. Cet « effet de surprise » est d'autant plus marqué que l'éblouissement est latéral par rapport à l'axe du regard car le cerveau perçoit le changement d'état (l'éblouissement) sans identifier immédiatement la cause.

2.3.3.2 Paramètres de l'analyse

Pour les installations qui ne font pas l'objet d'avis défavorable suite à la vérification réglementaire, il est nécessaire de s'assurer de l'absence de gêne visuelle pour le pilote ou le contrôleur (ou personnel AFIS).

L'autorité compétente de l'aviation civile peut donc être amenée à demander au porteur du projet des éléments de démonstration d'absence de gêne visuelle (étude géométrique et/ou photométrique).

L'analyse des caractéristiques du projet par l'autorité compétente de l'aviation civile tient compte des paramètres suivants :

- ⊗ Elle porte sur chaque ensemble de panneaux solaires homogènes ayant des caractéristiques de position et hauteur proches, et d'inclinaison et d'orientation identiques (par exemple, l'analyse d'un toit à deux pentes sera réalisée pour chacune des pentes indépendamment) ;
- ⊗ Dans le cas d'une présence d'autres installations similaires (même azimuth et même inclinaison) dans l'environnement proche, la surface à considérer est celle de l'ensemble des projets ou installations.

 <p>DIRECTION GENERALE DE L'AVIATION CIVILE</p>	<p>NOTE D'INFORMATION TECHNIQUE : DISPOSITIONS RELATIVES AUX AVIS DE LA DGAC SUR LES PROJETS D'INSTALLATIONS DE PANNEAUX PHOTOVOLTAÏQUES A PROXIMITE DES AERODROMES</p>	<p>Rév : 4</p>	<p>Page : 8 / 19 27/07/2011</p>
--	--	----------------	-------------------------------------

2.3.3.3 Cas ne nécessitant pas de démonstration d'absence de gêne visuelle

Un avis favorable sans demande de démonstration est donné par l'autorité compétente de l'aviation civile à tout projet remplissant l'une au moins des conditions suivantes :

- ☒ de surface inférieure à 500 m² (excepté si ce projet n'est pas isolé d'autres projets ou d'installations existantes qui conduiraient à considérer une surface supérieure) et situé en dehors des zones B et C de la figure 2 ;
- ☒ de surface inférieure à 50 m² et situé dans la zone B (hors zone C) ;
- ☒ s'il est situé à l'extérieur de l'**ensemble** des zones représentées dans les figures 1 et 2 (pour la tour de contrôle et pour les pilotes).

2.3.3.4 Cas nécessitant une démonstration d'absence de gêne visuelle

En dehors des cas déjà traités au § 2.3.3.3, un avis favorable ne peut être donné par l'autorité compétente de l'aviation civile pour un projet situé dans une ou plusieurs zones figurant sur les figures 1 et 2, que si ce projet remplit les **deux** conditions suivantes :

- ☒ absence de gêne visuelle des contrôleurs (ou personnels AFIS) ;
- ☒ et absence de gêne visuelle des pilotes.

Dans le cas d'une gêne visuelle potentielle, un avis défavorable sera donné par l'autorité compétente de l'aviation civile.



La démonstration d'absence d'éclairement gênant vers le pilote ou les contrôleurs demandée dans ce paragraphe, pour être probante, doit considérer toutes les positions prises par le Soleil au-dessus de l'horizon à tout instant du jour et de l'année. La prise en compte de l'éventuel masquage créé par un relief naturel est acceptable, sous réserve de la pérennité de ce relief (par exemple, le masquage par une montagne peut être pris en compte mais le masquage par un groupe d'arbres ne devrait pas être pris en compte).

2.3.3.4.1 Analyse de l'absence de gêne visuelle des contrôleurs (ou personnels AFIS)

L'autorité compétente de l'aviation civile donne un avis défavorable à tout projet d'installation de systèmes photovoltaïques dont le dossier ne démontre pas l'absence de gêne des contrôleurs (ou personnels AFIS).

Il y a absence de gêne visuelle des contrôleurs (ou personnels AFIS) pour tout projet d'installation remplissant l'une au moins des conditions suivantes :

- ☒ le projet est situé à l'extérieur de la zone de protection de la tour de contrôle définie en Figure 1 ;
- ☒ ou le projet est situé dans cette zone et le porteur de projet a démontré qu'aucun faisceau lumineux n'éclaire la tour de contrôle en toute circonstance ;
- ☒ ou le projet est situé dans cette zone et le porteur de projet a démontré que les faisceaux lumineux qui éclairent la tour de contrôle en provenance de cette installation produisent une luminance inférieure à un seuil d'acceptabilité fixé à 20 000 cd/m².

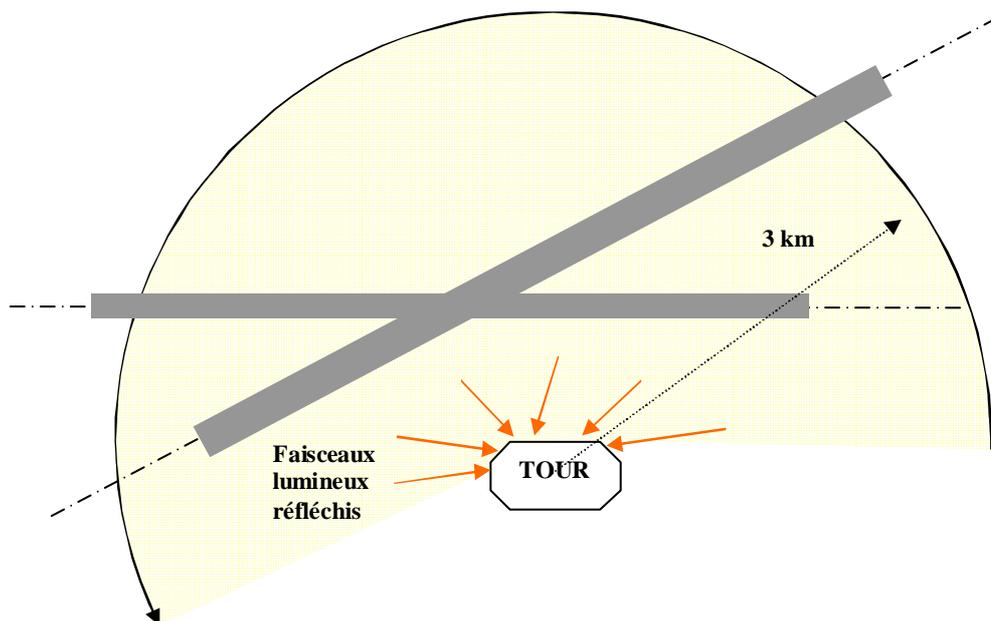


Figure 1 : zone de protection de la tour de contrôle

Comme indiqué au § 2.3.3.3, il est considéré que tout projet situé dans la zone de protection de la tour de contrôle d'une surface inférieure à 500 m^2 ne présente aucune gêne visuelle envers le contrôleur.

2.3.3.4.2 Analyse de l'absence de gêne visuelle des pilotes

L'autorité compétente de l'aviation civile donne un avis défavorable à tout projet d'installation de systèmes photovoltaïques dont le dossier ne démontre pas l'absence de gêne visuelle des pilotes.

a) Définition des zones A, B et C

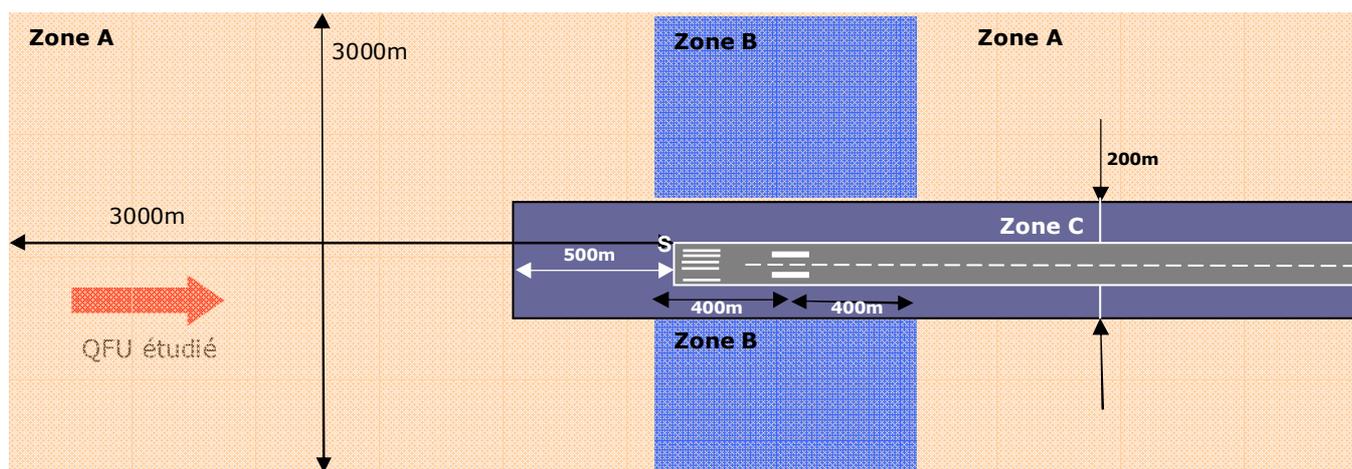


Figure 2 : Représentation des zones A, B et C
(nota : sur ce schéma ne figurent pas les aires interdites par la réglementation - cf § 2 et 3.3.2)

 <p>DIRECTION GENERALE DE L'AVIATION CIVILE</p>	<p>NOTE D'INFORMATION TECHNIQUE : DISPOSITIONS RELATIVES AUX AVIS DE LA DGAC SUR LES PROJETS D'INSTALLATIONS DE PANNEAUX PHOTOVOLTAÏQUES A PROXIMITE DES AERODROMES</p>	<p>Rév : 4</p>	<p>Page : 10 / 19 27/07/2011</p>
---	--	----------------	---------------------------------------

L'analyse conduit à considérer trois zones distinctes relatives à l'implantation du projet, dénommées A, B et C et identifiées **par sens d'atterrissage** (QFU) telles que schématisées sur la figure 2 :

☒ Zone A :

La zone A est destinée à protéger les pilotes contre la réduction préjudiciable de la perception du contraste. Ses dimensions sont les suivantes :

- longueur : 3000 m avant le seuil d'atterrissage S + longueur de piste disponible à l'atterrissage + 3000 m après l'extrémité de la piste ;
- largeur : 1500 m de part et d'autre de l'axe de piste.

Nota : comme mentionné au § 3.3.3.3, un projet implanté à l'extérieur de la zone A, même s'il est situé à moins de 3 km des pistes, ne nécessite pas de démonstration d'absence de gêne visuelle des pilotes.

☒ Zone B :

La zone B est destinée à protéger les pilotes pendant la phase critique de toucher des roues contre un effet de surprise. Ses dimensions sont les suivantes :

- longueur : zone ci-dessous définie à partir du point de toucher des roues (400 m de part et d'autre du point de toucher des roues), lui-même défini par rapport au seuil d'atterrissage S ;

Longueur disponible à l'atterrissage (LDA)	Point nominal de toucher des roues	Zone B correspondante
< 800 m	S + 150 m	entre S – 250 m et S + 550 m
$800 \text{ m} \leq \text{LDA} < 1200 \text{ m}$	S + 250 m	entre S – 150 m et S + 650 m
$1200 \text{ m} \leq \text{LDA} < 2400 \text{ m}$	S + 300 m	entre S – 100 m et S + 700 m
$\geq 2400 \text{ m}$	S + 400 m	entre S et S + 800 m

- largeur : 1500 m de part et d'autre de l'axe de piste.

☒ Zone C :

La zone C est destinée à protéger les pilotes contre la présence de source lumineuses dans le champ d'acuité visuelle ; elle intègre, en outre, certaines contraintes réglementaires. Ses dimensions sont les suivantes :

- longueur : 500 m avant le seuil d'atterrissage + longueur de piste disponible à l'atterrissage + 500 m après l'extrémité de la piste;
- largeur : 100 m de part et d'autre de l'axe de piste ou la largeur de la bande de piste si elle est plus contraignante.

Il est souligné que ces zones A, B et C sont toutes trois rectangulaires et se recoupent sans être mutuellement exclusives ; ainsi, un projet peut être implanté dans plusieurs zones à la fois :

- un projet implanté en zone B est nécessairement en zone A et éventuellement en zone C ;
- un projet implanté en zone C est nécessairement en zone A et éventuellement en zone B.



Un projet implanté dans des zones qui se superposent est redevable des contraintes de vérification (définies ci-après) attachées à l'ensemble des zones correspondantes.

b) Vérification d'absence de gêne visuelle du pilote



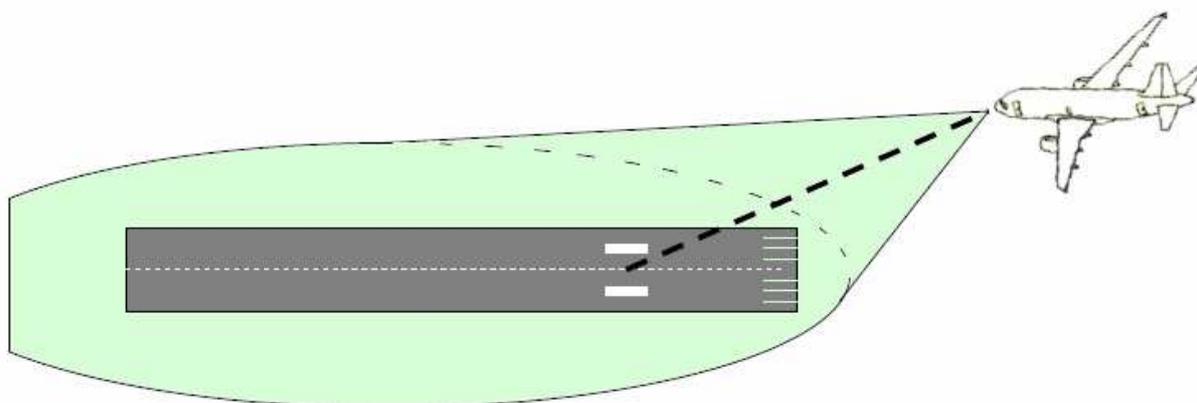
Rappel : ces installations ne doivent pas être implantées près de la piste, ni en amont ou après celle-ci, ni près des voies de circulation au regard des dispositions rappelées au § 2. De ce fait, l'implantation est interdite sur une partie de ces trois zones au titre du § 2.3.2.

☒ Zone A :

Pour tout projet situé dans cette zone, il y a absence de gêne visuelle au titre de la zone A, pour un pilote, lui-même présent dans la zone A (aéronef aligné sur l'axe d'approche publié de la piste ou sur la piste au roulage), si l'une au moins des conditions suivantes est remplie :

- comme indiqué au § 2.3.3.3, la surface est inférieure à 500 m² ;
- le porteur de projet a démontré qu'aucun faisceau lumineux n'éclaire le pilote en toute circonstance en le gênant visuellement.

Dans le cas d'un faisceau lumineux éclairant le pilote, il y a gêne visuelle au titre de la zone A pour toute réflexion en direction du pilote produisant une luminance supérieure à un seuil d'acceptabilité fixé à 20 000 cd/m², sous un angle de vision (entre le rayon réfléchi et l'axe du regard vers la piste) compris entre -30° et +30° et à une distance inférieure à 3 000 m entre le pilote et les panneaux.



 <p>DIRECTION GENERALE DE L'AVIATION CIVILE</p>	<p>NOTE D'INFORMATION TECHNIQUE : DISPOSITIONS RELATIVES AUX AVIS DE LA DGAC SUR LES PROJETS D'INSTALLATIONS DE PANNEAUX PHOTOVOLTAÏQUES A PROXIMITE DES AERODROMES</p>	<p>Rév : 4</p>	<p>Page : 12 / 19 27/07/2011</p>
---	--	----------------	---------------------------------------

☒ Zone B :

Pour tout projet situé dans cette zone, il y absence de gêne visuelle au titre de la zone B si au moins une des conditions suivantes est remplie :

- le porteur de projet a démontré qu'aucun faisceau lumineux n'éclaire le pilote en le gênant visuellement, lorsque l'aéronef se trouve lui-même dans la zone B, sur son axe d'approche publié ;
- comme indiqué au § 2.3.3.3, la surface est inférieure à 50 m².

Dans le cas d'un faisceau lumineux éclairant le pilote, il y a gêne visuelle au titre de la zone B pour toute réflexion en direction du pilote produisant une luminance supérieure à un seuil d'acceptabilité fixé à 10 000 cd/m², sous un angle de vision (entre le rayon réfléchi et l'axe du regard vers la piste) compris entre -90° et +90, lorsque l'aéronef est lui-même à l'intérieur de la zone B.

☒ Zone C :

La zone C est une zone sensible au niveau de l'éblouissement et aucun rayon gênant ou éblouissant qui réfléchit en direction du pilote ne peut être autorisé.

Si le panneau « anti éblouissement » (voir paragraphe 2.3.3.4.3) est réputé par démonstration ne pas envoyer de faisceau réfléchi gênant dans l'œil du pilote, il pourra être installé, mais seulement dans les parties de la zone C où la réglementation l'autorise.

De fait, il apparaît que les possibilités d'installation de panneaux photovoltaïques dans cette zone sont particulièrement restreintes du fait de la réglementation (cf. 2.3.2).

2.3.3.4.3 Modalités d'acceptabilité des panneaux « anti-éblouissement »

Comme mentionné au § 2.3.3.4.1 et au § 2.3.3.4.2 b), l'absence de gêne visuelle peut être établie si la réflexion produit une luminance inférieure ou égale à un seuil d'acceptabilité fixé : 10 000 cd/m² pour les zones B et C et 20 000 cd/m² pour la zone A.

Par souci de simplification, il est considéré que la réflexion en direction du pilote produira une luminance inférieure ou égale au seuil d'acceptabilité si le bénéficiaire du permis de construire (ou de la déclaration préalable) a joint à son dossier les deux éléments suivants :

- ☒ un document de spécifications techniques du constructeur des panneaux mentionnant explicitement la valeur maximale de luminance des panneaux photovoltaïques retenus, exprimée dans l'unité cd/m², qui y apparaît inférieure ou égale au seuil d'acceptabilité ;
- ☒ un document écrit et formel, signé et engageant sa responsabilité à mettre en œuvre, sur l'ensemble du projet ou sur l'ensemble des panneaux susceptibles d'éclairer les pilotes et/ou les contrôleurs aériens (ou personnels AFIS), ce type de panneaux photovoltaïques ou un type équivalent dont la luminance sera inférieure ou égale au seuil d'acceptabilité.

2.4 PROJETS SITUES A MOINS DE 3 KM D'UNE FATO

Pour tout projet situé à moins de 3 km de tout point d'une aire d'approche finale et de décollage (FATO), les mêmes spécifications que celles décrites au § 2.3 sont à prendre en compte de façon adaptée au cas des hélistations ou d'autres infrastructures aéronautiques utilisées exclusivement par les hélicoptères.

Ainsi, il convient d'adapter la vérification réglementaire (cf. § 2.3.2) à la réglementation applicable à ces infrastructures². De plus, la vérification d'absence de gêne visuelle reprend les spécifications définies au § 2.3.3, avec des zones A, B et C.

Pour tenir compte des spécificités des infrastructures aéronautiques utilisées exclusivement par les hélicoptères, ces zones ont été adaptées aux procédures d'approche des aéronefs. Ces procédures sont de deux types :

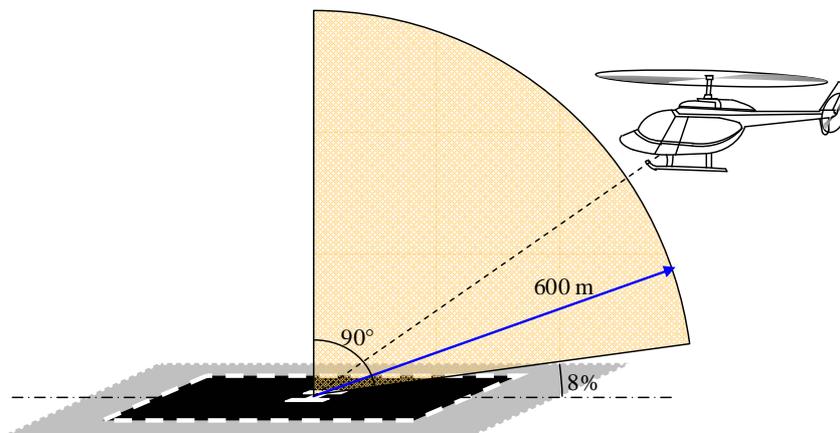
- ☒ Les procédures ponctuelles;
- ☒ Les procédures dégagées.

Ces deux types de procédures impliquent des approches différentes (pentes notamment) et donc des protections qui ne peuvent être similaires.

Les trajectoires d'approche à prendre en compte sont celles publiées sur les cartes aéronautiques de l'infrastructure en tenant compte des exigences d'exploitation et du manuel de vol de l'hélicoptère. Sauf en cas de trouée unique (par exemple en raison d'obstacles), les FATO sont le plus souvent dotées de deux trouées à 180° l'une de l'autre, les hélicoptères utilisant alors celle qui permet d'atterrir et de décoller face au vent.

2.4.1 Les FATO avec procédures ponctuelles uniquement

En cas d'absence d'indication de pente, les trajectoires à considérer sont celles où l'hélicoptère est aligné sur l'axe d'approche avec une pente comprise entre 8% (environ 4,57°) et 90°.



(le schéma n'est pas à l'échelle et la FATO peut avoir des caractéristiques différentes)

² en particulier l'arrêté du 29 septembre 2009 relatif aux caractéristiques techniques de sécurité applicables à la conception, à l'aménagement, à l'exploitation et à l'entretien des infrastructures aéronautiques terrestres utilisées exclusivement par des hélicoptères à un seul axe rotor principal.

Les zones de protection sont alors définies pour la direction d'approche figurant sur le schéma, selon les caractéristiques suivantes :

☒ Zone A :

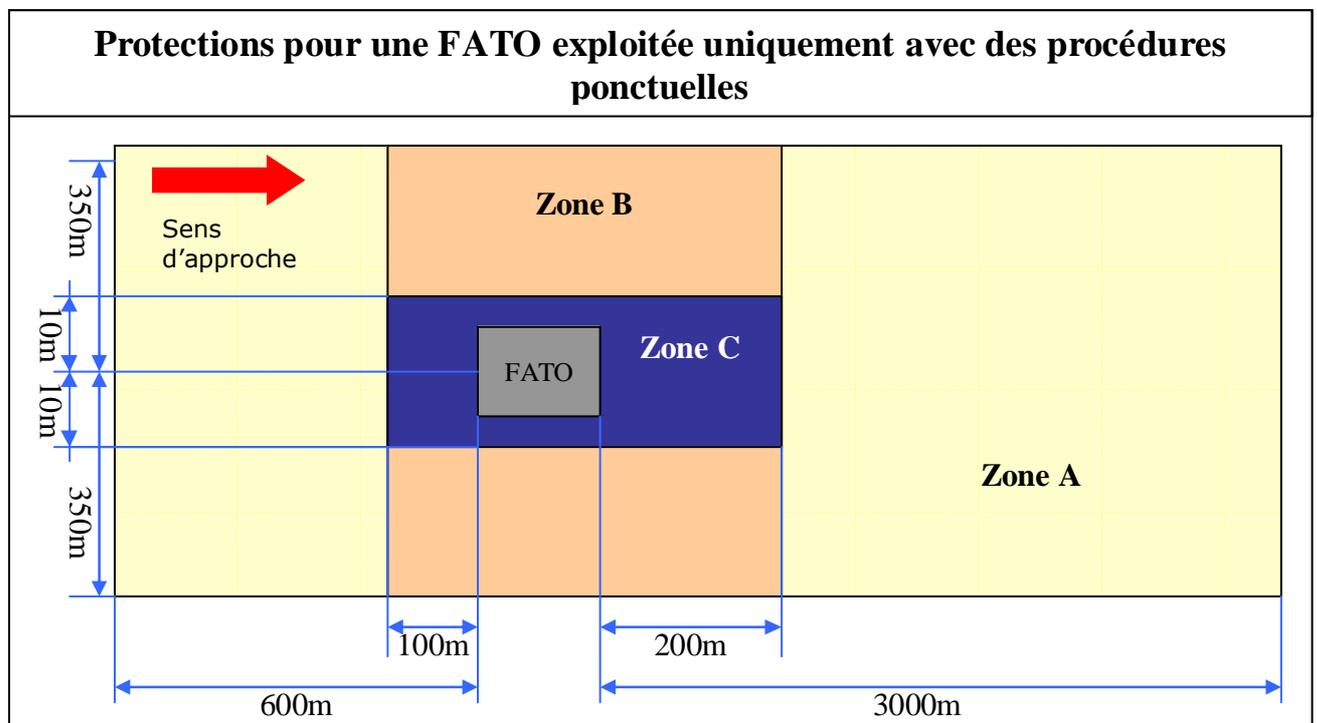
- longueur : 600 m en amont de la FATO + longueur de la FATO + 3 000 m après l'extrémité de la FATO ;
- largeur : 350 m de part et d'autre de l'axe d'approche.

☒ Zone B :

- longueur : 100 m en amont de la FATO + longueur de la FATO + 200m après l'extrémité de la FATO ;
- largeur : 350 m de part et d'autre de l'axe d'approche.

☒ Zone C :

- longueur : 100 m en amont de la FATO + longueur de la FATO + 200 m après l'extrémité de FATO ;
- largeur : 10 m de part et d'autre de l'axe d'approche.
- l'emprise au sol de la zone C ne peut pas être inférieure à celle de l'aire de sécurité associée à la FATO ; la zone C est alors à élargir aux portions de l'aire de sécurité qui s'étendent au-delà de la zone C définie par les deux premières puces.

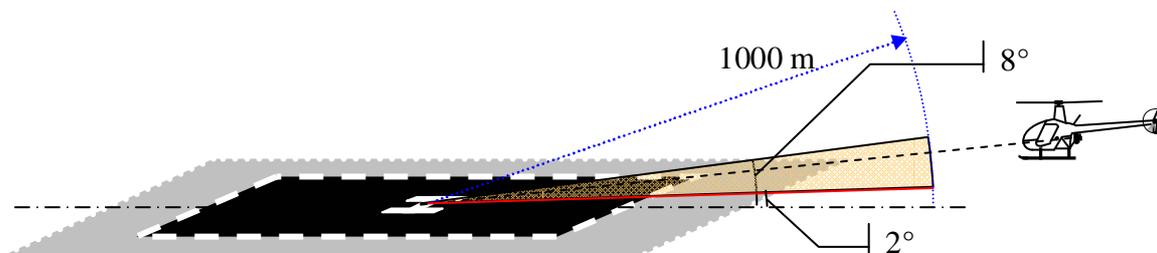


(le schéma n'est pas à l'échelle et la FATO peut avoir des caractéristiques différentes)

Ces zones de protection sont à établir pour chaque direction d'approche dont la FATO est dotée.

2.4.2 Les FATO avec procédures dégagées

Les trajectoires d'approche à prendre en compte sont celles publiées sur les cartes aéronautiques de l'infrastructure. En cas d'absence d'indication de pente, les trajectoires à considérer sont celles pour lesquelles l'hélicoptère est aligné sur l'axe d'approche avec une pente comprise entre 2° et 8°.



(le schéma n'est pas à l'échelle et la FATO peut avoir des caractéristiques différentes)

Les zones de protection sont alors définies pour la direction d'approche figurant sur le schéma, selon les caractéristiques suivantes :

☒ Zone A :

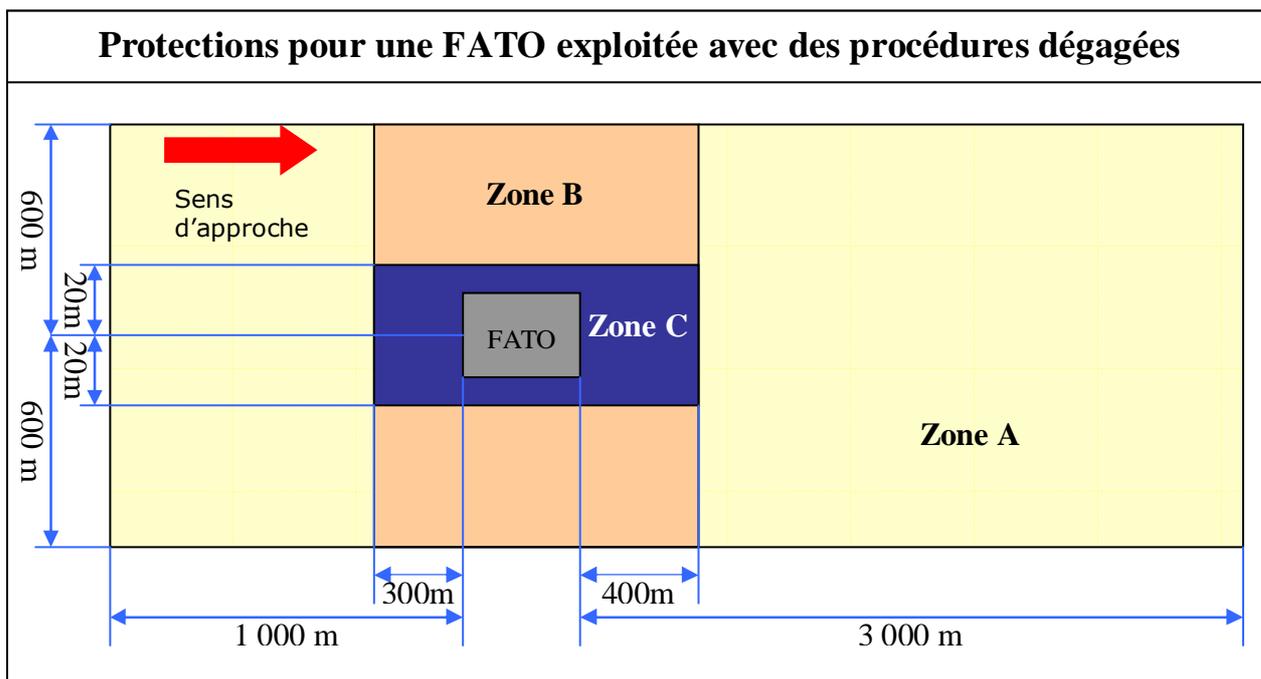
- longueur : 1 000 m en mont de la FATO + longueur de la FATO + 3 000 m après l'extrémité de la FATO ;
- largeur : 600 m de part et d'autre de l'axe d'approche.

☒ Zone B :

- longueur : 300 m en amont de la FATO + longueur de la FATO + 400m après l'extrémité de la FATO ;
- largeur : 600 m de part et d'autre de l'axe d'approche.

☒ Zone C :

- longueur : 300 m en amont de la FATO + longueur de la FATO + 400 m après l'extrémité de la FATO ;
- largeur : 20 m de part et d'autre de l'axe d'approche.
- l'emprise au sol de la zone C ne peut pas être inférieure à celle de l'aire de sécurité associée à la FATO ; la zone C est alors à élargir aux portions de l'aire de sécurité qui s'étendent au-delà de la zone C définie par les deux premières puces.



(le schéma n'est pas à l'échelle et la FATO peut avoir des caractéristiques différentes).

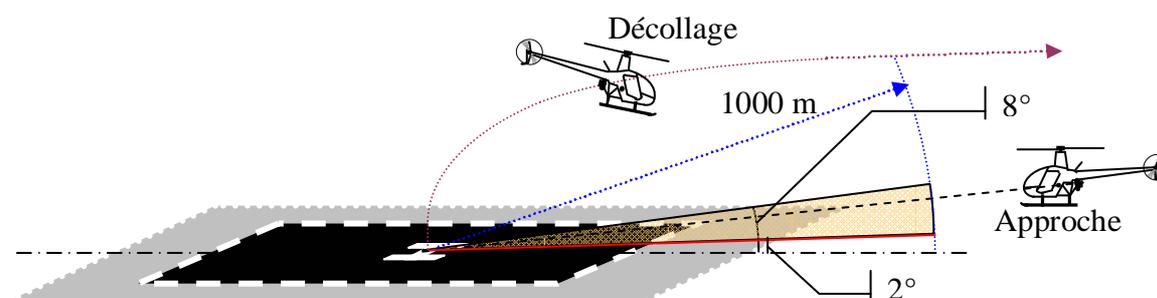
Ces zones de protection sont à établir pour chaque direction d'approche dont la FATO est dotée.

2.4.3 Cas particulier des infrastructures dotées de trouée unique

Les dispositions définies dans les paragraphes précédents permettent de protéger tant l'approche que le décollage, sauf dans le cas des infrastructures exploitées exclusivement par des hélicoptères, dotées de trouée unique et exploitées en procédure dégagée.

En effet, dans le cas d'infrastructures exploitées en procédure ponctuelle, les protections assurées pour l'approche couvrent également la manœuvre de décollage et les dispositions du paragraphe § 2.4.1 sont pleinement applicables.

Dans le cas des infrastructures exploitées en procédure dégagée, les besoins de repères visuels au décollage sont plus contraignants et nécessitent une adaptation.



(le schéma n'est pas à l'échelle et la FATO peut avoir des caractéristiques différentes)

Dans ce cas, on considère la trouée existante, ainsi qu'une trouée virtuelle qui serait diamétralement opposée : cela revient donc à avoir des zones A, B et C symétriques par rapport à la FATO, ayant les caractéristiques sont les suivantes :

☒ Zone A :

- longueur : 3 000 m en amont de la FATO + longueur de la FATO + 3 000 m après l'extrémité de la FATO ;
- largeur : 600 m de part et d'autre de l'axe d'approche.

☒ Zone B :

- longueur : 400 m en amont de la FATO + longueur de la FATO + 400 m après l'extrémité de la FATO ;
- largeur : 600 m de part et d'autre de l'axe d'approche.

☒ Zone C :

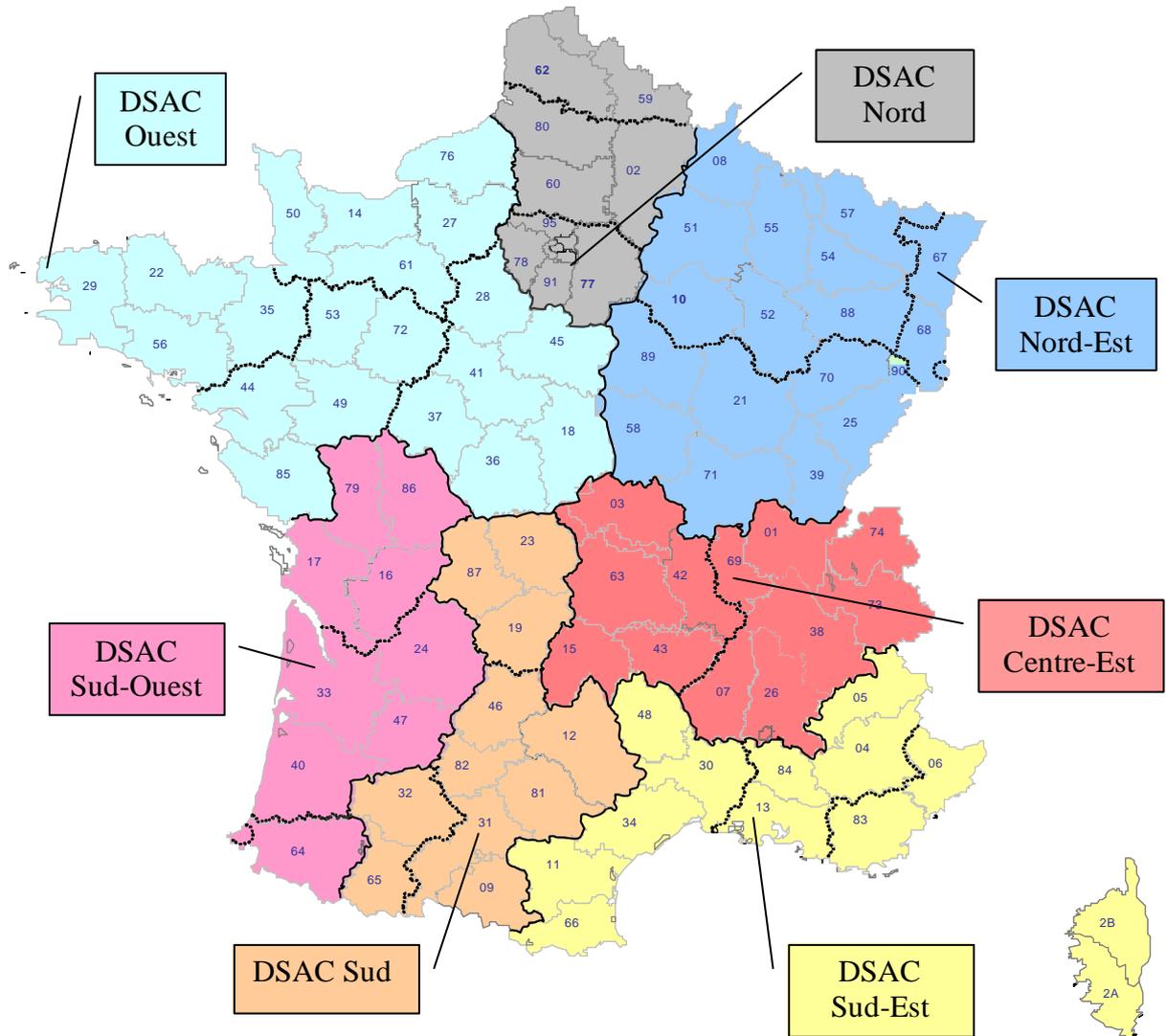
- longueur : 400 m en amont de la FATO + longueur de la FATO + 400 m après l'extrémité de la FATO ;
- largeur : 20 m de part et d'autre de l'axe d'approche.
- l'emprise au sol de la zone C ne peut pas être inférieure à celle de l'aire de sécurité associée à la FATO ; la zone C est alors à élargir aux portions de l'aire de sécurité qui s'étendent au-delà de la zone C définie par les deux premières puces.

3 Les autorités territorialement compétentes

Les autorités de l'aviation civile territorialement compétentes sont les suivantes :

DSAC / Centre est	Aéroport de Lyon Saint Exupéry BP 601 69125 LYON SAINT EXUPERY AEROPORT
DSAC / Nord	9 rue de Champagne 91200 ATHIS MONS
DSAC / Nord Est	Aérodrome de Strasbourg Entzheim 67836 TANNERIES
DSAC / Ouest	Aéroport de BREST-BRETAGNE BP 56 – 29490 GUIPAVAS
DSAC / Sud	Allée Saint-Exupéry BP60100 31703 BLAGNAC
DSAC / Sud Ouest	Aéroport de Bordeaux Mérignac BP 70116 33704 MERIGNAC Cedex
DSAC / Sud Est	1, rue Vincent Auriol 13617 AIX-EN-PROVENCE CEDEX 1
DSAC/ Océan Indien	Aérodrome de Saint-Denis-Gillot BP 12 97 408 SAINT-DENIS MESSAG CEDEX 9
DSAC/ Antilles Guyane	Clairière BP 644 97262 FORT-DE-FRANCE CEDEX
SEAC Polynésie Française	BP 6404 - 98702 FAA'A TAHITI
SAC Saint Pierre et Miquelon	Aéroport de St-Pierre Pointe-Blanche BP 4265 97500 SAINT PIERRE ET MIQUELON
DAC Nouvelle Calédonie	BP H1 98 849 NOUMEA CEDEX NOUVELLE CALEDONIE
SEAC Wallis-et-Futuna	Aéroport de Wallis Hihifo 98600 MATA UTU

Zones de compétence des directions interrégionales de l'aviation civile (Métropole)



* * * *



D S A C

direction générale de
l'aviation civile

direction de la sécurité de
l'aviation civile

**direction aéroports et
navigation aérienne**

50, rue Henry Farman
75720 Paris cedex 15

téléphone : 01 58 09 43 11
télécopie : 01 58 09 43 22
www.developpement-durable.gouv.fr



ANNEXE 8

Rapport d'étude STAC - Gêne visuelle panneaux solaires

Gêne visuelle liée aux panneaux solaires implantés à proximité d'aérodromes

Rapport d'étude



Ministère
de l'Écologie,
du Développement
durable
et de l'Énergie

*Gêne visuelle liée
aux panneaux solaires implantés
à proximité d'aérodromes*

Rapport d'étude

Service technique de l'aviation civile
Département Aménagement, Capacité, Environnement

Référence : RAP/STAC/ACE/VOLTA/12-001

v2. du 04/01/2012



Résumé

Le déploiement des énergies propres et renouvelables figure parmi les priorités de la politique énergétique française. Des enjeux particulièrement importants pour la France y sont attachés : l'indépendance énergétique du pays et la protection de l'environnement, en particulier la maîtrise des émissions de gaz à effet de serre.

Ainsi de nombreux projets d'installations photovoltaïques voient le jour sur le territoire français. Les réserves foncières et les grands espaces disponibles sur les aéroports attirent depuis 2002 l'intérêt des installateurs de panneaux solaires.

Afin d'assurer sa mission de garante de la sécurité aérienne, la direction générale de l'Aviation civile s'est intéressée aux risques potentiels posés par ces nouvelles installations, notamment l'éblouissement possible des pilotes d'aéronef et des contrôleurs aériens. En effet, la réflexion solaire sur ces installations peut devenir significative à cause de leur revêtement vitré et de leur superficie.

La direction de la sécurité de l'Aviation civile a donc demandé au STAC (service technique de l'Aviation civile) d'étudier la problématique de l'éblouissement des pilotes causé par la réflexion du soleil sur les panneaux photovoltaïques.

Les mécanismes d'éblouissement de l'œil ont ainsi été étudiés. Il est noté que deux phénomènes d'éblouissement étaient en particulier à éviter : l'éblouissement par papillotement (réflexion solaire sur des surfaces non continues conduisant à une alternance plus ou moins rapide d'éclairement de l'œil) et l'éblouissement incapacitant (atténuation de la perception du contraste entre les éléments de la scène observée).

Un dernier cas d'éblouissement, plus difficile à prendre en compte, a été intégré dans l'étude : l'éblouissement de surprise. Cet « éblouissement » est moins caractérisé par des grandeurs physiques que par des critères psychologiques liés au risque de réaction du pilote surpris par un mouvement lumineux.

L'effet de l'éblouissement d'un pilote est plus ou moins gênant en fonction de la phase de vol dans laquelle il se trouve. Il est ainsi retenu que l'éblouissement du pilote est particulièrement problématique pendant les manœuvres d'approche (perte de perception des repères visuels, effet de surprise, etc.). Ainsi, il apparaît que le pilote ne doit pas subir d'éblouissement réduisant sa perception visuelle à partir de 2 000 m du seuil de piste, jusqu'à la fin de l'atterrissage.

Sur cette base, une méthodologie d'étude des dossiers d'installations solaires a été établie. Elle repose sur trois étapes : une première visant à identifier les dossiers nécessitant d'étudier les risques d'éblouissement (critères de localisation et de superficie), une deuxième visant à identifier les installations solaires génératrices de situation d'éblouissement (critère d'axe de réflexion, de distance et d'angle entre la source et l'axe du regard) et enfin, une dernière reposant sur la luminance maximale des panneaux. Cette structure permet d'organiser les études par degré de complexité.

Enfin, une recherche a été réalisée sur la politique appliquée dans différents pays, ainsi que sur le retour d'expérience lié aux installations solaires existantes à proximité des aérodromes. Le traitement des dossiers dans les différents États est relativement varié. Le retour d'expérience, pour sa part n'a pas permis d'identifier d'événements importants liés au problème d'éblouissement causé par des panneaux solaires.

Cette étude a fait l'objet d'un complément par l'intermédiaire d'une campagne de mesures (mesure de la réflexion lumineuse sur des panneaux standard, évaluation de la gêne lumineuse). Ces mesures ont été effectuées pour valider les calculs théoriques établis dans le cadre de l'étude.

Mots-clés

Panneaux solaires – panneaux photovoltaïques – panneaux photothermiques – éblouissement – luminance de voile – sécurité aérienne – effet de papillotement

Summary

As a consequence of the national policy for promoting clean and renewable energy (Grenelle de l'environnement), numerous solar farm projects have been initiated in France. Solar system contractors have been interested in the extensive land available on airports since 2002. In order to accomplish its mission as a flight safety regulator, the French civil aviation authority (direction générale de l'aviation civile – DGAC) has focused on the potential risks due to these installations, in particular with respect to the possible glare of aircraft pilots and air-traffic controllers. Indeed, because of the surface of their glazed protection and the important superficies at stake, solar reflection can become significant.

DGAC has therefore mandated the French civil aviation technical centre (service technique de l'aviation civile – STAC) to assess this issue.

Glare mechanisms have thus been analyzed. It was concluded that two specific glare phenomena must be avoided: the glare due to blinking light (solar reflection on discontinuous surfaces could lead to an alternation of more or less fast lighting of the eye) and the incapacitating glare (diminution of the contrast perception between the elements observed).

A last case of glare due to surprise, more difficult to quantify, was integrated into the study: This "glare" is less characterized by physical dimensions than by psychological criteria linked to the risk of a pilot over-reacting because of a sudden light.

The effect of glare is more or less disturbing according to the phase of flight. It was determined that glare is particularly problematic during the approach (loss of visual mark perception, surprise, etc.). Therefore, the pilot shall not experience any glare reducing his visual perception between 2 000 m from the threshold of runway until the end of the landing.

On this basis, a three stage assessment methodology of solar installation cases was established. The first stage consists in identifying the cases requiring an assessment (based on the localization and the surfaces). The second one identifies the installations which could potentially generate glare (depending on the axis of reflection, the distance and the angle between the source and the axis of the glance of the pilot). Finally, a last one determines the maximal luminance of the panels. This structure organises the assessment by step of complexity.

This methodology was built to be easily applicable by operation services, but it can still be refined. Its improvement requires however more detailed researches, which are not part of the current framework (consisting in quickly obtaining a method of assessment of the solar installation cases).

Finally, a research was realized on the policies applied by other countries, as well as on the feedback collected on the existing solar installations near aerodromes. It appears that assessment generally depends on the States. On the other hand, no significant event generated by solar panels was identified through the feedbacks.

It was useful to refine this study with experiments (measurement of the light reflected by standard panels, evaluation of the disturbance due to the reflection). These measurements allowed the practical validation of the theoretical calculations realized within the framework of this study.

Keywords

Solar panels – photovoltaic panels – solar water heating – glare – veiling luminance – flight safety – blinking light

Liste des figures

Figure 1: Vue de dessus des contraintes de site	12
Figure 2: Cellule de silicium polycristallin	14
Figure 3: Cellule de silicium monocristallin	14
Figure 4: Sensibilité de l'œil humain en fonction de la longueur d'onde	18
Figure 5: Schéma explicatif de la luminance	19
Figure 6: Sources de rayonnement solaire atteignant un panneau	20
Figure 7: Rayonnement spéculaire	21
Figure 8: Rayonnement diffus	21
Figure 9: Schéma d'un œil	22
Figure 10: Champ de la vision humaine	23
Figure 11: Trajectoire de la Terre autour du Soleil	29
Figure 12: Coordonnées solaires en un point terrestre	29
Figure 13: Diagramme solaire	30
Figure 14: Répartition du nombre d'évènements par type d'exploitation et phase d'exploitation	32
Figure 15: Répartition des évènements « approche » suivant la gêne occasionnée par le soleil	33
Figure 16: Diagramme de réduction du contraste (simulation contraignante)	41
Figure 17: Diagramme de réduction du contraste (simulation favorable)	41
Figure 18: Schéma de la zone nécessitant une étude pour la gêne liée aux pilotes	42
Figure 19: Synthèse des différentes zones d'études pour des installations solaires (attention, les zones se superposent et la piste est utilisée ici dans les deux QFU)	44
Figure 20: Schéma de la zone d'étude pour le cas des tours de contrôle	44
Figure 21: Zone de tests	45
Figure 22: Types des panneaux et configurations testées	47
Figure 23: Schéma de la configuration 1 testée le 26 juillet 2010	48
Figure 24: Schéma de la configuration 2 testée les 27 et 28 juillet 2010	48
Figure 25: Schéma de la configuration 3 testée le 29 juillet 2010	51

Sommaire

1. Introduction	8
1.1. Objet du document	8
1.2. Guide de lecture	8
2. Documentation et références	8
3. Méthodologie de l'étude	9
3.1. Analyse du problème, des exigences et hypothèses	9
3.2. Approche méthodologique	10
4. Références réglementaires connexes	11
4.1. Les contraintes d'implantation	11
4.2. Les contraintes de fonctionnement	12
5. Considérations techniques	13
5.1. Les installations solaires	13
5.1.1 Généralités sur le fonctionnement des panneaux solaires	13
5.1.2. Les critères d'implantation des panneaux solaires	17
5.2. Les sources et surfaces lumineuses	17
5.2.1 Grandeurs lumineuses	17
5.2.2 Le rayonnement réfléchi	20
5.3. Généralités sur la physiologie de l'œil humain et sur l'éblouissement	21
5.3.1 Les mécanismes physiologiques de l'éblouissement	21
5.3.2 Les caractéristiques de l'éblouissement	24
5.3.3 Conclusion	28
5.4. Généralités sur le Soleil	29
5.4.1 Position du Soleil dans le ciel	29
5.4.2 Représentation de la position du Soleil dans le ciel	30
6. Étude de la gêne causée par des installations solaires	31
6.1. Retour d'expérience	31
6.1.1 Cas avec une intensité lumineuse réfléchie modérée	31
6.1.2 Cas d'une intensité lumineuse réfléchie plus intense	31
6.1.3 Cas de la gêne directe par le soleil	32
6.1.4 Conclusion	36
6.2. Étude de sécurité	36
6.2.1 Identification des phases de vol	36

6.2.2	Identification des risques en fonction des différentes phases de vol	37
6.2.3	Cas du contrôle aérien	37
6.2.4	Conclusion	37
7.	Zones d'étude de la gêne visuelle	39
7.1.	Zone où le pilote ne doit pas être ébloui	39
7.2.	Définition du périmètre source d'une gêne visuelle	40
7.2.1	Périmètre lié à la perte de contraste	40
7.2.2	Périmètre lié à la perception de l'éclat lumineux	43
7.3.	Définition d'une taille d'installation solaire	43
7.4.	Remarques	43
7.5.	Synthèse	44
8.	Expérimentations	45
8.1.	Principes de l'expérimentation	45
8.2.	Cadre de l'expérimentation	45
8.2.1	Localisation des essais	45
8.2.2	Panneaux testés	46
8.2.3	Configuration de l'installation	46
8.2.4	Organisation des tests	48
8.2.5	Réajustements	51
8.3.	Principaux enseignements	51
8.3.1	Conclusions qualitatives	51
8.3.2	Conclusions quantitatives	52
8.3.3	Conclusions quant au traitement des panneaux	52
8.3.4	Conclusions quant à l'installation de panneaux	52
8.3.5	Conclusions quant au seuil de luminance éblouissante	52
9.	Conclusion	53
9.1.	Réponses aux exigences	53
9.1.1	Réponse aux exigences 1 et 2 : caractérisation de la gêne	53
9.1.2	Réponse à l'exigence 3 : proposition d'une méthode	54
9.1.3	Réponse à l'exigence 4 : Ordre de grandeur	55
9.2.	Propositions de décisions/actions	55
Annexe A:	Approche à l'étranger du point de vue réglementaire	59
Annexe B:	Éléments du protocole de mesure des réflexions en laboratoire	65

1 Introduction

1.1 Objet du document

Le déploiement des énergies propres et renouvelables figure parmi les priorités de la politique énergétique française. Des enjeux particulièrement importants pour la France y sont attachés : l'indépendance énergétique du pays, et la protection de l'environnement, en particulier la maîtrise des émissions de gaz à effet de serre.

Des mesures incitatives ont été mises en œuvre pour le développement de ces énergies, telles que crédits d'impôts, tarifs d'achat attractif de l'électricité produite.

Ainsi de nombreux projets d'installations photovoltaïques, que ce soit par des particuliers (installations décentralisées) ou par des producteurs d'énergie, voient le jour sur le territoire français.

Les réserves foncières et les grands espaces disponibles sur les aéroports attirent depuis 2002 l'intérêt des installateurs de panneaux solaires. L'Aviation civile, face à ces nouveaux projets d'aménagements cherche à concilier le développement durable et la politique gouvernementale avec sa mission de garantie de la sécurité aérienne.

De par leur conception, les panneaux solaires sont susceptibles de réfléchir une partie de la lumière solaire (les panneaux sont recouverts d'une surface généralement vitrée, destinée à protéger les surfaces photosensibles). La direction de la sécurité de l'aviation civile a donc interrogé le service technique de l'aviation civile sur l'impact visuel que pouvait représenter la réflexion solaire sur les panneaux, pour les pilotes d'aéronef et pour les contrôleurs aériens.

Il convient d'évaluer la gêne que ces panneaux peuvent représenter et le cas échéant de mettre au point une méthode permettant rendre compatible la sécurité aérienne avec le développement de ces sources d'énergie.

1.2 Guide de lecture

Ce rapport comporte quatre parties principales :

- une première partie (chapitres 4 et 5) est destinée à établir le référentiel de travail et présenter les différents concepts qui fondent l'étude ;
- une deuxième partie (chapitre 6) vise à identifier les différents risques d'impact des panneaux solaires sur la vision des pilotes et des contrôleurs ;
- une troisième partie (chapitre 7) étudie quant à elle la méthodologie à appliquer pour l'étude des dossiers d'installation solaires.
- une quatrième partie (chapitre 8) qui présente les expérimentations réalisées dans le cadre de l'étude.

En annexe sont fournis des éléments d'information permettant de compléter les travaux présentés.

2 Documentation et références

Les documents utilisés dans le cadre de l'étude sont insérés en fin de rapport dans la partie « bibliographie ».

3 Méthodologie de l'étude

3.1 Analyse du problème, des exigences et hypothèses

Ainsi que mentionné au paragraphe 1.1, cette étude vise à cerner le plus finement possible l'impact sur la sécurité des opérations aériennes généré par les installations solaires à proximité des aéroports, principalement au regard de l'impact visuel qu'elles peuvent représenter pour les pilotes et les contrôleurs.

L'exploitation des avions repose pour une large part sur l'acquisition de références visuelles, tant par les pilotes que par ceux qui les guident lors de leur approche finale et de leur roulage sur l'aéroport. Ainsi, la possibilité pour les pilotes de conserver une vision de leur environnement d'évolution est un élément critique de sécurité.

Or, de par leur nature et leur conception, les installations solaires peuvent être sources d'émissions lumineuses par réflexion, susceptibles de perturber la vision des pilotes et pouvant altérer la perception visuelle de leur environnement d'évolution, de la signalisation aéronautique et des instruments à bord. En effet, bien que les panneaux solaires soient destinés à capter au mieux le rayonnement solaire, la nature des surfaces de protection utilisées peut réfléchir la lumière.

L'étude doit donc permettre de cerner les altérations visuelles possibles. Cela sous entend de comprendre les mécanismes de la gêne visuelle qui peuvent être engendrés par les installations solaires, et nous amène à définir un certain nombre d'exigences.

I Exigence 1 : identification des altérations possibles de la vision des pilotes et des contrôleurs

L'étude doit également permettre d'évaluer le niveau de gêne engendré par les panneaux. Il est donc nécessaire de définir un ordre de grandeur pour l'éblouissement engendré par des panneaux solaires.

I Exigence 2 : identification de la gêne visuelle préjudiciable pour les pilotes et les contrôleurs en fonction des circonstances.

Afin de ne pas nuire au développement des installations solaires et de limiter les risques d'erreur, la méthode doit pouvoir être aisément applicables par les promoteurs d'installations solaires. Par ailleurs, afin de garantir le respect des délais, les avis émis par l'administration doivent pouvoir être réalisés rapidement. Il est donc nécessaire de pouvoir proposer une méthode d'analyse des dossiers d'installations solaires à proximité des aéroports dont la mise en œuvre est aisée

I Exigence 3 : mettre au point une méthode permettant le traitement des dossiers d'installations solaires qui soit aisée et rapide à mettre en œuvre.

Il convient de souligner toutefois que l'étude est circonscrite, par son objet, à la gêne visuelle potentielle susceptible d'être générée par des installations solaires à proximité des aéroports. Quelques éléments sont cependant fournis sur les autres problématiques de sécurité liées à l'installation de panneaux solaires à proximité des aéroports (aménagement, servitudes, etc.).

I Exigence 4 : donner des ordres de grandeur de la gêne pouvant être ressentie en condition réelle

L'étude porte sur la gêne qui peut être subie par les pilotes d'avions et par les contrôleurs de la navigation aérienne, c'est-à-dire que l'étude ne porte pas sur la gêne possible sur d'autres activités que le vol d'avion et le travail du contrôle aérien.

3.2 Approche méthodologique

Afin de traiter les différentes exigences précitées, le rapport est décomposé de la manière suivante :

- Réponse à l'exigence 1 : le chapitre 5 fournit des éléments de connaissance généraux sur les principes de fonctionnement des installations solaires et sur les mécanismes d'éblouissement.
- Réponse à l'exigence 2 : le chapitre 6 étudie les événements passés dans lesquels un éblouissement a été identifié ; il étudie par ailleurs les conditions dans lesquels un type d'éblouissement peut être préjudiciable.
- Réponse à l'exigence 3 : le chapitre 7 propose les fondements pour une méthode d'analyse des dossiers d'installation solaire ; ce chapitre est complété par la production d'une note d'information technique éditée par la DSAC qui reprend les principaux points de ce rapport.
- Réponse à l'exigence 4 : une expérimentation a été menée afin d'approcher la gêne réellement ressentie par un pilote en condition opérationnelle. Cette expérimentation est présentée dans le chapitre 8.

Il est rappelé que le traitement des demandes d'installation ne porte pas uniquement sur la gêne visuelle, mais que d'autres vérifications, par rapport à l'environnement aéroportuaire, sont à mener. Une liste indicative des contraintes applicables sur les aérodromes et leur voisinage immédiat est dressée dans le chapitre 4.

4 Références réglementaires connexes

Bien que l'étude soit principalement axée sur la problématique de gêne visuelle, il est proposé de dresser une liste des différentes contraintes réglementaires qui peuvent s'appliquer aux installations solaires.

Ces références sont complétées par une présentation rapide des approches retenues dans d'autres pays.

4.1 Les contraintes d'implantation

Les contraintes ont été identifiées, notamment à partir de l'arrêté du 10/07/2006 relatif aux caractéristiques techniques de certains aérodromes terrestres utilisés par les aéronefs à voilure fixe [10] et l'arrêté du 28 août 2003 modifié, relatif aux conditions d'homologation et aux procédures d'exploitation des aérodromes [11]. Ces contraintes réglementaires peuvent également être retrouvées dans l'annexe 14 à la convention de Chicago.

Les zones où les panneaux ne doivent pas être implantés :

- piste et ses accotements, ainsi que les voies de circulation ;
- prolongement d'arrêt ;
- prolongement dégagé ;
- les aires de sécurité d'extrémité de piste ;
- les bandes de piste (bande dégagée et bande aménagée) ;
- les aires d'avant seuil ;
- le long des voies de circulation, à des distances inférieures aux marges de dégagement des voies concernées.

En dehors des zones précitées, l'implantation des panneaux est contrainte, principalement du fait de la hauteur de leurs installations par le respect :

- des OFZ, afin que les installations solaires restent en dessous de la hauteur fixée par ces surfaces de protection ;
- des servitudes aéronautiques de dégagement, afin que les surfaces leur correspondant ne soient pas percées ;
- des servitudes aéronautiques de protection des aides lumineuses et de protection des aires météorologiques adjointes aux plans de servitudes aéronautiques de dégagement, afin que les surfaces leur correspondant ne soient pas percées ;
- des servitudes radioélectriques contre les obstacles ;
- des servitudes radioélectriques contre les perturbations électriques suivant les règles fixées par ces servitudes (par exemple, la masse métallique et les circuits électriques nécessitent une vérification de la compatibilité électromagnétique¹).

En outre, l'emplacement ne peut être retenu si les panneaux sont susceptibles de générer à cet emplacement des contraintes pour les pilotes, pour l'exploitation de l'aérodrome et la sécurité de la navigation aérienne, mentionné au 4.2.

¹ Les circuits électriques peuvent sous certaines conditions émettre des ondes électromagnétiques qui peuvent perturber les signaux.

La figure ci-dessous (figure 1) fait une synthèse en plan des contraintes de site précitées. Pour l'illustration, une piste de chiffre de code 4, exploitée pour une approche aux instruments dans un sens et non aux instruments dans l'autre, a été utilisée. Les OFZ, les surfaces de servitudes radioélectriques contre les obstacles, les surfaces de servitude de protection des aides visuelles et les servitudes radioélectriques contre les perturbations ne sont pas représentées dans un souci de lisibilité.

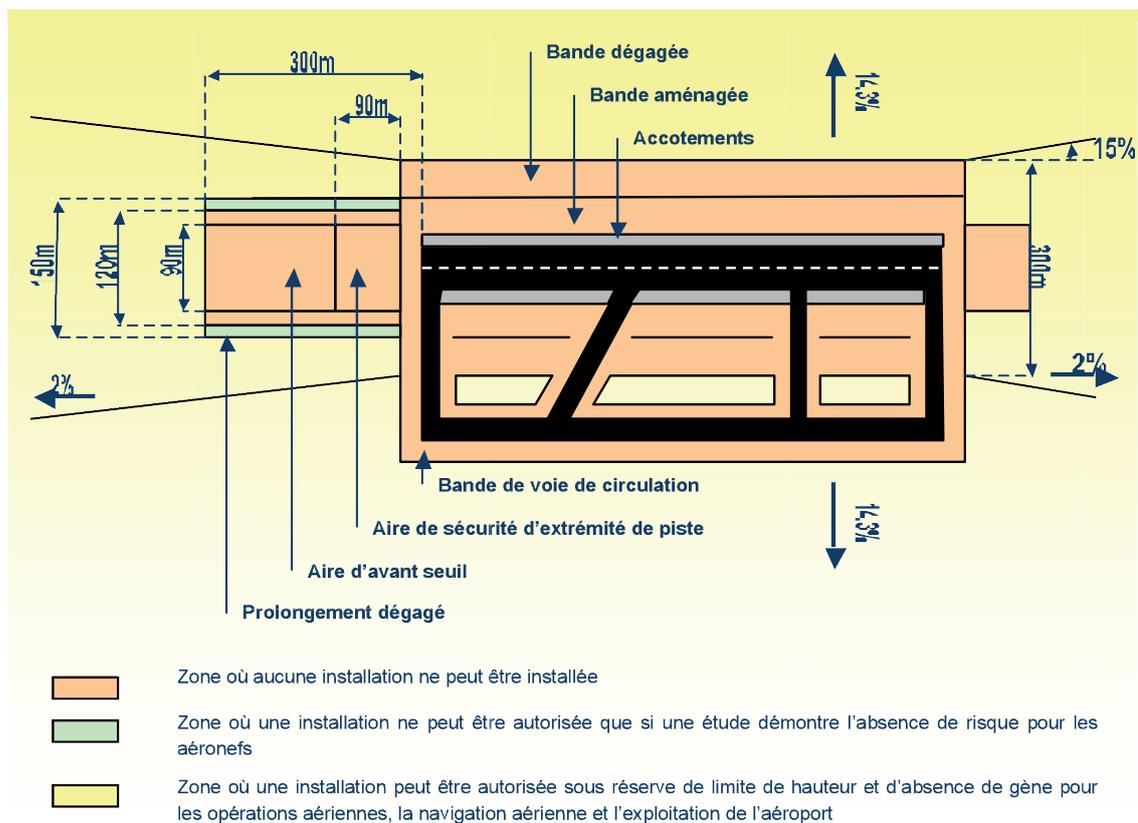


Figure 1: Vue de dessus des contraintes de site

4.2 Les contraintes de fonctionnement

Les installations solaires ne doivent pas gêner la perception ou le fonctionnement des équipements nécessaires à la navigation aérienne.

Les différents équipements concernés sont :

- les aides visuelles ;
- les aides radioélectriques ;
- les installations météorologiques.

En particulier, la réflexion solaire sur les installations photovoltaïques ne doit pas nuire à la visibilité et la lisibilité des aides visuelles aéronautiques.

Enfin, les installations solaires ne doivent pas perturber l'exploitation de l'aire de mouvement par l'exploitant d'aérodrome. De façon non exhaustive, l'implantation de ces panneaux ne doit pas entraver le bon déroulement des activités des services de sauvetage et lutte contre l'incendie des aéronefs (SSLIA), des services de prévention du péril animalier (SPPA) ou les services en charge des inspections de piste.

5 Considérations techniques

Ce chapitre traite des éléments techniques servant de support à l'analyse de la gêne susceptible d'être ressentie par les pilotes ou les contrôleurs de la navigation aérienne. Cette partie est principalement destinée aux personnes qui n'ont pas de connaissances approfondies en optique afin de leur permettre de poursuivre la lecture du rapport.

Il repose sur une présentation des caractéristiques des panneaux solaires et de leur implantation. Cette première partie est ciblée par rapport à l'objet de l'étude.

Par ailleurs, une description des méthodes de calcul de la réflexion lumineuse sur une surface donnée est produite. Elle sert de support au calcul géométrique de l'espace éclairé par la réflexion du soleil sur les panneaux.

Enfin, les différents phénomènes d'éblouissement sont détaillés.

Cette partie est générale et n'est pas spécifique au domaine aéroportuaire, même si la présentation tient compte de l'objet de l'étude.

5.1 Les installations solaires

5.1.1 Généralités sur le fonctionnement des panneaux solaires

Deux types de panneaux solaires peuvent être distingués. Ils assurent une transformation de l'énergie solaire.

- les panneaux solaires photovoltaïques ; ils convertissent le rayonnement solaire en électricité. Ils sont reconnaissables à leur couleur à dominante bleue ;

- les panneaux solaires thermiques ; ces panneaux, d'aspect coloré noir, convertissent le rayonnement solaire en chaleur. Ils sont généralement utilisés pour la production d'eau chaude sanitaire.

Note: il peut exister d'autres types d'installations destinées à récupérer l'énergie solaire pour la transformer, comme les fours solaires par exemple.

La puissance des panneaux solaires est caractérisée par l'énergie qu'ils permettent de produire. Elle est exprimée en Watt (W).

À titre d'illustration, la puissance crête exprimée en kWc (kW crête) représente la puissance délivrée par un panneau photovoltaïque au point de puissance maximum, sous les conditions standard (1 000 W/m² à 25 °C). À titre d'ordre de grandeur, 1kWc correspond à 7 m² de panneaux solaires (cette valeur dépend du rendement du panneau).

5.1.1.1 Les panneaux solaires photovoltaïques

⇒ Détails d'un panneau

Le présent paragraphe présente, ici, la composition type des panneaux photovoltaïques. D'autres conceptions de panneaux peuvent exister.

Les panneaux photovoltaïques sont conçus pour absorber les photons et les transformer en électrons, créant ainsi un courant électrique. La transformation de l'énergie lumineuse en électricité se fait au moyen de matériaux semi-conducteurs (généralement le silicium).

Compte tenu de la fragilité de ces semi-conducteurs et de leur coût, la surface sensible est protégée de l'extérieur par un revêtement transparent, le plus généralement en verre.

Bien que les surfaces vitrées soient conçues de manière à assurer la meilleure transmission de la lumière vers les surfaces photosensibles, elles peuvent générer des réflexions lumineuses en fonction de leur fabrication (la réflexion lumineuse est fonction du matériau, de sa surface, de l'incidence lumineuse sur le verre et de la longueur d'onde).

De plus, le silicium, qui est le matériau le plus souvent utilisé dans les panneaux présente lui-même un coefficient de réflexion qui vient s'ajouter (de manière atténuée) à la réflexion du verre.

Les technologies de panneaux solaires

On peut distinguer trois principales technologies de cellules photovoltaïques :

- cellules au silicium monocristallin : elles offrent un rendement important de 15 à 17 %, mais elles sont plus coûteuses à produire ;
- cellules au silicium polycristallin ; elles offrent un rendement inférieur aux monocristallin mais sont moins chères à la production ;



Figure 2: Cellule de silicium polycristallin



Figure 3: Cellule de silicium monocristallin

- les panneaux à concentration solaire : ces panneaux utilisent une cellule photovoltaïque composée de plusieurs couches de silicium permettant d'exploiter plusieurs longueurs d'onde ; ces cellules étant plus chères à produire, elles sont souvent utilisées avec un concentrateur de lumière qui va faire converger la lumière captée vers la cellule ; le rendement de ce type de panneau approche les 30 % mais ces panneaux restent encore chers ;

- les panneaux à couches minces avec ou sans silicium ; ces cellules offrent un rendement relativement faible (de l'ordre de 6 %).

On peut retenir que la technologie utilisée dépend du contexte, certaines cellules ne sont efficaces qu'en rayonnement direct (le Soleil est proche de la normale au panneau) alors que d'autres exploitent mieux le rayonnement diffus.

D'autres technologies font l'objet de recherche :

- utilisation d'éléments permettant de modifier le spectre de la lumière afin de faire converger plus de lumière dans les longueurs d'onde utilisées par les cellules et augmenter leur rendement ;
- cellules coaxiales à rayonnement par le cœur de la cellule (principalement pour les cellules organiques), technologie permettant un meilleur rendement ;
- développement d'autres semi-conducteurs permettant de s'affranchir du silicium coûteux.

Enfin, des recherches sont menées afin de développer des batteries permettant un meilleur stockage de l'énergie.

Types d'installation

Il existe à l'heure actuelle deux types de production d'électricité au moyen de panneaux solaires photovoltaïques. Le premier type d'installation est destiné à la production d'électricité pour des sites isolés (production dite décentralisée) et le second type a clairement vocation à alimenter un réseau électrique à une échelle plus grande (production dite centralisée).

² Les valeurs de rendement sont fournies à titre indicatif à la date de rédaction du rapport, elles peuvent changer en fonction des progrès technologiques.

■ Dimensionnement des installations

La dimension des installations est liée aux besoins en électricité, en disponibilité d'accueil ou surface disponible et en capacité de stockage de l'électricité.

L'unité utilisée pour comparer les installations photovoltaïques entre elles est le kilowatt crête (kWc). Les installations solaires photovoltaïques décentralisées fournissent une puissance de quelques kWc. Les grandes centrales solaires peuvent fournir des puissances dépassant le mégawatt crête (MWc).

Cette grandeur correspond à la production maximale d'énergie dans des conditions bien définies, notamment de température et d'éclairement.

Inversement, lorsque la surface disponible est limitée, il est alors possible de connaître rapidement la puissance photovoltaïque maximale disponible.

■ Implantation des panneaux

Deux configurations peuvent être envisagées, à savoir une implantation au sol ou une implantation en hauteur.

L'implantation au sol nécessite de disposer d'un espace découvert exempt de tout masquage des panneaux dû à la végétation ou aux infrastructures de bâtiments ainsi qu'aux panneaux entre eux.

L'implantation en hauteur est généralement réalisée sur des toitures inclinées ou non, dans les mêmes conditions que précédemment, c'est-à-dire sans ombrage.

La structure du support des modules peut être fixe ou mobile. Dans ce dernier cas, les panneaux se déplacent au cours du temps en fonction d'une équation qui tient notamment compte du besoin d'éclairement direct du panneau, des masquages possibles des panneaux par leurs voisins.

L'implantation des panneaux solaires s'effectuant à l'air libre, il est alors nécessaire de se prémunir contre les agressions extérieures, notamment les effets dus aux variations climatiques. Ainsi pour éviter les effets des variations thermiques de l'air ambiant ou de l'humidité, de la neige ou de la grêle, les cellules photovoltaïques sont recouvertes par une couche transparente protectrice (généralement en verre).

5.1.1.2 Les panneaux solaires photothermiques

■ Détails d'un panneau

Les panneaux solaires photothermiques convertissent l'énergie solaire en énergie thermique [1] Cette transformation s'effectue à basse température, c'est-à-dire à température ambiante. Un circuit de plomberie, où circule un fluide (eau ou fluide caloporteur), permet de transporter la chaleur issue d'une surface absorbante, vers un ballon réservoir où l'eau chaude sanitaire est stockée avant utilisation. Cette chaleur est transmise par conduction au fluide.

Il existe trois types de panneaux solaires thermiques :

- les capteurs plans vitrés ;
- les capteurs plans non vitrés ;
- les capteurs à tubes sous vide.

Les capteurs plans vitrés sont des modèles de capteur répandus. Un circuit hydraulique constitué d'un conduit et disposé en serpentin est accolé à une surface absorbante (par exemple feuille métallique noire). L'ensemble est conditionné dans un caisson vitré.

Les capteurs plans non vitrés sont constitués d'un absorbeur sans caisson ni vitrage. Il s'agit d'un système ayant un rendement moindre car dépendant directement de la température de l'air.

Enfin, les capteurs à tube sous vide sont des modèles de panneaux photothermiques encore peu répandus en Europe. Le capteur sous vide (ou capteur à tubes) est d'un principe similaire à celui du capteur plan à la différence que la vitre est remplacée par une série de tubes transparents sous vide.

Ainsi, tout comme pour les panneaux photovoltaïques (voir paragraphe 5.1.1.1), le recours à du verre pour la protection et le fonctionnement du panneau implique des effets de réflexion. Les panneaux non vitrés sont moins susceptibles d'introduire une réflexion du soleil sur leur surface, les matériaux étant généralement mat et assimilables à des corps noirs (i.e. qui absorbent l'intégralité de la lumière qu'ils reçoivent).

Types d'installation

Il existe à l'heure actuelle deux types d'installations thermiques :

- les installations individuelles, qui fournissent par exemple de l'eau chaude sanitaire, pour des besoins locaux ;
- les centrales thermiques qui produisent de l'électricité à partir d'un fluide porté à haute température.

Dimensionnement des installations

Pour dimensionner une installation photothermique, il est nécessaire de prendre en compte le volume d'eau à chauffer ainsi que l'ensoleillement disponible. Le volume d'eau à chauffer est limité par le volume de stockage, c'est-à-dire le volume du réservoir d'eau ou ballon, pour ce qui concerne la production d'eau chaude sanitaire à usage local.

En fonction de la localisation de l'installation et du nombre d'usagers, des tableaux d'équivalence nombre d'usagers et surface de panneaux ont été établis et permettent de connaître rapidement la surface de panneaux nécessaire.

Les centrales solaires thermiques rencontrent la même problématique que les centrales photovoltaïques à savoir la disponibilité des terrains. L'accessibilité aux grands espaces conditionnera la capacité à produire des puissances électriques dépassant le mégawatt. Ainsi la dimension des installations dépend de l'emplacement choisi pour leur construction.

Implantation des panneaux

Les capteurs solaires thermiques peuvent s'intégrer dans n'importe quelle construction. La pose en toiture est la solution la plus souvent adoptée, à condition qu'il n'existe aucun masquage des panneaux.

On peut rencontrer les configurations suivantes : les installations en toiture, en auvent, au sol, ou en façade. L'installation du réservoir d'eau a une influence sur les rendements des installations à savoir que la distance entre le capteur solaire et le réservoir doit être la plus petite possible, pour éviter les déperditions thermiques dues aux conduits de circulation d'eau ou de fluide caloporteur.

5.1.1.3 Conclusion

La filière de l'électricité solaire est actuellement en plein essor. La technologie dominante reste le silicium cristallin. La réflexion de la lumière par ces panneaux n'est pas négligeable. Cependant, compte tenu de la multiplicité des types de panneaux solaires, une quantification générique n'est pas envisageable et la mesure doit être faite au cas par cas. Au fur et à mesure de la mise au point de la technologie du silicium amorphe ou en couche mince, les installations photovoltaïques utiliseront de plus en plus cette technologie, qui, malgré un rendement plus faible, présente deux avantages principaux : son coût de mise en œuvre beaucoup moins élevé et une meilleure adaptation aux climats d'ensoleillement diffus.

Même si la filière de l'énergie photothermique ne connaît pas le même développement que le photovoltaïque, il n'en reste pas moins que son développement demeure d'actualité.

L'espace disponible pour les installations est un paramètre important et l'espace préservé autour ou sur les aérodromes (aires de protection, zones de bruit, zones de services) rend la proximité des aérodromes particulièrement attractive.

5.1.2 Les critères d'implantation des panneaux solaires

Les panneaux solaires sont installés de manière à produire le meilleur rendement possible en fonction des contraintes d'installation (sur certaines installations de particuliers, l'installation dépend également des supports disponibles : orientation des toitures notamment)

5.1.2.1 L'éclairement solaire

La puissance reçue par le panneau dépend de la latitude et de la longitude du lieu de l'installation solaire, de l'orientation du panneau et de l'inclinaison du panneau par rapport au sol. Les panneaux sont orientés en tenant compte des diagrammes solaires (permettant de connaître pour un lieu donné et une date donnée la position du Soleil) et du type de panneaux (certains panneaux voient leur rendement fortement chuter dès lors que l'éclairement s'éloigne de la normale au panneau, d'autres lorsque le rayonnement est diffus, etc.).

La technologie utilisée et l'installation dépendent donc des conditions d'éclairement locales.

5.1.2.2 L'orientation

Les panneaux solaires, en France métropolitaine, sont généralement orientés entre sud-ouest et sud-est afin d'optimiser leur éclairement.

Il convient de retenir que l'orientation joue un rôle dans la densité de l'installation dans la mesure où les panneaux peuvent se masquer entre eux.

Dans les départements d'Outre-mer qui sont situés en zone intertropicale, le soleil passe proche du zénith à midi. Les panneaux peuvent être orientés vers le sud avec une faible inclinaison correspondant à la latitude du lieu. Dans l'hémisphère sud, les panneaux sont bien entendu orientés vers le nord.

5.1.2.3 Les caractéristiques du site d'implantation

Les caractéristiques des sites d'implantation des centrales solaires sont :

- les surfaces de terrain disponibles ;
- la planéité des terrains : des terrains plats permettent une accessibilité et maintenance plus aisée ;
- l'ensoleillement du terrain : les régions du sud de la France étant privilégiées jusqu'à présent.

5.1.2.4 Conclusion

Si les variations d'ensoleillement d'une région à une autre privilégient l'implantation des panneaux solaires dans les régions du sud de la France, les politiques publiques nationales en matière d'énergie renouvelable encouragent une répartition des installations solaires dans toutes les régions.

5.2 Les sources et surfaces lumineuses

5.2.1 Grandeurs lumineuses

La lumière est un phénomène vibratoire qui transporte de l'énergie en se propageant ; il correspond au domaine visible (380 nm à 730 nm³) du spectre électromagnétique, ainsi que les longueurs d'onde liées à l'infrarouge et celles de l'ultraviolet. Dans un but de simplification de lecture du rapport, le terme de lumière se rapportera uniquement au domaine visible du rayonnement électromagnétique.

La lumière peut être caractérisée, soit par son côté énergétique (radiométrie), soit par sa perception par l'œil humain (photométrie).

Le passage de l'énergie électromagnétique du rayonnement visible aux quantités lumineuse prend en compte la sensibilité de l'œil aux différentes longueurs d'onde.

³ Les valeurs reprises ici peuvent varier selon la littérature.

La figure 4 montre cette fonction (appelée $v(\lambda)$) où λ représente la longueur d'onde).

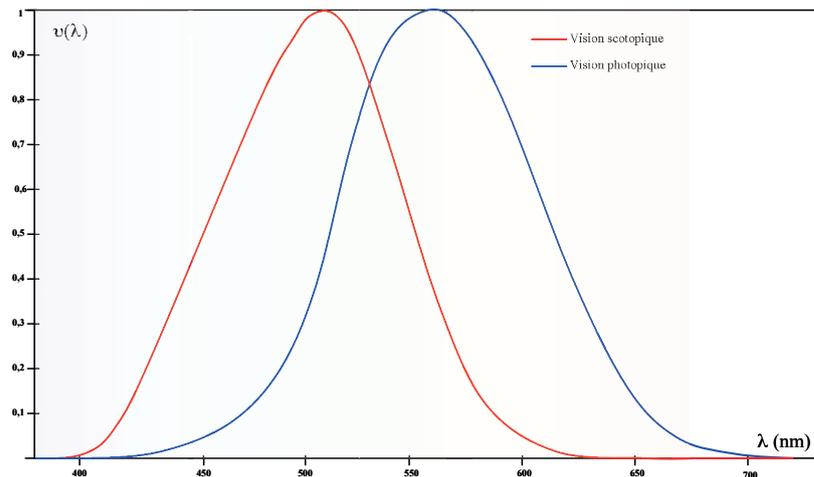


Figure 4: Sensibilité de l'œil humain en fonction de la longueur d'onde

Sur cette figure 4, apparaît la notion de vision photopique (vision de nuit) et scotopique (vision de jour). Ces dernières correspondent en fait à la sensibilité de l'œil humain en fonction des conditions de luminosité (jour et nuit). Ces différentes sensibilités sont présentées et expliquées au paragraphe 5.3.1.1.

La radiométrie et la photométrie utilisent des grandeurs similaires dans leur définition (flux, éclairement, intensité et luminance), mais des unités différentes. Le tableau suivant précise les unités utilisées dans les deux domaines d'étude :

	Radiométrie	Photométrie
Flux	Watt (W)	Lumen (lm)
Éclairement	W/m ²	Lux (lm/m ²)
Intensité	W/sr	Candelas (cd ou lm/sr)
Luminance	W/sr.m ²	Cd/m ²

Les grandeurs utilisées en photométrie sont :

- le flux lumineux ;
- l'intensité lumineuse ;
- l'éclairement lumineux ;
- la luminance lumineuse.

Ces grandeurs lumineuses sont définies dans les paragraphes suivants. Les grandeurs énergétiques ne seront pas traitées ici car présentant peu d'utilité pour la compréhension du phénomène d'éblouissement, toutefois, la principale différence entre les grandeurs lumineuses et les grandeurs énergétiques est la prise en compte de la fonction d'efficacité lumineuse.

5.2.1.1 Flux lumineux

Le flux lumineux indique la quantité totale de lumière qu'une source émet dans toutes les directions. Le flux lumineux F s'exprime en lumen (lm).

$$F = K_m \int_{0,38\mu}^{0,76\mu} v(\lambda) \times \Phi(\lambda) d\lambda$$

Où

- F est le flux lumineux
- K_m est une constante appelée efficacité lumineuse maximale, égale en vision photopique à 683 lm/W
- $v(\lambda)$ est la fonction de sensibilité spectrale de l'œil
- $\Phi(\lambda)$ est le flux électromagnétique

5.2.1.2 Intensité lumineuse

L'intensité lumineuse I concerne le flux lumineux émis dans une direction donnée et délimité par une unité d'angle solide.

$$I = \frac{dF}{d\Omega}$$

L'intensité lumineuse s'exprime en candela (cd). C'est l'unité de base de la photométrie et correspond à 1 lumen/stéradian⁴.

5.2.1.3- Luminance lumineuse

Cette grandeur fait intervenir à la fois la source lumineuse et l'observateur qui voit la surface sous un angle donné. Elle caractérise la lumière émise (intensité), dans une direction donnée, par unité de surface apparente. Elle s'exprime en cd/m².

Elle correspond à la perception de chaque élément de surface de la source par l'observateur dans une direction donnée et est donnée par la formule suivante :

$$L = \frac{dI}{dS \cos \theta}$$

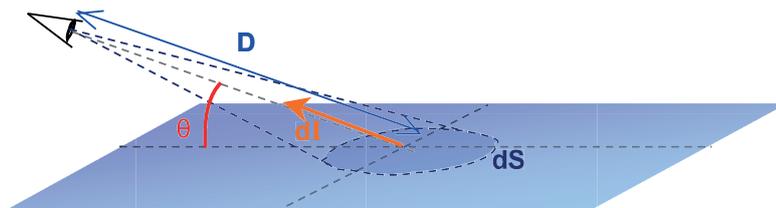


Figure 5: schéma explicatif de la luminance

⁴ L'angle solide a la valeur d'un stéradian, lorsque le cône délimite une surface d'un mètre carré sur une sphère d'un mètre de rayon

La luminance est directement liée au confort et à l'éblouissement (voir partie suivante). C'est une grandeur fondamentale utilisée dans l'évaluation de la perception de la lumière par l'homme et dans l'étude de l'éblouissement.

5.2.1.4 Éclairement lumineux

L'éclairement est le flux lumineux reçu par unité de surface et s'exprime en lux. 1 lumen atteignant une surface de 1 m² produit un éclairement de 1 lux.

$$E = \frac{dF_{\text{incident}}}{dS}$$

5.2.2 Le rayonnement réfléchi

Le rayonnement solaire atteignant un module solaire peut provenir de directions indépendantes et d'intensités différentes. Les trois sources de rayonnement atteignant un panneau sont :

- le rayonnement direct, en provenance du soleil ;
- le rayonnement diffus, issu de la diffusion par l'atmosphère des rayons du soleil ;
- le rayonnement réfléchi par le sol à proximité du panneau solaire.

Le schéma suivant (figure 6) rassemble les principales sources de rayonnement solaire illuminant un panneau photovoltaïque ou photothermique.

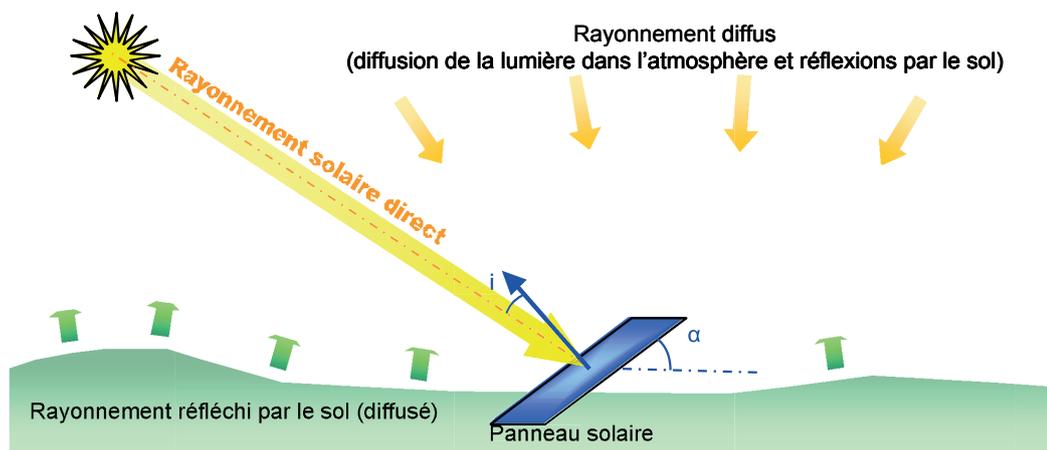


Figure 6: Sources de rayonnement solaire atteignant un panneau

Le rayonnement réfléchi par une surface peut se présenter sous deux aspects :

- un rayonnement diffus : tout le rayonnement issu de la surface de réflexion est réparti dans tout l'espace ;
- un rayonnement spéculaire : les rayons réfléchis sont dirigés vers une seule direction telle que l'angle de réflexion est égal à l'angle d'incidence.

Ces deux types de rayonnement réfléchi sont illustrés dans les figures suivantes figures (figure 7 et figure 8).

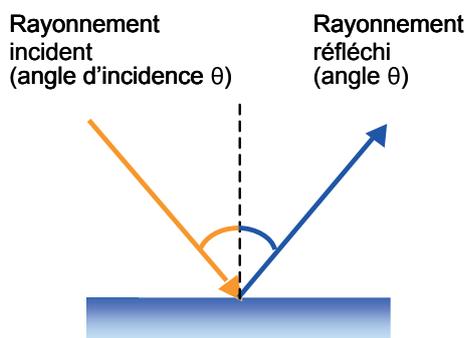


Figure 7 : Rayonnement spéculaire

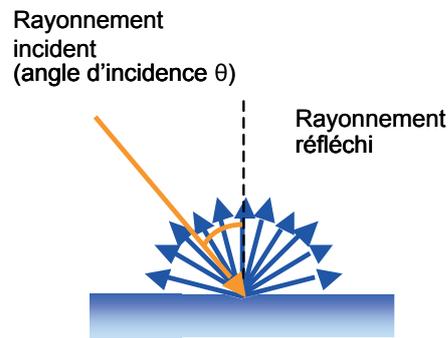


Figure 8 : Rayonnement diffus

Les panneaux solaires possèdent ces deux propriétés optiques, c'est-à-dire que les surfaces les constituant ne sont ni parfaitement réfléchissantes ni parfaitement diffuses.

5.3- Généralités sur la physiologie de l'œil humain et sur l'éblouissement

5.3.1- Les mécanismes physiologiques de l'éblouissement

5.3.1.1- Physiologie de l'œil humain

Le rôle de l'œil en tant que système optique est de créer une image sur la rétine, qui se chargera de transformer un signal lumineux en informations utilisables par le cerveau.

La rétine est l'élément essentiel de la vision car elle contient à la fois les cellules sensibles à l'intensité de la lumière, les cellules responsables du prétraitement de l'information au niveau de la couleur et de la géométrie et celles qui transmettent cette information au cerveau.

La rétine contient deux types de photorécepteurs dont la répartition est différente :

- les cônes, sont seuls présents dans la fovéa et leur densité diminue en allant vers la périphérie ; Les cônes sont les cellules responsables de notre aptitude à distinguer les couleurs, et leur réponse correspond à la vision diurne (vision photopique).
- les bâtonnets au contraire, sont absents de la zone centrale et présentent un maximum de densité à environ 20° de l'axe optique ;

Les bâtonnets ont une répartition complémentaire de celle des cônes. Ils ont une sensibilité plus grande que celle des cônes mais n'ont qu'un seul type de sensibilité spectrale. Ils ne fournissent donc aucune information colorimétrique mais uniquement une information photométrique. Ils permettent la vision nocturne (ou scotopique).

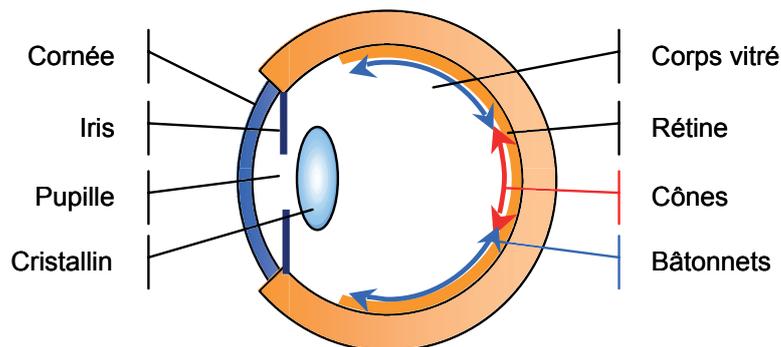


Figure 9: schéma d'un œil

Le fonctionnement de l'œil en vision crépusculaire (vision mésopique) est nettement moins bien connu et fait encore l'objet de recherches.

Sous l'effet d'un stimulus lumineux, les cônes ont une réponse rapide (~5/100 seconde), pratiquement non saturable. Par contre, les bâtonnets qui sont plus sensibles ont une réponse plus lente et saturable.

Il convient enfin de souligner le rôle significatif du corps vitré dans le phénomène d'éblouissement. En effet, ce corps vitré n'est pas totalement translucide, ce qui provoque une diffusion de la lumière dans l'œil (ainsi, un rayonnement diffuse dans l'œil et ne forme pas un point sur la rétine, mais une tâche).

5.3.1.2 La vision humaine

Le fonctionnement de la vision est encore relativement méconnu, notamment en raison de la profonde implication du cerveau dans l'interprétation des images « mesurées » par l'œil.

Toutefois, les différentes zones de perception de l'œil, ainsi que son champ de vision sont eux bien mieux connus.

Le champ visuel correspond à l'espace qui est perçu par les yeux lorsqu'ils sont immobiles. Il correspond à la superposition de la vision des deux yeux.

Le champ visuel peut être décomposé en plusieurs zones, synthétisées dans la figure 8 :

- une zone d'acuité maximale (ouvert de 1 à 2 degré centré sur l'axe du regard), représenté en noir sur la figure; c'est cette zone du champ visuel qui permet la vision des détails; l'impression de netteté se fait sur une zone plus large (ouverte d'environ 10°);

- la zone de vision centrale ouverte d'environ 30° autour de l'axe du regard, représenté en bleu foncé sur la figure; il s'agit de la zone de perception sur fond structuré;
- la vision binoculaire ouverte d'environ 60° centré sur l'axe du regard, en bleu clair sur la figure; elle correspond à la zone de perception sur fond homogène;
- enfin, la vision périphérique, au-delà de la vision centrale et limitée par les masques physiques de la tête (120° en latéral, 60° vers le haut et 70° vers le bas); elle n'est pas utilisée pour voir les détails mais permet de percevoir notamment les changements d'état.

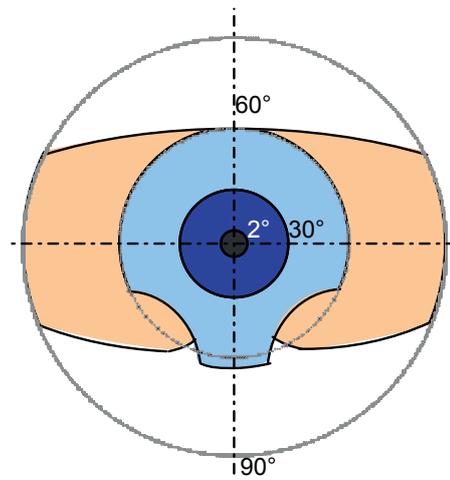


Figure 10: Champ de la vision humaine

La vision est basée plus précisément sur une vision du contraste des luminances. Ainsi, l'étude de la perturbation de la vision revient à étudier, entre autres, les rapports de luminance. Passé un certain seuil, l'œil cesse de percevoir le contraste. Ce seuil est présenté dans le paragraphe 5.3.2.4.

Il existe plusieurs méthodes de calcul du contraste. Dans le cas présent, la formule suivante est employée :

$$C = \frac{|L_o - L_f|}{L_f}$$

Où L_f est la luminance de fond et L_o est la luminance de l'objet observé.

L'acuité visuelle est, pour sa part, la capacité de l'œil à percevoir un détail. Elle correspond à l'inverse de l'angle en minute d'arc à partir duquel l'œil commence à distinguer deux détails. Afin d'aider à définir les ordres de grandeur, une acuité de 10/10 correspond à une capacité à distinguer deux éléments séparés d'une minute d'angle. Sur un plan plus rigoureux, l'acuité visuelle ne peut être dissociée du contraste. Or ce dernier varie en fonction de la luminance de la scène observée. La loi de Weber Fechner définit comme constant le rapport de la différence de luminance sur la luminance de la scène ($\frac{\Delta L}{L} = C$),

c'est-à-dire que la capacité de l'œil à distinguer deux luminances est proportionnelle à la luminance globale. Si cette équation présente des approximations grossières (la constante ne l'est pas totalement car elle dépend de l'ouverture de la pupille qui est elle-même fonction de la luminance globale), elle décrit pour autant un principe de fonctionnement de la sensibilité humaine au contraste. On comprendra aisément que plus la luminance globale augmente (donc avec la présence de panneaux solaires lumineux), plus la distinction entre deux détails lumineux nécessite un contraste important.

5.3.1.3 Le mécanisme de l'éblouissement

Selon la commission internationale de l'éclairage (CIE), l'éblouissement correspond à des conditions de vision dans laquelle l'observateur éprouve soit une gêne, soit une réduction de l'aptitude à distinguer des détails ou des objets, en raison de la présence d'une source trop intense dans le champ visuel ou de contrastes trop importants (CIE 845-02-52).

L'éblouissement est un phénomène relatif à l'adaptation rétinienne mais aussi à la sensibilité personnelle de l'individu. Il existe une variabilité inter-individu et intra-individu concernant l'éblouissement. En raison de cette variabilité, les limites de sensibilité demeurent imprécises. La perception par l'œil de la lumière étant un phénomène dynamique au même titre que le toucher ou tout autre sens, il s'agit d'une perception due à un changement d'état et non à un état. Tous les systèmes sensoriels fonctionnent de manière similaire. L'aspect psychologique de l'événement vient aussi influencer la perception de ce changement d'état selon sa prévisibilité.

Ainsi, les conséquences de l'éblouissement au niveau de la rétine peuvent être ponctuelles (et donc ne concerner qu'une partie de la rétine) ou plus globales, voire totales, et toucher ainsi l'ensemble du champ visuel. L'état de la rétine est également important, suivant le degré d'adaptation à la lumière ou à l'obscurité. On peut donc réaliser de nombreuses combinaisons. Ceci explique aussi pourquoi il est relativement difficile d'établir des normes concernant l'éblouissement.

Lors d'un éblouissement, il peut apparaître des tâches lumineuses. Celles-ci sont perceptibles à partir d'une valeur de luminance de la source lumineuse de l'ordre de 4 000 cd/m². Un phénomène de rémanence de ces tâches lumineuses peut se manifester pour des sources lumineuses dont la luminance est supérieure à 10 000 cd/m².

Enfin, il est très difficile d'établir un seuil absolu d'éblouissement, la documentation scientifique faisait souvent référence au seuil des 10 000 cd/m² en dessous duquel il n'y a pas de risque de blessure rétinienne. Certains auteurs proposent toutefois des valeurs entre 30 000 et 50 000 cd/m² comme seuil absolu d'éblouissement ([30], [31] et [32]), mais cela reste sujet à controverse.

5.3.2 Les caractéristiques de l'éblouissement

Un contact avec le centre universitaire de la Pitié-Salpêtrière (Université Pierre et Marie Curie Paris 6), a été pris afin d'alimenter la grille d'analyse des installations de panneaux solaires. Cette consultation avait pour objectif de traiter la problématique de l'éblouissement d'un point de vue physiologique. Le STAC a ainsi été reçu par le professeur Bonislaw Kapitaniak, membre à titre d'expert de la commission « Ergonomie » de l'AFNOR (Association Française de Normalisation), de l'ISO (International Standardisation Organisation) et de la CEN (Commission Européenne de Normalisation).

5.3.2.1 Les types d'éblouissement

L'éblouissement peut être classé selon deux types, un éblouissement spatial ou temporel :

- l'éblouissement simultané dû à la présence de luminances très différentes au même moment ;
- l'éblouissement successif dû à une variation de la luminance dans le temps.

Dans le cas d'un sujet adapté à l'obscurité, cet éblouissement est d'autant plus important du fait de l'augmentation de la sensibilité de la rétine. L'éblouissement représente une condition de vision dans laquelle

l'observateur éprouve soit une gêne, soit une réduction de l'aptitude à distinguer des objets, soit les deux simultanément, par suite de la présence dans le champ visuel d'une source lumineuse trop intense. Une source donnée peut être éblouissante ou non suivant que la rétine est adaptée à un niveau lumineux faible ou élevé.

On peut relever que selon l'importance du saut de luminance perçu par l'œil, un temps d'adaptation est nécessaire pour récupérer sa performance visuelle (que ce soit le passage brusque d'un environnement à un environnement plus lumineux ou le passage à un environnement moins lumineux). Ce temps d'adaptation varie de 1 seconde à 5 secondes.

Dans le cas de l'éblouissement simultané, un phénomène particulier intervient : l'éblouissement de voile. Dans ce phénomène, la luminance de la source est telle que la lumière au lieu de se propager en ligne droite dans le corps vitreux de l'œil, se diffuse et produit une tache lumineuse sur la rétine (ce qui entraîne une perte de contraste dans la zone de la tache).

5.3.2.2 Les niveaux d'éblouissement

On distingue généralement différents niveaux d'éblouissement :

- le stade d'incapacité ;
- le stade d'inconfort ;

Dans le cas de l'éblouissement d'inconfort, le contraste entre les éléments composant la zone observée est tel que l'œil est obligé de s'accommoder à la luminance de chaque élément observé, ce qui provoque à la longue une fatigue.

Dans le cas de l'éblouissement d'incapacité, la source de lumière crée un voile qui vient masquer la luminance des éléments avoisinants et provoque une perte de contraste. Dans le cas d'une luminance supérieure, des lésions peuvent être provoquées.

Il est retenu de se baser sur l'éblouissement incapacitant dans le cadre de l'étude, la durée d'éblouissement étant suffisamment courte pour que la fatigue liée à l'accommodation de l'œil aux différentes luminances ne soit pas perceptible.

5.3.2.3 Méthodes d'évaluation de la gêne visuelle

■ Dans le domaine du bâtiment

Un certain nombre d'études a été réalisé dans le cadre de l'ergonomie pour les postes de travail.

Il existe différentes méthodes pour évaluer la gêne visuelle causée par des sources lumineuses. Certaines méthodes se basent sur des lumières artificielles (par exemple : *British glare index*, *CIE glare index*, *unified glare rating*, *J-index*, *Stationary virtual reality*) et d'autres prennent en compte la lumière du jour (par exemple : *daylight glare index*, *new daylight glare index*, *visual comfort evaluation method*, *predicated glare sensation*), mais toutes ont été développées dans le cadre de l'environnement de travail.

Ces méthodes sont difficilement transposables à l'environnement ouvert et aux distances applicables dans le cadre de la problématique de cette étude. Leur adaptation n'est pas compatible avec le besoin d'établir des dispositions permettant de juger de l'acceptation de panneaux solaires.

Il a ainsi été retenu de ne pas les utiliser dans le cadre de cette étude.

■ Dans le domaine routier

Des travaux existent dans le domaine routier, cependant, ces travaux sont essentiellement basés sur des expérimentations et l'expérience. Il apparaît difficile de définir une méthode (souvent mise en place pour évaluer l'éblouissement de nuit avec des phares) pour évaluer la gêne visuelle causée par des panneaux solaires.

Toutefois, il apparaît que l'évaluation de la gêne par calcul de la luminance de voile a été utilisée afin d'évaluer la perte de contraste en tunnel routier (effet de la source lumineuse constituée par l'extrémité du tunnel sur la perception des contrastes à l'intérieur du tunnel).

■ Dans le domaine du balisage aéronautique

Il existe également des travaux menés dans le cadre du balisage de piste où des valeurs sont définies. Cependant, là encore, ces travaux ne sauraient être directement retranscrits dans la mesure où le balisage est considéré comme une source ponctuelle et l'effet de son étendue négligé.

■ Dans le cadre de la recherche

Dans son ouvrage « *CIE Collection on Glare* » [27], l'effet de la luminance de voile (création d'une tache lumineuse sur la rétine due à une source lumineuse se diffusant dans le corps vitré) est caractérisé par l'équation de Stiles Holladay, valable lorsque la source se situe dans un champ compris entre 1° et 30° par rapport à l'axe de vision. Cette équation a été étendue par la CIE dans un domaine de 0,1' d'arc à 100° en intégrant des éléments influents comme la pigmentation de l'œil et l'âge de l'observateur.

Cette équation se présente sous la forme suivante :

$$\frac{L_{\text{veil}}}{E_{\text{glare}}} = \frac{10}{\theta^3} + \left[\frac{5}{\theta^2} + \frac{0,1 \times p}{\theta} \right] \cdot \left[1 + \left(\frac{A}{62,5} \right)^4 \right] + 0,0025p$$

■ L_{veil} est la luminance de voile créé sur le fond de la rétine ;

■ E_{glare} est l'éclairement de la source éblouissante ;

■ θ est l'angle entre l'axe du regard et la source lumineuse (en degrés)

■ A est l'âge de l'observateur

■ p est la pigmentation de l'œil (0 pour les yeux noirs, 0,5 pour les yeux marron, 1 pour les yeux clairs et 1,2 pour les yeux bleu clair).

Cette formule semble adaptée à la problématique de l'étude. Notamment l'ouvrage de la CIE ne mentionne pas de limitation de distance ou de luminance.

La formule peut être transformée de la sorte (α étant l'angle sous lequel la surface est vue) :

$$L_{\text{veil}} = \frac{L_s \cdot S \cdot \cos^2 \alpha}{d^2} \cdot \left[\frac{10}{\theta^3} + \left[\frac{5}{\theta^2} + \frac{0,1 \times p}{\theta} \right] \cdot \left[1 + \left(\frac{A}{62,5} \right)^4 \right] + 0,0025p \right]$$

Afin de ne pas être discriminant, on peut retenir une valeur correspondant à l'âge maximal des pilotes et à la sensibilité maximale de l'œil. Cela donne la formule suivante :

$$L_{\text{veil}} = \frac{L_s \cdot S \cdot \cos^2 \alpha}{d^2} \cdot \left[\frac{10}{\theta^3} + \frac{10}{\theta^2} + \frac{0,24}{\theta} + 0,003 \right]$$

Il convient de souligner que cette luminance de voile, lorsqu'elle est causée par plusieurs sources est l'addition des différentes luminances de voile individuelles. $L_{\text{veil-totale}} = \sum L_{\text{veil}}$

Cette luminance de voile vient atténuer la perception du contraste et relever le seuil minimal de perception du contraste.

$$\frac{\Delta_1 L}{L_f} = \frac{\Delta_2 L}{L_f + L_{\text{veil}}} \quad (\text{par application de l'équation de Weber Fechner})$$

Où

- $\lambda_1 L$ représente le seuil minimal de perception du contraste avec une luminance L_f de fond ;
- $\lambda_2 L$ représente le seuil minimal de perception du contraste avec une luminance $L_f + L_{\text{veil}}$ de fond.

De ce fait, le seuil minimal de perception du contraste est relevé du rapport $(L_f + L_{\text{veil}})/L_f$.

Il convient cependant de souligner les limites de l'utilisation de la méthode : une évaluation exacte de la luminance de voile impliquerait de connaître l'ensemble des sources lumineuses présentes dans le champ visuel de l'observateur, ainsi que la luminance de fond à prendre en compte. Son utilisation présente donc une approximation et ne devrait être réservée qu'à la définition d'un ordre de grandeur de la gêne visuelle.

Conclusion

Il est retenu d'utiliser le calcul de la luminance de voile pour évaluer la gêne visuelle causée par la réflexion solaire sur les panneaux photovoltaïques. Cette méthode apparaît être la plus appropriée parmi les outils d'évaluation ayant été développés.

Le calcul de la luminance de voile sera utilisé pour déterminer un ordre de grandeur. Il est entendu que des optimisations restent possibles mais nécessitent le développement d'un outil spécifiquement développé dont la disponibilité est incompatible avec le besoin de disposer d'une méthode d'évaluation de la gêne visuelle pour les dossiers d'installation solaire actuellement déposés à la DGAC.

5.3.2.4 Caractérisation numérique de l'éblouissement par luminance

La caractérisation numérique de l'éblouissement est une grandeur difficilement mesurable parce qu'elle repose essentiellement sur les sensations perçues par chaque individu au niveau de l'œil. Néanmoins, d'après une étude menée par la faculté de médecine de la Pitié-Salpêtrière (Paris), **l'éblouissement temporel provoque une gêne visuelle transitoire de l'ordre de 1 à 5 secondes s'accompagnant d'une diminution des performances visuelles**. De plus, le phénomène d'éblouissement est accentué avec l'augmentation de l'étendue de la source lumineuse, sa proximité de l'axe du regard et avec l'augmentation du contraste par rapport à l'environnement (ambiance lumineuse).

Toujours d'après cette étude, la quantification de l'éblouissement s'exprimerait à travers les grandeurs caractérisant la source : la luminance et l'éclairement. Ces grandeurs étant variables selon la période de la journée, notamment en vision photopique (vision de jour), scotopique (vision de nuit), mésopique (passage de la vision diurne à nocturne).

Il a été vu dans le paragraphe précédent que s'il existe des fondements pour des calculs précis, des travaux de recherche sont nécessaires pour pouvoir les utiliser avec correction. **Il est donc retenu ici de définir des seuils standard qui s'ils présentent le défaut de leur approximation, permettent d'affiner fortement les contraintes posées pour les installations solaires.**

Par rapport à la documentation scientifique consultée ([12]), il apparaît que $10\,000 \text{ cd/m}^2$ est un premier seuil à partir duquel un éblouissement peut intervenir. Toutefois, l'expérience a montré [voir le chapitre 8] que jusqu'à $15\,000 \text{ cd/m}^2$ au moins, cet éblouissement était gérable par des pilotes (l'éclat de la source est perceptible, mais il n'entraîne pas une perte d'acuité visuelle).

Afin de tenir compte de la très forte sensibilité de l'œil dans la zone d'acuité maximale (champ du regard ouvert de 1 à 2° autour de l'axe du regard), un seuil plus bas est retenu car c'est dans cette zone que le regard va se concentrer :

- dans les 30° centraux (soit 2x15°), un seuil de luminance supérieur à 20 000 cd/m² est éblouissant ;
- dans les 2° centraux (soit 2x1°), un seuil de luminance supérieur à 10 000 cd/m² fait perdre trop d'informations sur la piste.

Les travaux sur l'ergonomie font apparaître des seuils plus bas. Cependant, ces seuils tiennent compte de la fatigue visuelle causée par la présence de sources lumineuses dans la durée, aussi ne peuvent-ils pas être retenus ; ils seraient inutilement contraignants au regard de la durée d'exposition des pilotes.

Il convient de prendre en compte la possibilité que l'orientation de l'axe du regard puisse évoluer en fonction des besoins du pilote ou du contrôleur.

5.3.2.5 Caractéristique numérique de l'éblouissement par scintillement

L'effet de scintillement est obtenu lorsque la luminance dans une zone donnée varie avec le temps. Dans le cas des panneaux solaires, cela correspond, en raison du mouvement de l'aéronef (les contrôleurs ne seront pas incommodés par ce phénomène) et de la nature discontinue des installations solaires, à l'alternance entre la réflexion sur un panneau et l'absence de réflexion liée à l'absence de panneau.

L'œil humain est en effet sensible aux effets de papillotement. La fréquence à partir de laquelle l'œil cesse de percevoir le papillotement est autour de 50 Hz. Une fréquence supérieure est communément retenue pour le confort. C'est la fréquence de rafraîchissement notamment des écrans (télévision, ordinateur, etc.). Cette fréquence de 50 Hz est appelée fréquence de fusion.

Il existe par ailleurs une gamme de fréquences susceptible de provoquer une gêne. Expérimentalement, il a été établi que les fréquences comprises entre 12 et 25 Hz étaient perturbantes pour la vision.

Cette gamme de fréquences 12 Hz - 25 Hz est retenue comme étant à éviter.

5.3.3 Conclusion

La gêne visuelle peut être caractérisée par une limite de luminance, fonction de l'angle fait entre la source et l'axe du regard et par une gamme de fréquence qu'il faudra éviter.

Les deux types de gêne (éblouissement lumineux et éblouissement de papillotement) concernent les pilotes, alors que seul l'éblouissement lumineux concerne les contrôleurs aériens, ces derniers pouvant être considérés immobiles.

L'étude de la gêne lumineuse repose ainsi principalement sur la réflexion lumineuse sur les panneaux. Elle est principalement liée aux caractéristiques des panneaux utilisés. Une luminance supérieure à 20 000 cd/m² est à éviter dans le cône d'ouverture 2x30° et une luminance supérieure à 10 000 cd/m² est à éviter dans le cône d'ouverture de 2x1°.

L'étude de la gêne de papillotement repose pour sa part sur l'installation solaire, notamment la séparation des panneaux entre eux. La mesure de la fréquence de papillotement repose sur un calcul géométrique basé sur la structure de l'installation et sur la vitesse de circulation des aéronefs. Une fréquence de 12 à 25 Hz est à éviter.

5.4 Généralités sur le Soleil

5.4.1 Position du soleil dans le ciel

La Terre décrit une ellipse autour du Soleil avec une période d'environ 365 jours. Le plan équatorial de la Terre n'est pas aligné avec cette trajectoire et fait un angle d'environ $23^{\circ}26'$ (appelée déclinaison).

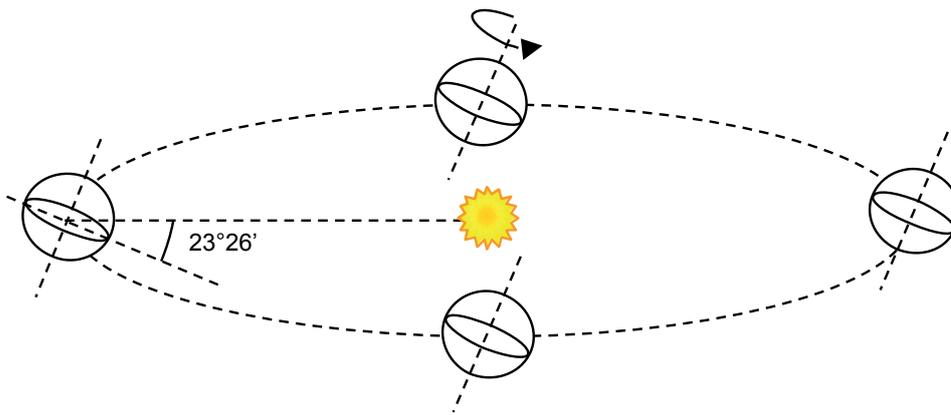


Figure 11: Trajectoire de la Terre autour du Soleil

Ainsi, la position du Soleil dans le ciel présente une symétrie dans l'année qui peut être décomposée entre les deux solstices (été: 21 juin et hiver: 21 décembre).

La position du Soleil dans le ciel est repérée par deux coordonnées:

- la hauteur angulaire h qui est l'angle fait entre la direction du Soleil avec le plan horizontal (c'est-à-dire le plan tangent au lieu de mesure);
- l'azimut a qui est l'angle fait entre le plan méridien local et le plan vertical passant par le Soleil.

L'usage veut que l'azimut soit positif vers l'ouest et négatif vers l'est. Cette position n'est valable qu'au point où elle est déterminée.

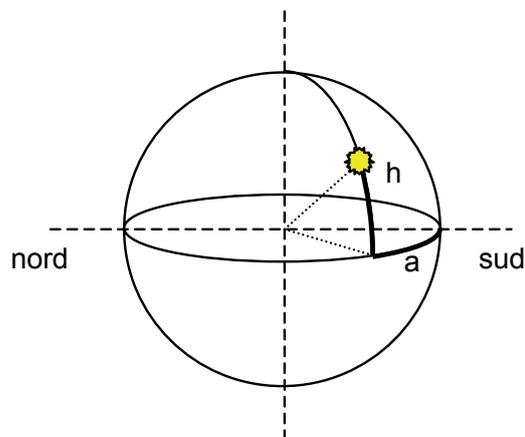


Figure 12: Coordonnées solaires en un point terrestre

5.4.2 Représentation de la position du Soleil dans le ciel

La position du Soleil dans le ciel est représentée par des diagrammes solaires. Un diagramme reporte pour chaque période de l'année la position du Soleil en hauteur et en azimut. Il est propre à chaque lieu. Par exemple le diagramme ci-après représente la course du Soleil à Lyon.

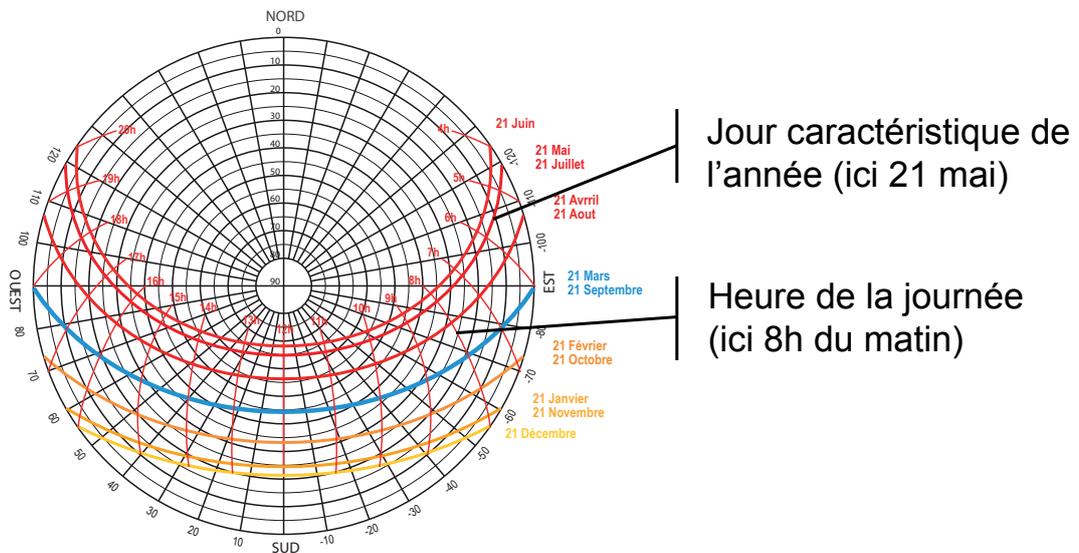


Figure 13 : Diagramme solaire

On pourra ainsi lire que le 21 mai à 8 heures du matin, le Soleil est approximativement à une hauteur de 34° avec un azimut de 80° .

Ce type de diagramme est particulièrement utile afin de connaître la position du Soleil par rapport aux panneaux photovoltaïques installés.

6 Étude de la gêne causée par des installations solaires

6.1 Retour d'expérience

Une première recherche⁵ menée dans différentes bases de données nationales d'événements n'a pas permis de trouver d'événements rapportés dans lesquels une gêne occasionnée par des panneaux solaires aurait été mentionnée. Cela peut être dû au fait que l'éblouissement n'a pas donné lieu à des accidents mais à des incidents qui n'ont pas été reportés dans les différents systèmes de collecte d'événements.

Ainsi, une recherche plus large a été menée concernant les phénomènes d'éblouissement et de gêne par réflexion solaire.

Par une analyse succincte, on peut distinguer deux types d'effets engendrés par les réflexions lumineuses. Si le nombre d'occurrences et les détails disponibles ne permettent pas de tirer des conclusions définitives, certaines tendances peuvent être dégagées :

- une intensité lumineuse modérée et les phénomènes de contraste peuvent être une source de confusion pour les pilotes ; une telle intensité peut être due à la réflexion de la lumière du soleil dans des flaques d'eau ou sur la piste elle-même ;
- une intensité lumineuse réfléchie plus intense devient clairement pénalisante pour le pilotage par phénomène d'éblouissement caractérisé par une perte de référence visuelle alliée à un possible effet de surprise.

Par ailleurs, une recherche a été faite sur le phénomène de gêne visuelle causée par le soleil lui-même.

Compte tenu de la confidentialité attachée aux systèmes de report d'événement, les différents cas identifiés sont précisés ci-après, sans indication permettant l'identification de l'événement lui-même.

6.1.1 Cas avec une intensité lumineuse réfléchie modérée

Lorsque l'intensité lumineuse réfléchie est modérée, la réflexion lumineuse peut représenter une source de confusion pour les pilotes (8 cas recensés). Cependant, cette réflexion lumineuse est rarement le facteur principal de l'événement mais joue pleinement le rôle de facteur contributif.

6.1.2 Cas d'une intensité lumineuse réfléchie plus intense

Si l'éblouissement reste un facteur contributif, son rôle peut devenir plus important pour le pilotage même des aéronefs. En effet, lorsque l'intensité lumineuse réfléchie est plus intense, la réflexion lumineuse devient clairement pénalisante pour le pilotage, du fait d'un phénomène d'éblouissement caractérisé par une perte de référence visuelle alliée à un possible effet de surprise. Dans un des cas, la perception même du balisage lumineux (PAPI en l'occurrence) a été perturbée et l'aéronef n'a pas respecté le plan d'approche.

Dans les différents événements collectés, l'éblouissement est causé par la réflexion solaire sur un plan d'eau.

⁵ La première recherche s'est limitée aux principaux États ayant de fortes installations solaires à proximité d'aérodrome. La recherche s'est effectuée avec l'opérateur OU avec les mots suivants : solar, photovoltaic, photovoltaics, solaire, photovoltaïque, photovoltaïque, photovoltaïques et photovoltaïques.

6.1.3 Cas de la gêne directe par le soleil

L'éblouissement direct par le soleil peut donner plus d'information sur les zones à risque. Une troisième recherche a été menée, visant les occurrences liées directement au soleil⁶.

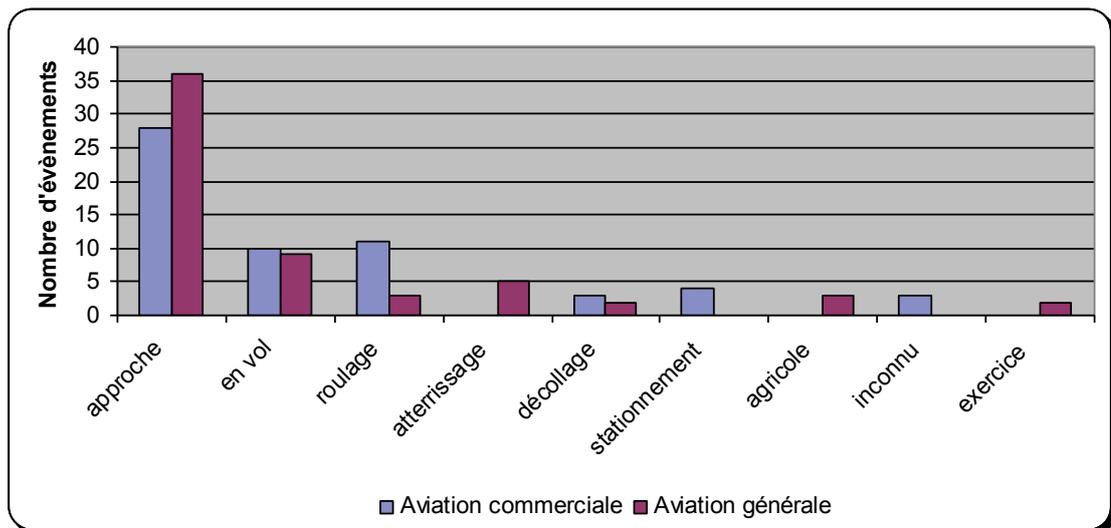


Figure 14 : Répartition du nombre d'évènements par type d'exploitation et phase d'exploitation

Voir note de fin de page pour les définitions⁷

Source : compilation STAC de données ECCAIRS

Cette recherche fait état de 119 évènements mettant en cause le soleil entre 1989 et janvier 2009. Il est important de noter que seuls 28 évènements sont antérieurs à 2005 et proviennent exclusivement des données BEA, ce qui crée un biais important dans les chiffres présentés.

La figure 14 montre que les problèmes engendrés par les rayons du soleil se concentrent principalement durant la phase d'approche avec 64 évènements. Les incidents en vol et au roulage arrivent loin derrière avec respectivement 19 et 14 évènements. A noter que la différenciation aviation générale, aviation commerciale n'est pas franche en termes de nombre d'évènements avec respectivement 60 et 59 évènements.

Les évènements étant plus nombreux dans le cas de figure de l'éblouissement direct par le soleil, une analyse par phase de vol a été réalisée.

6.1.3.1 Étude des évènements liés à l'atterrissage

64 évènements ont été identifiés dont seuls 46 comportent les informations nécessaires à la description de la gêne occasionnée par le soleil.

Avec 34 évènements, les phénomènes de visibilité du terrain, identifiés dans la figure 15 par une perception incorrecte ou erronée, de la non-perception ou d'une mauvaise perception du terrain, prédominent.

⁶ Les mots solaires, solaire et soleil ont été employés dans la requête.

⁷ Décollage : pénétration de la piste, accélération sur piste et montée initiale comprise; En vol : phase de vol comprise entre la montée et la descente exclue; Approche : de la descente à l'arrondi exclu; Atterrissage : arrondi, toucher des roues et roulage de l'aéronef sur la piste; Roulage : roulage sur voie de circulation; Stationnement : entrée de l'aéronef sur son poste de stationnement; Inconnu : dont la phase d'exploitation n'est pas précisée; Exercice : le vol correspond à un exercice; Agricole : exploitation de l'aéronef à des fins agricoles

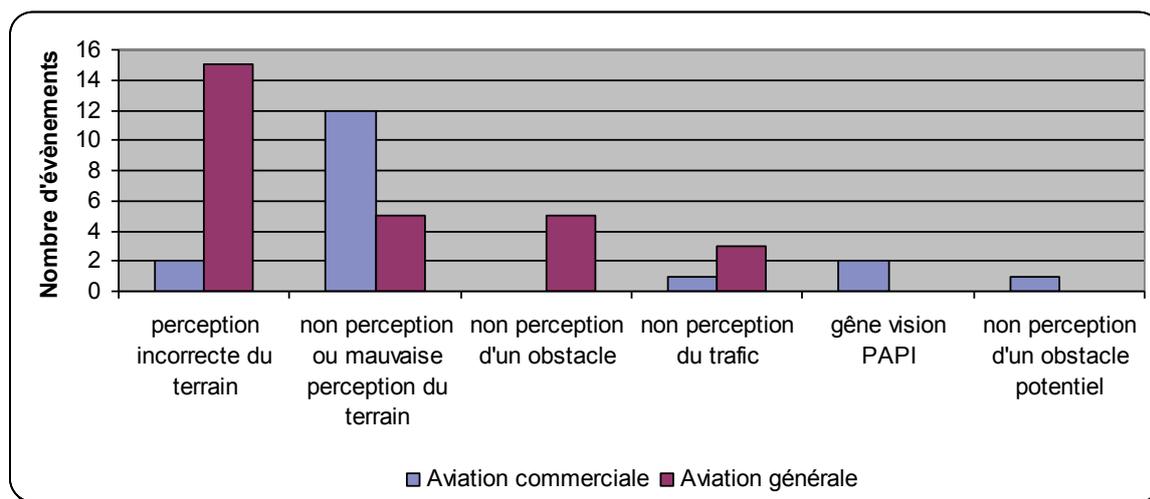


Figure 15: Répartition des événements « approche » suivant la gêne occasionnée par le soleil

Voir note de fin de page pour les définitions⁸

Source : Compilation STAC de données ECCAIRS

Perception du terrain

Les notions de perception incorrecte et non-perception ou mauvaise perception du terrain sont très proches et se différencient principalement par l'action entreprise par un pilote face à ce manque d'informations. Dans une non-perception ou une mauvaise perception, le pilote sait qu'il ne dispose pas d'indications suffisantes. Dans une perception incorrecte, le pilote se représente une situation différente de la réalité.

Ainsi, en ce qui concerne l'aviation commerciale, le principe de précaution est de rigueur avec 8 remises de gaz et 6 atterrissages sans conséquence après correction apportée à la trajectoire. Ce constat est très différent avec l'aviation générale, avec seulement 3 remises de gaz et les 17 autres événements se terminant par des atterrissages durs, avant seuil ou à côté de la piste.

Enfin, il est intéressant de noter que l'aviation générale est beaucoup plus vulnérable que l'aviation commerciale pour ce type d'événement.

Perception d'obstacles

Les événements relatifs à la perception d'obstacles durant l'approche concernent exclusivement l'aviation générale.

Si l'intensité de lumière réfléchiée par les panneaux est suffisamment faible, il est peu probable que la présence de panneaux solaires puisse altérer la perception d'obstacles en amont du seuil de piste.

⁸ Perception incorrecte du terrain : le pilote interprète mal les informations visuelles à sa disposition et en déduit un état erroné de la réalité/Non perception du terrain : le pilote ne voit pas le terrain/Non perception d'un obstacle : le pilote ne perçoit pas la présence d'obstacles, tels que des arbres ou des lignes électriques/Mauvaise perception terrain : le pilote ne possède des informations ne lui permettant pas de statuer sur son environnement/Non perception du trafic : le pilote ne perçoit pas les autres aéronefs/Gêne vision PAPI : le pilote ne voit pas les signaux lumineux du PAPI/Non perception d'un obstacle potentiel : le pilote craint la présence d'un autre aéronef sans que celui-ci ne soit présent.

■ Perception du trafic

Durant les phases d'approche et d'intégration de circuit, la perception du trafic peut être dégradée en présence d'une forte source lumineuse. Quatre événements sont ainsi recensés, dans lesquels l'éblouissement du soleil est toujours accompagné par d'autres facteurs contributifs, tels qu'une erreur de la tour (piste non dégagée), un petit appareil peu visible (appareil doublant involontairement un second en finale), une utilisation quasi-simultanée d'une piste suivant les deux QFU opposés (atterrissage dans les deux sens) et un non respect des règles (intégration sans clairance de la tour).

Dans deux événements (erreur tour et utilisation de piste dans les deux sens), la présence d'une source lumineuse apparaît uniquement comme un facteur aggravant, les pilotes éprouvant des difficultés à distinguer l'aéronef intrus. Dans ces deux cas, il est fait mention d'un soleil rasant ou un soleil de face. Ainsi, si l'intensité de la lumière réfléchie peut dégrader les conditions de visibilité, il serait judicieux d'éviter l'implantation de panneaux solaires dans l'axe de la piste, avant le seuil et après la fin de piste. Enfin, pour les deux autres événements, il est peu probable qu'une source lumineuse localisée au sol puisse générer des effets similaires.

■ Gêne vision PAPI

Deux événements relatent le manque de visibilité des signaux lumineux du PAPI lorsque le pilote doit faire face à une lumière intense.

Par principe de précaution, l'implantation des panneaux solaires devrait ainsi être assez éloignée du PAPI.

6.1.3.2 Les événements en vol (19 événements)

Ces événements sont généralement dus à une forte luminosité ambiante, conduisant à une mauvaise perception de l'état des voyants ou d'autres indicateurs (9 événements), d'une non-perception d'un autre aéronef ou objet entravant la navigation (5 événements), d'une perte de référence (4 événements) ou d'une erreur de manipulation en voulant mettre en place un moyen de protection (1 événement).

Étant données les altitudes de vol et la nature des événements, les panneaux solaires installés en bordure d'aéroport ne sont pas concernés par ces problématiques.

6.1.3.3 Les événements au roulage (14 événements)

Les événements dus au soleil recensés sont principalement causés par la présence de rayons lumineux empêchant les pilotes d'apprécier correctement l'infrastructure, les marquages au sol ou le balisage (12 événements), résultant dans une incursion de piste ou un enlèvement hors des surfaces revêtues. Les deux autres événements sont respectivement causés par une forte luminosité captivant l'attention du pilote, celui-ci effectuant une erreur de manipulation, et par l'éblouissement direct, conduisant à un abordage dû à une non-perception d'un autre aéronef.

Ainsi, les panneaux solaires ne doivent pas réfléchir une lumière trop intense qui conduirait les pilotes à mal percevoir les marquages ou obstacles potentiels.

6.1.3.4 Les événements au décollage (5 événements)

Sur les 5 événements, 4 sont dus à un éblouissement du pilote juste après le décollage, résultant dans une perte de séparation, d'un écart d'altitude ou un atterrissage anticipé en bordure de piste. Ces phénomènes ne devraient pas se produire avec la présence de panneaux solaires au sol. Ce type d'éblouissement suppose en effet que les panneaux, et donc la source de lumière, soient assez haut placés étant donné la position de l'aéronef durant cette phase de vol, ce qui implique un éloignement fort des panneaux par rapport à l'aéronef (respect des pentes des trouées de décollage), distance rendant très réduite la probabilité d'éblouissement.

Le dernier événement concerne le mauvais alignement d'un aéronef sur une voie de circulation, suite à la fermeture de la piste habituelle pour travaux. Outre le soleil rasant, il a également été retenu que le pilote n'a pas réussi à distinguer les cônes permettant d'identifier la voie de circulation. Cet incident est à rapprocher de la problématique d'incursion sur piste à cause de l'influence d'une source lumineuse sur la perception visuelle du pilote. Une fois encore, les panneaux solaires ne doivent pas réfléchir une lumière dont l'intensité amènerait le pilote à mal percevoir le balisage ou autre marquage. L'aviation commerciale est tout aussi concernée par ce type d'événement que l'aviation générale.

6.1.3.5 Les événements durant l'atterrissage (5 événements)

Un premier événement concerne un piéton traversant la piste alors qu'un aéronef atterrissait soleil de face. Dans un deuxième événement, le pilote rapporte avoir été gêné par le soleil lors de l'arrondi, l'avion finissant en pylône. Un troisième événement résulte d'un atterrissage long et le pilote n'a pas vu venir la fin de la piste. Les deux derniers événements sont similaires avec un atterrissage face au soleil, l'avion se déportant alors latéralement lors du roulage.

Dans les quatre derniers événements, s'il est difficile de quantifier la contribution de la lumière de face, il s'avère qu'une lumière de face peut placer le pilote dans une situation où il est susceptible de commettre des erreurs. La lumière réfléchiée par les panneaux solaires doit donc être d'une intensité assez faible pour ne pas dégrader les capacités des pilotes durant l'atterrissage (après le toucher des roues). A noter que ces cinq événements ne concernent que l'aviation générale. L'aviation générale semble être ainsi plus vulnérable à ce type de problème que l'aviation commerciale.

6.1.3.6 Les événements lors du stationnement (4 événements)

Les événements impliquent une mauvaise perception ou une non-perception de la signalisation. La non-visibilité de la mire d'alignement est mise en cause dans 1 événement, la non-perception de marquage au sol dans 2 événements, et la réverbération du soleil sur un marquage effacé faisant croire à la présence du marquage dans 1 événement.

6.1.3.7 Cas particuliers

■ Les événements en exploitation agricole (3 événements)

Les problèmes d'éblouissement durant une exploitation agricole des aéronefs se résument à une collision avec un obstacle non détecté ou détecté tardivement (arbre ou ligne électrique) alors que l'aéronef se trouve à une basse altitude. L'implantation de panneaux solaires en milieu aéroportuaire n'est pas directement liée à ce type d'événement.

■ Les événements durant les exercices (2 événements)

Il s'agit d'un « *touch and go* » effectué sur une voie de circulation au lieu de la piste à cause d'un éblouissement et d'un atterrissage en simulation panne moteur alors que les trains n'étaient pas sortis, en cause, les voyants de position des trains éclairés par le soleil.

Il est peu probable que des panneaux solaires puissent conduire à une mauvaise perception de l'état des voyants. Quant au « *touch and go* » manqué, là encore, le descriptif fourni dans la base ECCAIRS ne permet pas d'avoir des informations précises sur le problème.

6.1.4 Conclusion

Cette recherche d'événements dans les bases de données n'a révélé aucune occurrence directement liée à la présence de panneaux solaires, ceci pouvant être dû au report d'événement, ou à l'implantation limitée des installations solaires, le développement en France de ces panneaux étant relativement récent. En élargissant les phénomènes de réflexion à d'autres surfaces voire à la lumière directe du soleil, apparaissent des phénomènes d'éblouissement ou des sources de confusion pour les pilotes. D'une part, il semble clairement que l'approche demeure la phase la plus critique en matière d'éblouissement. D'autre part, l'aviation générale est souvent plus vulnérable que l'aviation commerciale.

Enfin, il faudra bien veiller à ce que la réflectivité des panneaux solaires ne puisse pas engendrer des événements similaires à ceux identifiés à travers ces retours d'expérience :

- les panneaux solaires ne doivent pas altérer la perception des obstacles éventuels avant le seuil de piste,
- les panneaux solaires ne doivent pas altérer la perception des aides visuelles, notamment le PAPI,
- l'intensité de la lumière réfléchiée par les panneaux solaires ne doit ni être une source de confusion pour les pilotes, ni empêcher le pilote d'avoir une visibilité optimale de la piste, dans l'axe avant le seuil et après la piste.

6.2 Étude de sécurité

L'étude de la gêne causée par les installations solaires est complétée ici par une analyse basée sur l'identification des événements redoutés pour les différentes phases de vols d'aéronefs, afin d'identifier les risques associés.

Il convient de souligner que cette analyse ne concerne que l'impact lié à la gêne visuelle. Elle reste générique, afin de présenter des axes de réflexion. On peut noter que la gravité et les probabilités peuvent être modifiées selon les caractéristiques et l'exploitation de l'aérodrome (largeur de voie de circulation, ainsi que le type d'aéronefs accueillis influencent la probabilité d'une sortie de voie par exemple).

6.2.1 Identification des phases de vol

De manière simplifiée, les vols peuvent être décomposés en six phases.

- roulage au sol ;
- décollage ;
- montée initiale ;
- montée en route ;
- approche ;
- atterrissage ;
- phases spécifiques :
 - manœuvres ;
 - acrobaties aériennes ;
 - vol à basse altitude ;
 - descente d'urgence ;
 - descente non contrôlée.

6.2.2 Identification des risques en fonction des différentes phases de vol

Les différents événements redoutés pertinents (ceux jugés peu pertinents au regard de leurs risques associés ne sont pas repris), en liaison avec la présence d'un éblouissement, sont listés ci-dessous :

Événement redouté	Conséquences probables	Phase de vol
pente d'approche inappropriée en vol à vue	Pendant l'approche, le pilote ne respecte pas la pente d'approche, la gêne visuelle l'empêchant de percevoir les aides visuelles (PAPI par exemple) lui permettant de respecter le plan d'approche ; il percute un obstacle sur sa trajectoire, atterrit trop long ou avant le seuil.	Approche
mauvaise réalisation de l'arrondi	Au moment de l'arrondi, le pilote est perturbé par un éblouissement et le manque. Ceci peut conduire à une rupture de structure ou à une sortie de piste	Atterrissage
non perception d'une déviation de trajectoire pendant la phase de décélération	Lors de la phase de décélération, le pilote ne perçoit pas une déviation de trajectoire et sort latéralement de piste. Par ailleurs, l'éblouissement peut conduire le pilote à ne pas percevoir la voie de sortie de piste.	Atterrissage

On peut relever que les problèmes d'éblouissement concernent uniquement les phases d'approche et d'atterrissage, des moyens en réduction de risque devant être trouvés lorsque le pilote approche du sol pour la phase d'approche.

Les événements redoutés identifiés lors des autres phases de vol (vol en croisière, décollage) ne sont pas apparus significatifs, principalement en raison d'une probabilité d'occurrence très réduite ou avec peu de conséquences.

6.2.3 Cas du contrôle aérien

Dans le cas du contrôle aérien, un seul événement redouté a été identifié. Il concerne la perte de localisation de l'aéronef dans le ciel.

L'effet de la fatigue n'est pas non plus pris en compte au regard des protections mises en place au niveau des tours de contrôle et de la durée d'observation qui reste limitée.

6.2.4 Conclusion

Cette analyse et le retour d'expérience ont été menés en parallèle de manière ce que les résultats du retour d'expérience ne viennent pas interférer avec l'étude des risques et réciproquement. On pourra relever, a posteriori, la cohérence entre les risques identifiés dans cette partie et le retour d'expérience.

Il apparaît ainsi primordial d'étudier les situations de gêne visuelle pendant les phases d'approche et d'atterrissage.

Dans le cas des événements redoutés précités (la vision du pilote est gênée par la présence d'une source lumineuse éblouissante limitant sa perception), il convient de limiter la possibilité de gêne visuelle, et donc d'interdire ou de limiter la puissance des sources lumineuses de nature à baisser le contraste en dessous d'un seuil défini dans les zones suivantes :

- lorsque le pilote est suffisamment bas pour qu'un éblouissement puisse engendrer une perte de visibilité des obstacles et des aides, à savoir lorsqu'il est en dessous de 300 ft ;
- lorsque le pilote roule sur la piste et donc au plus tard à la fin de la piste.

Dans le cas de l'événement redouté relatif à l'arrondi, le risque est principalement lié à l'effet de surprise. Ainsi, le pilote ne doit pas percevoir l'éclat lumineux pendant qu'il fait l'arrondi, ce qui signifie que l'ensemble du champ de vision est concerné.

7 Zones d'étude de la gêne visuelle

Afin de mesurer la gêne ressentie par les pilotes et par les contrôleurs, il est nécessaire de construire une méthode permettant d'identifier les zones illuminées par la réflexion du soleil, et de déterminer la possibilité de gêne visuelle pour les pilotes ou les contrôleurs.

Certaines approximations ont été faites pour établir cette méthode :

- le calcul de l'illumination est fait au niveau de l'aéronef :
 - il n'est pas tenu compte de l'effet de masque qui peut être produit par l'architecture du poste de pilotage ;
 - il n'est pas tenu compte du possible décalage entre la trajectoire de l'aéronef et la position des pilotes (assiette, décalage entre le centre de gravité de l'aéronef et le siège du pilote en fonction) ;
 - ne sont pas pris en compte les éventuelles atténuations liées aux caractéristiques du vitrage des cockpits ou le port de lunettes de protection par les pilotes ;
- la réflexion solaire sur les panneaux se fait dans une direction privilégiée, correspondant à la direction spéculaire.

7.1 Zone où le pilote ne doit pas être ébloui

Ainsi que cela a été vu dans le paragraphe 6.2, le pilote ne doit pas être ébloui pendant les phases d'approche et d'atterrissage, c'est-à-dire entre le moment où il doit avoir ses références visuelles et le moment où l'aéronef achève son roulage.

Cela revient à dire que le pilote ne doit pas être ébloui entre les points suivants de sa trajectoire :

- entre le moment où le pilote passe la hauteur de décision et le moment où il touche les roues ; dans les faits, il convient de protéger l'aéronef un peu avant qu'il franchisse la hauteur de décision :
 - cela conduit à protéger l'aéronef environ 3 000 mètres en amont de la piste (considérant une pente moyenne de 3°).
- au moment où le pilote réalise son arrondi et où il pose l'aéronef ; cela revient à protéger de 800 m (qui tient compte à la fois de la précision du point de toucher des roues et de la durée de l'arrondi) autour du point nominal de toucher des roues :
 - pour les pistes de moins de 800 m le point nominal de toucher des roues est à 150 m du seuil et il convient de protéger une zone entre 250 m en amont du seuil et 550 m en aval.
 - pour les pistes entre 800 m et 1 200 m le point nominal de toucher des roues est à 250 m du seuil et il convient de protéger une zone entre 150 m en amont du seuil et 650 m en aval.
 - pour les pistes entre 1 200 m et 2 400 m le point nominal de toucher des roues est à 300 m du seuil et il convient de protéger une zone entre 100 m en amont du seuil et 700 m en aval.
 - pour les pistes au-delà de 2 400 m le point nominal de toucher des roues est à 400 m du seuil et il convient de protéger une zone entre le seuil et 800 m en aval du seuil.
- de la fin de l'arrondi, jusqu'à la fin de la piste, zone où il termine sa décélération.

Il convient de noter que si pour le premier et le dernier segment, le pilote ne doit pas être ébloui par une réduction de sa perception du contraste, dans le cas du segment intermédiaire, correspondant à l'arrondi, le pilote ne doit pas en plus être surpris par un éclat lumineux. En effet, dans cette zone, l'attention du pilote est focalisée sur le toucher des roues et un effet visuel de surprise peut être interprété comme une menace (intrusion de piste, événement survenant à l'appareil lui-même, etc.) ; cela peut l'amener à effectuer une manœuvre incorrecte.

7.2 Définition du périmètre source d'une gêne visuelle

7.2.1 Périmètre lié à la perte de contraste

La détermination de la zone où une installation solaire peut présenter des risques d'éblouissement est faite à partir :

- de l'équation de Stiles Holladay sur la luminance de voile ;
- de la structure du champ de vision de l'œil ;
- d'un seuil limite de perte de contraste.

Le seuil de luminance acceptable a été établi au regard de la documentation scientifique et adapté suite aux expériences menées dans le cadre de l'étude (voir chapitre 8). Il a été retenu un seuil de luminance à 20 000 cd/m² pour la problématique d'éblouissement (la documentation scientifique tendant à fixer une fourchette comprise entre 10 000 cd/m² et 50 000 cd/m² et l'expérimentation présentée au chapitre suivant montre que ce seuil est au-delà de 15 000 cd/m²). Par ailleurs considérant que le changement d'état des panneaux intervient à partir de 10 000 cd/m² (blanchiment de la surface), ce seuil est retenu pour l'effet de surprise lors de l'arrondi à l'atterrissage.

Le facteur de perte de contraste a été estimé au regard des normes applicables dans le bâtiment entre le facteur de contraste minimum acceptable et le facteur de contraste recommandé. Considérant que le balisage de la piste est conçu pour répondre à une valeur recommandée de contraste, la perte de contraste ne doit pas permettre de descendre en dessous du contraste minimum admissible. Il existe un facteur 2 entre ces deux valeurs de contraste. Il est ainsi retenu que la présence des panneaux solaires ne doit pas entraîner une perte de contraste d'un facteur supérieur à 2.

Différentes simulations ont été réalisées avec la luminance de voile, en fonction de la superficie de l'installation solaire, de sa luminance et de sa localisation (en angle et en distance), et de la trajectoire de l'aéronef (angle de vision de la surface).

Les simulations ont été réalisées pour :

- des installations allant d'une centaine de mètres carrés, à plusieurs hectares ;
- une orientation des panneaux entre 30 et 60 degrés (correspondant à une majorité de situations) ;
- un angle entre l'axe du regard et la lumière réfléchiée en direction de l'œil entre 0 et 30° ;
- la distance de l'œil au panneau (jusqu'à 8 km) ;
- une luminance entre 10 000 et 3 000 000 de cd/m².

Les deux diagrammes suivants montrant deux situations extrêmes :

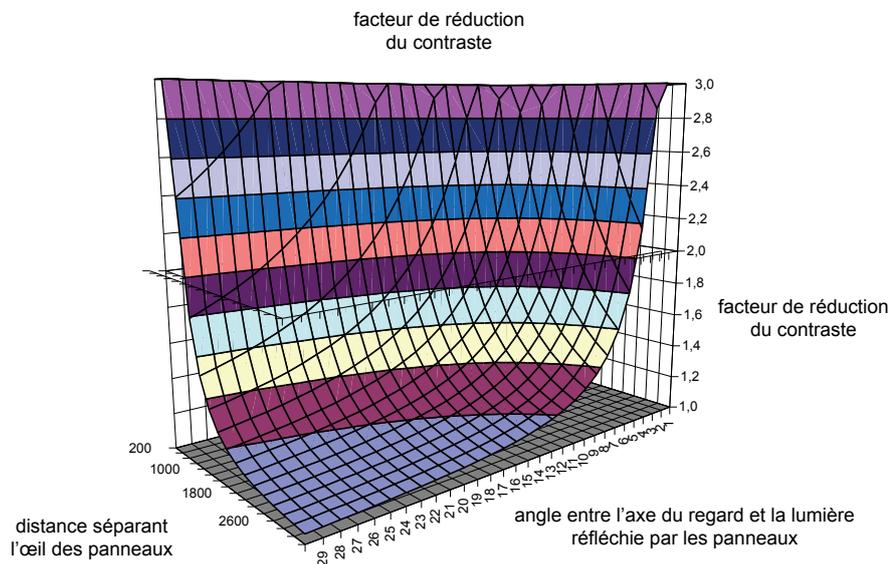


Figure 16: Diagramme de réduction du contraste (simulation contraignante)

(Diagramme correspondant des panneaux ayant une luminance de 3 Mcd/m^2 pour un champ solaire de $10\,000 \text{ m}^2$, avec une vision des panneaux sous un angle élevé (30° par rapport à la normale) et une luminance de fond de $1\,500 \text{ cd/m}^2$).

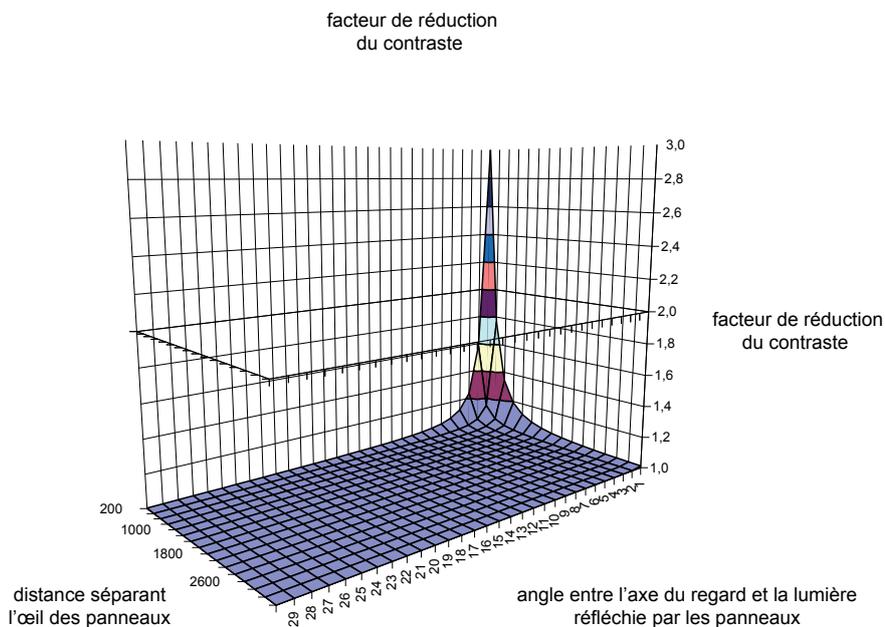


Figure 17: Diagramme de réduction du contraste (simulation favorable)

(Diagramme correspondant des panneaux ayant une luminance de 20 kcd/m^2 pour un champ solaire de $10\,000 \text{ m}^2$, avec une vision des panneaux sous un angle faible (80° par rapport à la normale) et une luminance de fond de $1\,500 \text{ cd/m}^2$).

On peut relever que le seuil de facteur 2 est atteint pour des installations typiques de taille centrale photovoltaïques (couverture de bâtiment, centrale au sol, etc.) jusqu'à une distance à 3 000 mètres et avec un angle allant jusqu'à 20°.

Ces différentes simulations ont été analysées en tenant compte des incertitudes (trajectoire des aéronefs, réglages des installations solaires, direction du regard changeante). Cela a conduit à une majoration des situations rejetées.

Il est ainsi retenu que les installations à moins de 3 km, dont la réflexion fait un angle par rapport à l'axe du regard inférieur à 30° et avec une luminance supérieure à 20 000 cd/m² entraînaient une gêne préjudiciable pour la perception de l'environnement. Ces valeurs ont servi à concevoir une zone d'étude.

Le schéma ci-dessous montre les zones où l'impact des panneaux solaires doit faire l'objet d'une étude de gêne visuelle. Cette gêne est fonction de la luminance des panneaux, de leur superficie au sol, de leur position angulaire par rapport à l'axe du regard et enfin de la distance les séparant des yeux du pilote.

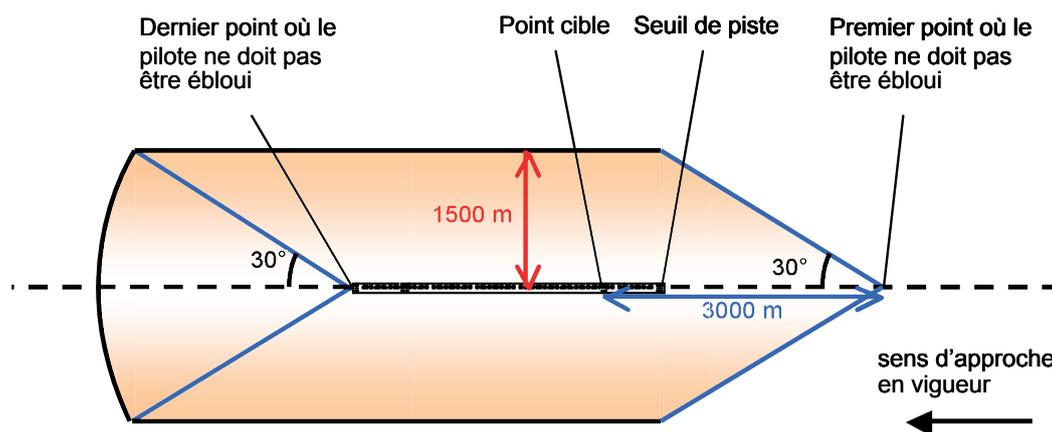


Figure 18: schéma⁹ de la zone nécessitant une étude pour la gêne liée aux pilotes

Par ailleurs, pour tenir compte de l'extrême sensibilité à l'éblouissement au voisinage de l'axe de visée de l'œil, il est recommandé qu'il n'y ait pas d'éblouissement dans la zone définie par la projection d'un cône de 1° d'ouverture. Cette projection correspond, de manière simplifiée, à un trapèze de petite base égale à 50 m (à 500 m avant le seuil de la piste) et de grande base 100 m (à 500 m après le seuil opposé de la piste).

Il est donc proposé que l'installation de centrale solaire s'étendant de 500 m avant le seuil de piste jusqu'à 500 m au-delà du seuil de piste, sur la largeur de la bande ne soit pas autorisée. En effet, outre la contrainte liée à la présence d'une source lumineuse dans le champ d'acuité visuelle, il y a les contraintes d'installation liées aux protections de piste.

⁹ Ce schéma correspond à un seul sens d'approche avec un point de toucher des roues à 300 m du seuil de piste. Le symétrique est à réaliser pour les pistes utilisées dans les deux sens.

7.2.2 Périmètre lié à la perception de l'éclat lumineux

Dans le cas d'un éclair lumineux, l'ensemble des cellules composant la rétine sont sollicitées et les bâtonnets réagissent également au stimulus. Ainsi, non seulement le champ de vision central peut être affecté par cet éclair, mais également le champ périphérique. Le champ de vision sollicité en cas d'éclat lumineux correspond à l'angle compris entre l'axe du regard et 90° . On peut relever que l'effet de surprise est plus fort en périphérie du regard (au-delà de 60°) en raison de l'incapacité des bâtonnets à permettre l'identification de l'élément perturbateur (l'éclat lumineux peut être perçu comme un danger non identifié, et conduire à une manœuvre brusque non souhaitable).

On peut souligner que le changement d'état lumineux est perçu de manière bien plus forte qu'une source de même luminance mais continue.

Un seuil de $10\,000 \text{ cd/m}^2$ est ainsi retenu dans la zone de toucher des roues car on a pu constater un changement d'état des panneaux à réflexion contenue (blanchiment de la surface des panneaux).

7.3 Définition d'une taille d'installation solaire

L'utilisation de la méthode de calcul de luminance de voile pour différentes surfaces de panneaux permet une estimation de la surface photovoltaïque pouvant provoquer une gêne.

En appliquant la formule de la luminance de voile, on peut constater qu'à moins de 500 m de distance des panneaux et avec un angle inférieur à 4° , les surfaces de moins de 500 m^2 peuvent être négligées.

Compte tenu des contraintes liées à l'implantation des panneaux il est ainsi proposé que les surfaces de moins de 500 m^2 ne fassent pas l'objet d'études.

7.4 Remarques

L'équation de Stiles-Holladays donne une idée approximative et des ordres de grandeur. Cela est suffisant pour pouvoir traiter les demandes d'installations photovoltaïques avec une approche fondée. Néanmoins, une application plus rigoureuse devrait tenir compte de l'ensemble des éléments lumineux présents dans le champ visuel du pilote ou du contrôleur, ainsi que des contrastes au niveau de la piste.

L'objectif poursuivi dans cette partie de l'étude est de déterminer rapidement des critères simples à mettre en œuvre tant au niveau de l'acceptation des dossiers qu'au niveau de la réalisation des études.

Une optimisation est ainsi possible, mais elle nécessite un travail plus important et plus long qui nécessite l'implication d'organismes internationaux (CIE par exemple). Une prolongation du travail ne peut être faite que dans le cadre de groupe de travail d'expertise afin que l'optimisation n'introduise pas de risque et reste acceptable par l'ensemble du milieu scientifique concerné.

Enfin, on peut relever au travers de la forme de l'équation de Stiles Holladay que l'angle fait entre la source lumineuse et l'axe du regard (dirigé vers la zone de toucher des roues) a un impact particulièrement fort sur la luminance de voile. Ainsi, une source moins lumineuse mais plus proche du regard (panneaux solaires installés à proximité de la piste) peut provoquer un éblouissement bien plus fort qu'une source plus lumineuse mais plus éloignée en angle de l'axe du regard (Soleil par exemple).

7.5 Synthèse

Sur cette base, on peut réaliser le schéma suivant qui résume la zone où l'installation de panneaux solaires devrait faire l'objet d'une étude (voir figure 19).

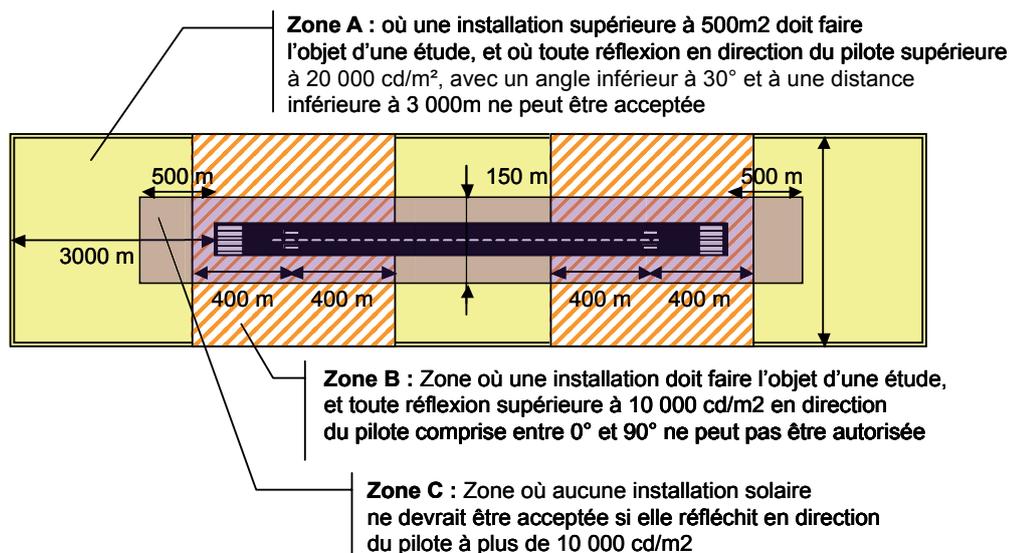


Figure 19: Synthèse des différentes zones d'études pour des installations solaires (attention, les zones se superposent et la piste est utilisée ici dans les deux QFU)

Dans le cas de la vigie, les études doivent être faites dans les directions de l'approche et de la piste sur une distance de 3 000 m. Cela donne le schéma suivant :

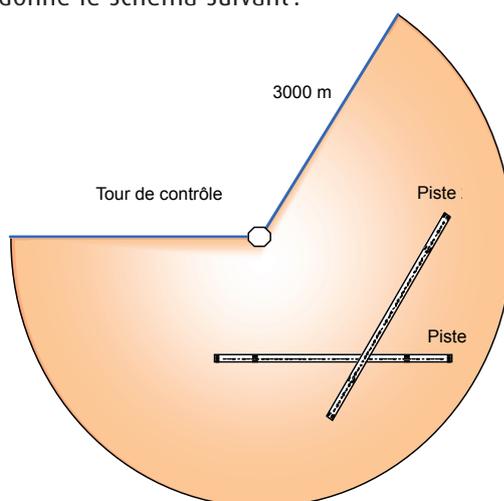


Figure 20: Schéma¹⁰ de la zone d'étude pour le cas des tours de contrôle

¹⁰ Ce schéma correspond à l'utilisation des pistes dans les deux sens. Il correspond à un disque de rayon 3 km, centré sur la tour de contrôle et limité en ses extrémités par des parallèles aux axes de piste et passant par la tour de contrôle.

8 Expérimentations

8.1 Principes de l'expérimentation

L'étude théorique réalisée dans les chapitres précédents porte principalement sur la méthode utilisable pour caractériser la gêne lumineuse, mais elle n'aborde que très peu la mesure de l'éblouissement causé par les panneaux eux-mêmes.

Il est ainsi apparu nécessaire de compléter les résultats obtenus dans le cadre de l'étude théorique par une étude expérimentale visant à :

- confirmer l'influence des paramètres intervenant dans le mécanisme d'éblouissement :
 - distance, luminance, etc.
- évaluer l'effet de la réflexion solaire sur des panneaux solaires :
 - évaluer le caractère gênant de la réflexion solaire sur des panneaux actuellement utilisés dans les installations solaires (appelés panneaux non traités par la suite) et des panneaux développés récemment et limitant l'éblouissement (appelés panneaux traités dans le reste du document);
 - évaluer l'impact d'une gêne visuelle lors d'approches.

Des essais ont été réalisés par le STAC avec la collaboration de la Défense qui a mis à disposition un hélicoptère de type FENNEC et son équipage, du groupement SOLERO qui a mis à disposition un échantillon de différents types de panneaux, de la DSAC/SE et du SNA qui ont facilité la réalisation sur site des expérimentations et enfin de l'aéroport d'Avignon qui a mis à disposition une piste pour les expérimentations.

Ainsi, le principe de l'expérimentation vise moins à réaliser une expérience exhaustive, mais à identifier les niveaux de gêne lumineuse qui peuvent être rencontrés lors de la réflexion solaire sur des panneaux photovoltaïques.

8.2 Cadre de l'expérimentation

8.2.1 Localisation des essais

Les expérimentations ont été réalisées sur l'aérodrome d'Avignon, sur la piste ULM qui a été fermée pour l'occasion.

La figure ci-dessous localise la zone de tests.

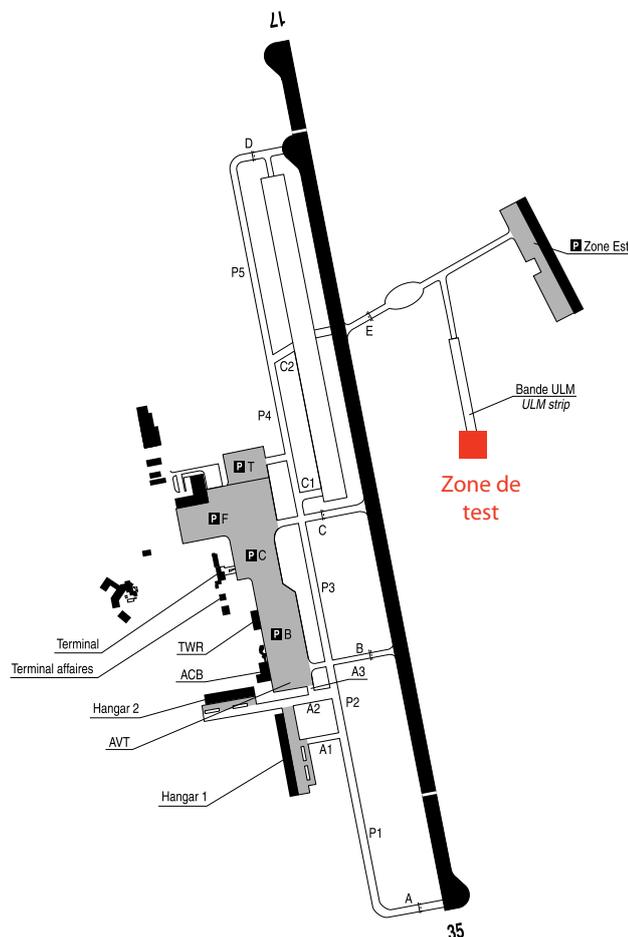


Figure 21 : zone de tests



panneaux ST (2 à gauche et 2 à droite) et SNT (1 au milieu).

8.2.2 Panneaux testés

Quatre types de panneaux ont été testés :

- Type CNT¹¹ : des panneaux standard et non considérés comme réduisant l'éblouissement, utilisés pour des installations solaires ;
- Type CT : des panneaux disponibles sur le marché et considérés comme réduisant l'éblouissement (verre de protection pyramidal) ;
- Type SNT : des panneaux non traités contre l'éblouissement élaborés par le groupement SOLERO ;
- Types ST : des panneaux traités contre l'éblouissement élaborés par SOLERO.

Les panneaux non traités proposés par le groupement SOLERO ne sont pas commercialisés ; ils ont été utilisés à des fins de référence afin de disposer d'une source éblouissante.



panneaux CNT (gauche) et CT (droite)

8.2.3 Configuration de l'installation

Les panneaux ont été installés selon deux positions destinées à permettre des mesures à midi avec un Soleil à 65° au-dessus de l'horizon et des mesures le soir avec un Soleil à 5° au-dessus de l'horizon.

Deux barres fixes ont ainsi été installées, la première pour les essais avec un Soleil à 65° (inclinaison à 55° par rapport à l'horizontale et normale des panneaux orientée à 172° par rapport au nord) et la seconde pour des essais avec un Soleil du soir à 5° (inclinaison à 82° par rapport à l'horizontale et normale des



Support des panneaux sur lequel des modules photovoltaïques ont déjà été montés

¹¹ L'appellation retenue ici n'est pas normative. La première lettre correspond à la provenance du panneau (C : classiques, S : SOLERO) et les suivantes correspondent au traitement (NT : non traités, T : traités).

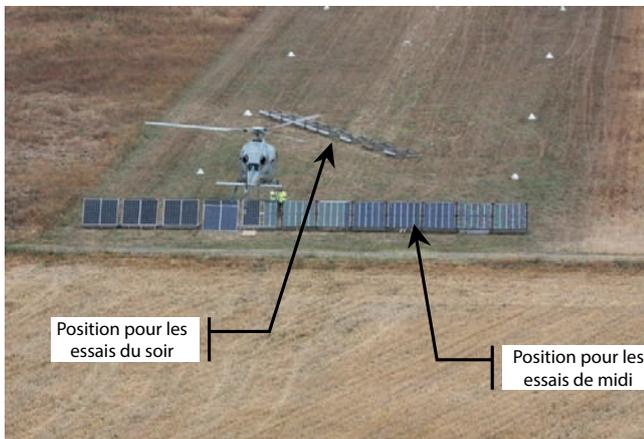
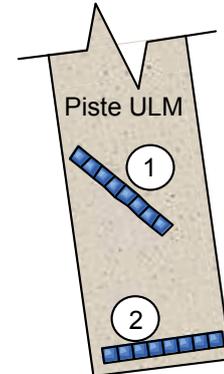
panneaux orientée à 230° par rapport au nord).

Schéma de l'installation des panneaux solaires pour les deux positionnements de barre installés :

1 : correspond à l'installation du soir avec des panneaux orientés au 172° et inclinés à 55°

2 : correspond à l'installation du midi avec des panneaux orientés au 230° et inclinés à 82°

Les deux configurations ont été éloignées de 50 m afin qu'il n'y ait pas de masques.



Entre chaque séquence de test, les panneaux ont été transférés ou échangés sur la barre adaptée aux tests suivants.

Trois configurations de panneaux ont été montées sur les supports :

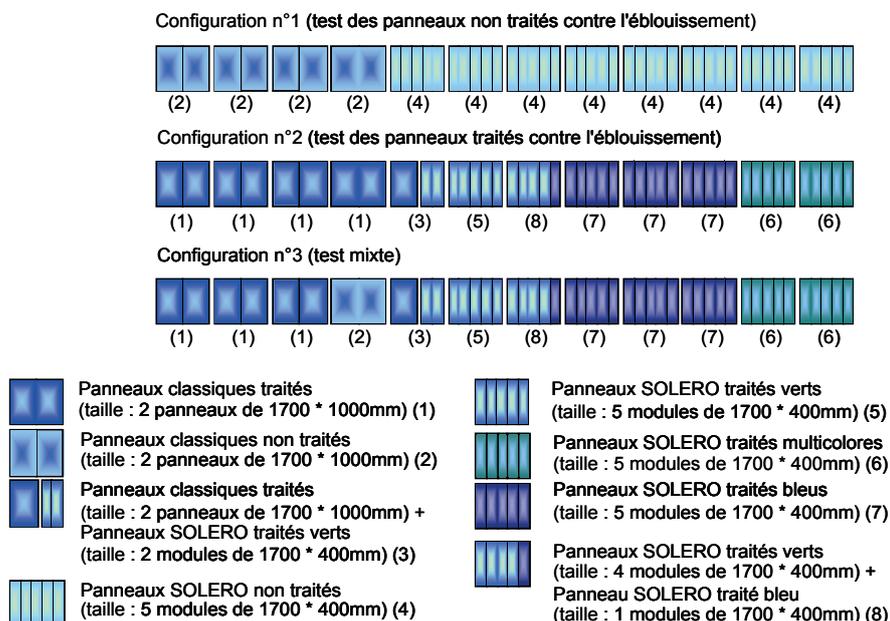


Figure 22 : Types des panneaux et configurations testées

8.2.4 Organisation des tests

Schématiquement, les essais consistaient à orienter et incliner les panneaux de manière à réfléchir la lumière du soleil dans l'axe d'approche de la piste ULM, fermée pour l'occasion, et selon une pente avoisinant les 3°.

Un hélicoptère réalisait une approche à partir de différentes distances (de 1 000 m à 100 m des panneaux) et s'arrêtait à chaque point de mesure (1 000 m, 750 m, 500 m, 400 m, 200 m et 100 m). Des mesures de luminance ont été réalisées par un expert spécifiquement mandaté. Pendant certains essais, l'équipage a été doté de lunettes de suivi du regard, destinées à déterminer la position du regard et les temps passés sur les différents éléments du champ visuel.

A chaque approche de l'hélicoptère, les mesures ont été réalisées pour chaque configuration et position définies précédemment, et concernant l'ensemble des panneaux disposés sur la barre.

8.2.4.1- Détail de la configuration 1

Date des tests de la configuration :

■ 26/07/2010 au soir : test des panneaux classiques et des panneaux SOLERO non traités contre l'éblouissement ;

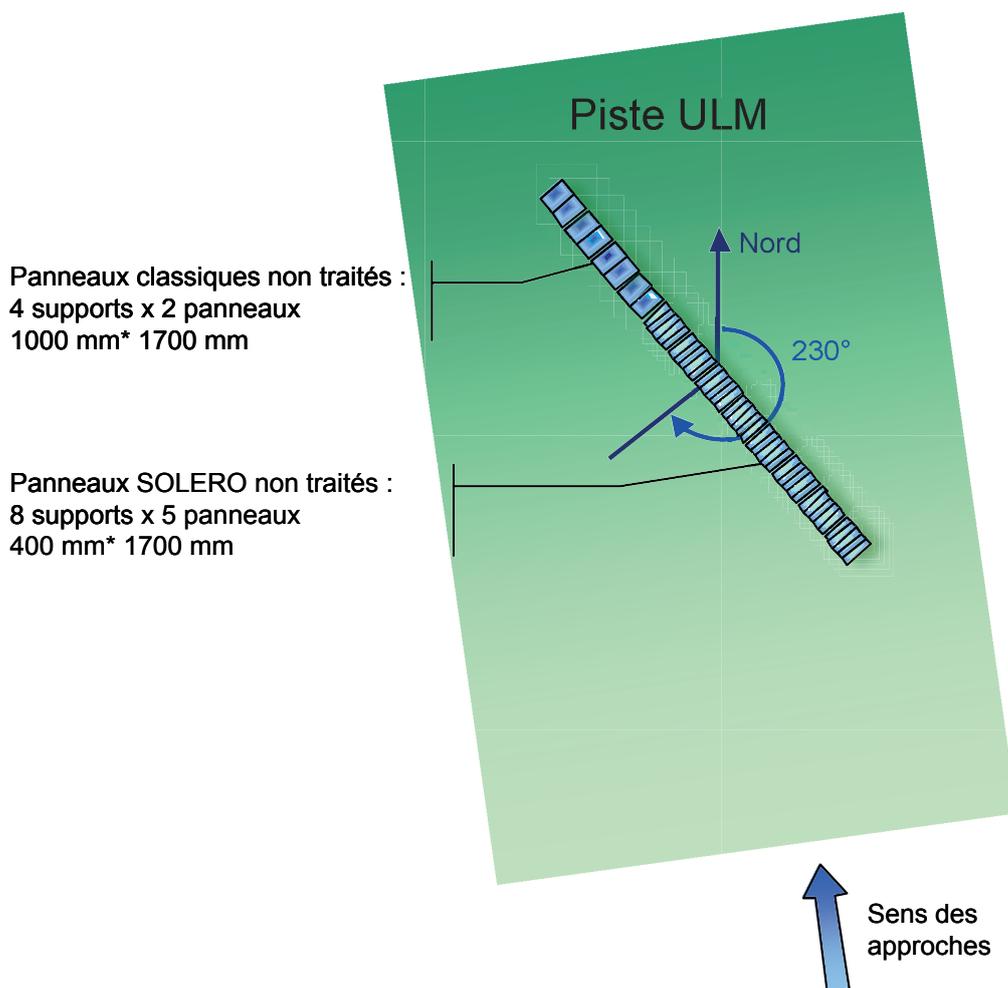


Figure 23: Schéma de la configuration 1 testée le 26 juillet 2010

8.2.4.2 Détail de la configuration 2

Date des tests de la configuration

- 27/07/2010 midi: test des panneaux classiques et SOLERO traités contre l'éblouissement;
- 27/07/2010 soir: test des panneaux classiques et SOLERO traités contre l'éblouissement;
- 28/07/2010 midi: test de répétition des panneaux classiques et SOLERO traités contre l'éblouissement;

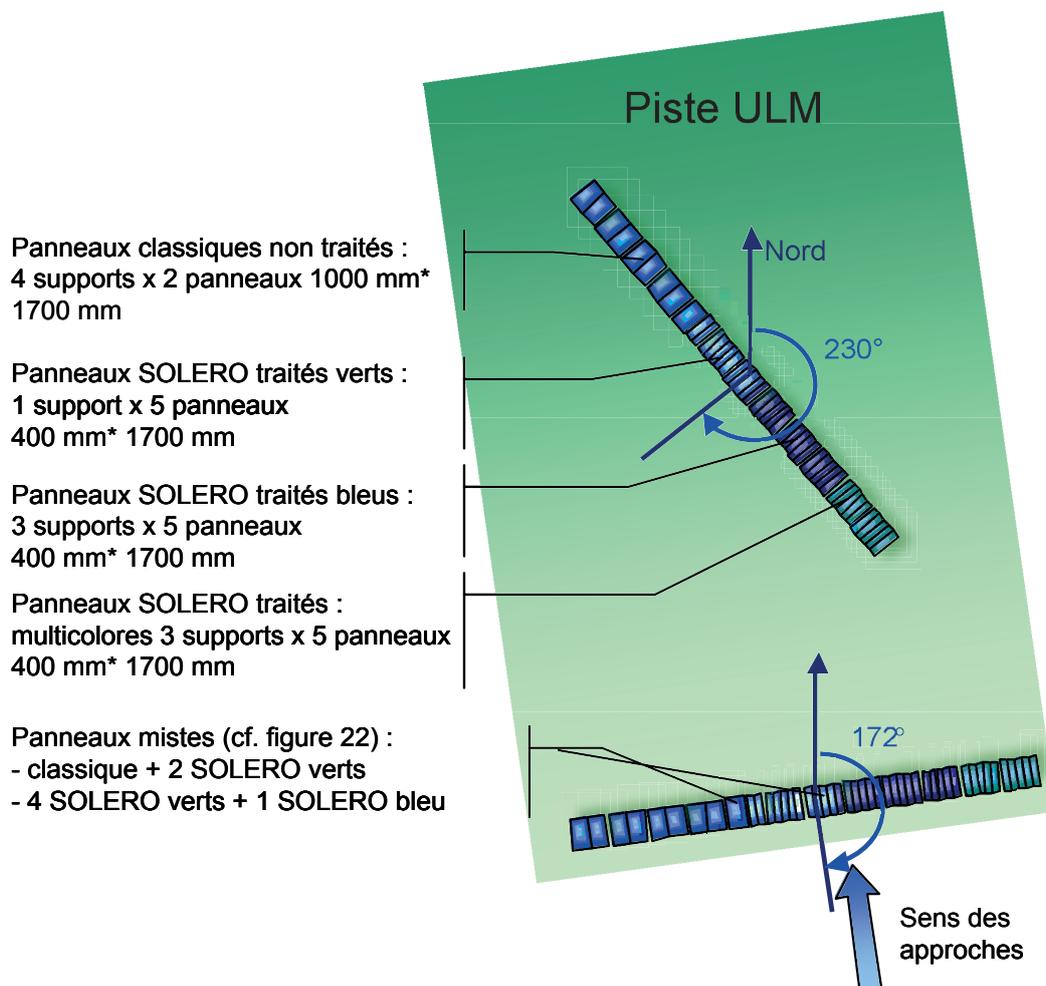


Figure 24: Schéma de la configuration 2 testée les 27 et 28 juillet 2010

Détail de la configuration 3

Date des tests de la configuration :

■ 29/07/2010 midi: test avec les panneaux classiques et SOLERO traités contre l'éblouissement et des panneaux classiques non traités contre l'éblouissement;

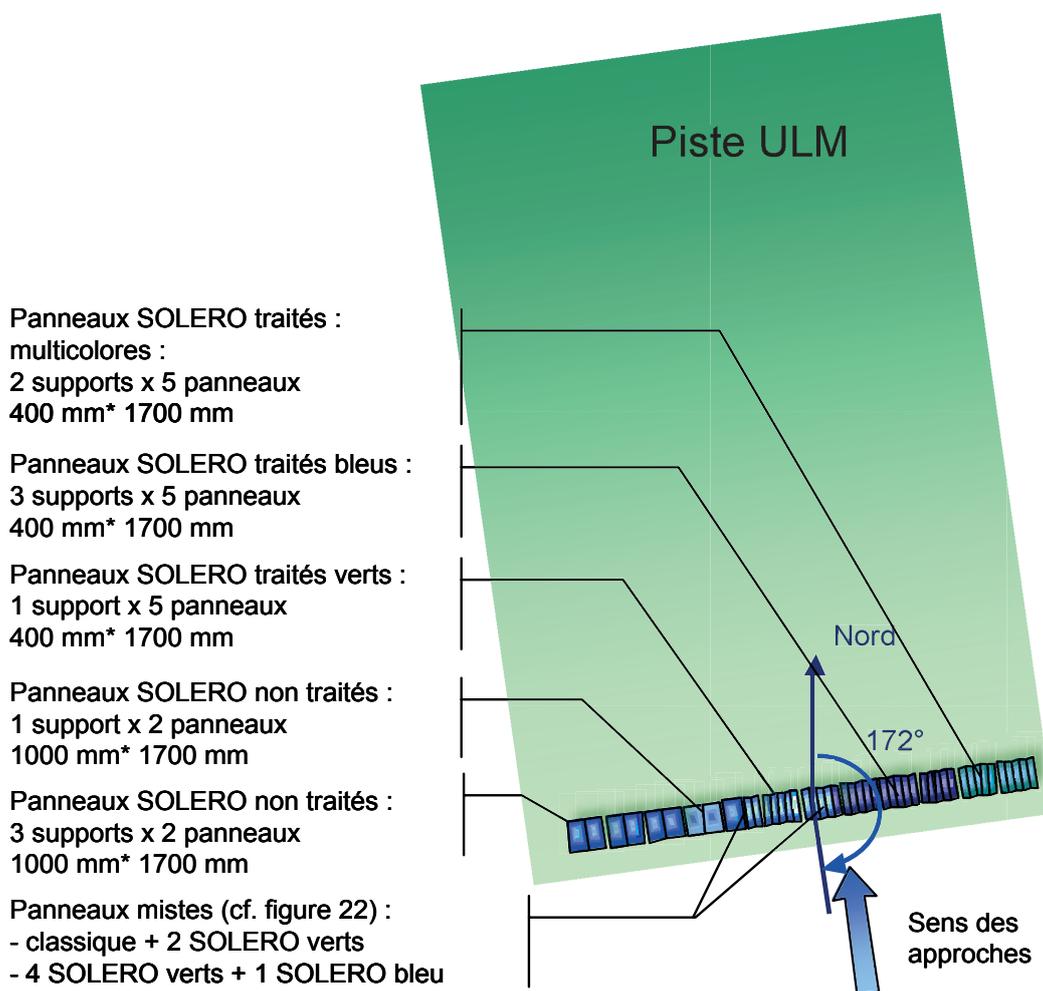


Figure 25: Schéma de la configuration 3 testée le 29 juillet 2010

8.2.5 Réajustements

Deux réajustements ont été nécessaires lors de l'expérimentation sur site.

Il était prévu de tester les panneaux non traités contre l'éblouissement le lundi soir et le mardi soir. Comme détaillé ci-après, les niveaux de luminance et de gêne rencontrés lors des essais du lundi 26 juillet ont été très largement supérieurs à ceux attendus. Il a été décidé, en accord avec l'équipage de l'aéronef, la Défense et l'expert ergonome, que les enseignements tirés de cet essai étaient suffisants et que compte tenu du niveau de gêne ressenti par l'équipage, il était préférable de ne pas renouveler l'expérience avec ces panneaux le lendemain.

En fin d'expérimentation, il a été retenu d'effectuer une installation mixte (configuration 3) comprenant à la fois des panneaux traités contre l'éblouissement et des panneaux non traités contre l'éblouissement. Afin de ne pas mettre l'équipage dans une situation inconfortable, il a été retenu de ne pas fixer les panneaux non traités afin de pouvoir les retirer rapidement.

Le 28/07 au soir, il était prévu de réaliser des tests sur les panneaux classiques et SOLERO traités contre l'éblouissement, cependant la météorologie n'a pas permis la réalisation des tests, le ciel étant fortement voilé. Après consultation de l'expert ergonome, il a été retenu qu'il n'était pas nécessaire de reporter les tests et qu'il était préférable d'annuler la mesure.

8.3 Principaux enseignements

8.3.1 Conclusions qualitatives

I Concernant le comportement par des panneaux non traités contre l'éblouissement

Lors des essais du lundi 26/07 au soir, les panneaux non traités contre l'éblouissement ont atteint des niveaux de luminance qui ont été jugés insupportables par les trois membres de l'équipage, ainsi que par l'expert ergonome à bord de l'hélicoptère. Les pilotes se sont sentis durablement gênés même après l'exposition à la lumière réfléchi par les panneaux.

Lors de l'expérimentation mixte réalisée le 29/07, l'équipage a relevé le même type de gêne.

Les deux types de panneaux (classiques et SOLERO) ont présenté le même type de gêne. On peut toutefois relever une différence de comportement: les panneaux classiques non traités contre l'éblouissement semblent légèrement moins réfléchir que les panneaux SOLERO correspondants, cependant ils diffusent un peu plus. L'équipage de l'hélicoptère a relevé que la gêne était supérieure pour les panneaux de type classique. En effet, la traversée par l'hélicoptère d'un faisceau réfléchi large et intense, en provenance des panneaux, dure plus longtemps que celle d'un faisceau fin et intense.

I Concernant le comportement par des panneaux traités contre l'éblouissement

Lors des essais du mardi 27/07 et du 28/07, les panneaux traités ont montré une très bonne tenue à la réflexion et n'introduisaient pas de gêne visuelle lors des essais du soir et du midi.

Là encore, les deux types de panneaux ont un comportement un peu différent, mais tout à fait acceptable. Les panneaux de type « classique traité » n'ont pas changé d'apparence dans la direction de réflexion spéculaire contrairement aux panneaux de type SOLERO qui ont légèrement blanchi, signe d'une directivité, contenue, de la lumière réfléchi. Cela souligne la très bonne diffusion de la lumière réfléchi par les panneaux classiques traités et la diffusion très suffisante du panneau SOLERO qui limite suffisamment la quantité de lumière réfléchi dans la direction spéculaire.

Les deux panneaux ne présentent pas de risque d'éblouissement dans les conditions de test.

L'équipage de l'hélicoptère a relevé que les supports présentaient une réflexion supérieure, sans être gênante, aux panneaux.

8.3.2 Conclusions quantitatives

On peut relever un certain nombre de points intéressants :

- les panneaux non traités contre l'éblouissement atteignent dans la direction de réflexion, des niveaux de luminance qui sont très largement éblouissants, et ce, jusqu'à plus d'un km (luminance mesurée de l'ordre de 107 cd/m^2);
- les panneaux traités contre l'éblouissement restent à des niveaux de luminance très acceptables (luminance mesurée de l'ordre de 104 cd/m^2);
- L'éblouissement est accentué par le rapport déjà important entre les luminances de l'environnement extérieur (qui avoisine les $10\,000 \text{ cd/m}^2$) et du tableau de bord (de l'ordre de 100 cd/m^2);
- Il existe une dispersion dans la manière de gérer les sources fortement lumineuses, toutefois, il apparaît que l'œil reste invariablement attiré par la source lumineuse sur laquelle il reste fixé environ 10 % du temps, même lorsque le pilote sait que la source est très éblouissante.

8.3.3 Conclusions quant au traitement des panneaux

Bien que qualifiés de non traités, les panneaux classiques présentent tout de même une atténuation de la lumière réfléchie, par un traitement antireflet. Ce type de traitement vise à limiter le pourcentage d'énergie réémise par le panneau dans la direction spéculaire.

De manière assez différente, les panneaux de types SOLERO et classiques traités contre l'éblouissement visent à diffuser de manière plus homogène la lumière réfléchie, ce qui permet de limiter fortement la quantité de lumière réfléchie dans la direction spéculaire.

Il apparaît ainsi que dans les différents types de traitement des panneaux, un traitement diffusant offre un potentiel, sur le plan de l'éblouissement, plus important qu'un traitement visant seulement à réduire la quantité d'énergie lumineuse réfléchie par le panneau (sans chercher à répartir la lumière de façon diffuse).

La photo suivante montre la différence entre les deux panneaux non traités, dont l'un (celui de gauche) est plus diffusant.



8.3.4 Conclusions quant à l'installation de panneaux

Lors des essais des panneaux traités contre l'éblouissement, l'équipage a relevé que les structures d'installation (support d'installation et cadre du panneau) étaient plus lumineuses que les panneaux eux-mêmes. Une recommandation pourrait être faite pour que les structures d'installation et les encadrements des panneaux soient peints s'ils représentent une surface cumulée importante.

8.3.5- Conclusions quant au seuil de luminance éblouissante

Les mesures de luminance prises lors des expérimentations font apparaître des niveaux de luminance plus élevés que prévu. On peut notamment relever que les panneaux éblouissants peuvent atteindre des valeurs supérieures au million de cd/m^2 et que la luminance du ciel et des panneaux traités contre l'éblouissement est de l'ordre de grandeur du seuil de $10\,000 \text{ cd/m}^2$.

Le seuil de $10\,000 \text{ cd/m}^2$ est connu comme premier seuil au-delà duquel un éblouissement est possible (plus précisément, en dessous de cette valeur, aucune lésion rétinienne n'est à craindre). Il apparaît cependant que cette valeur est trop protectionniste. Une valeur de $20\,000 \text{ cd/m}^2$ est considérée comme plus pertinente.

9 Conclusion

L'étude a permis de démontrer l'existence d'une gêne réelle pouvant survenir en cas de réflexion solaire sur des panneaux photovoltaïques, tant pour les pilotes que pour les contrôleurs. Cette gêne est susceptible de provoquer des situations où la sécurité du vol pourrait être impactée. Toutefois, l'étude s'est attachée à cibler au mieux les situations à proscrire afin de permettre le développement de l'énergie solaire sur le territoire français, en affinant les conditions d'acceptation des installations solaires dressées en premier lieu.

9.1 Réponses aux exigences

Quatre exigences ont été définies afin de répondre à la problématique posée en introduction :

- Exigence 1 : identification des altérations possibles de la vision des pilotes et des contrôleurs ;
- Exigence 2 : identification de la gêne visuelle préjudiciable pour les pilotes et les contrôleurs en fonction des circonstances ;
- Exigence 3 : mettre au point une méthode permettant le traitement des dossiers d'installations solaires qui soit aisée et rapide à mettre en œuvre ;
- Exigence 4 : donner des ordres de grandeur de la gêne pouvant être ressentie en condition réelle.

9.1.1 Réponse aux exigences 1 et 2 : caractérisation de la gêne

Le phénomène d'éblouissement correspond à des conditions de vision dans lesquelles l'observateur éprouve soit une gêne, soit une réduction de l'aptitude à distinguer des détails ou des objets, en raison de la présence d'une source trop intense dans le champ visuel ou de contrastes trop importants. Ainsi, par définition, l'éblouissement va de l'inconfort à l'aveuglement.

Dans le cas de la sécurité des aéronefs, le seuil d'éblouissement dont il convient de se prémunir se situe au-delà de l'inconfort (la durée d'exposition est suffisamment faible pour que la fatigue oculaire soit limitée) et en deçà de l'aveuglement (bien trop intense) : il s'agit d'éviter que le pilote ne perde ses repères visuels en condition VFR. Ainsi, il convient de se prémunir contre tous les éblouissements conduisant à ce que la perte de perception du contraste devienne préjudiciable à la poursuite du vol et à la détection des repères visuels fondamentaux au pilotage.

Toutefois, un autre mécanisme a été relevé comme préjudiciable sans que cela ne soit strictement un éblouissement : l'effet de surprise causé par un changement d'état visuel des panneaux. Lors de l'arrondi de l'aéronef, la perception d'un éclat lumineux peut provoquer un effet de surprise donnant lieu à une manœuvre non souhaitable du pilote. Cet effet de surprise est d'autant plus marqué que l'éclairage est latéral (l'œil étant incapable d'identifier immédiatement les causes du changement qu'il a perçu).

L'étude a également montré qu'il convient d'éviter l'éblouissement des pilotes lors des approches et du roulage à l'atterrissage des aéronefs, les autres zones où un éblouissement peut intervenir étant moins critiques. Le phénomène d'éblouissement à éviter correspond à la perte de contraste (c'est-à-dire que l'augmentation de luminance due à la présence d'éléments très lumineux dans le champ de vision, conduit à une réduction de la perception minimum de contraste, réduisant ainsi la visibilité des éléments de la piste).

Il apparaît par ailleurs que la zone la plus sensible concerne la zone de toucher des roues, où au-delà de l'éblouissement en lui-même, l'effet de surprise est à éviter. Des luminances supérieures à 10 000 cd/m² sont à éviter (à partir de ce seuil le pilote peut être surpris par un changement d'état du panneau).

Il est retenu que les phénomènes d'éblouissement contre lesquels il convient de se prémunir sont les suivants :

■ pour les pilotes

- réduction de la perception du contraste pendant les phases d'approche et d'atterrissage (de 3 000 mètres en amont du seuil, jusqu'à la fin de la piste) ;
- effet de surprise lié à un changement brusque d'état lumineux des panneaux pendant la phase de toucher des roues.

■ pour les contrôleurs :

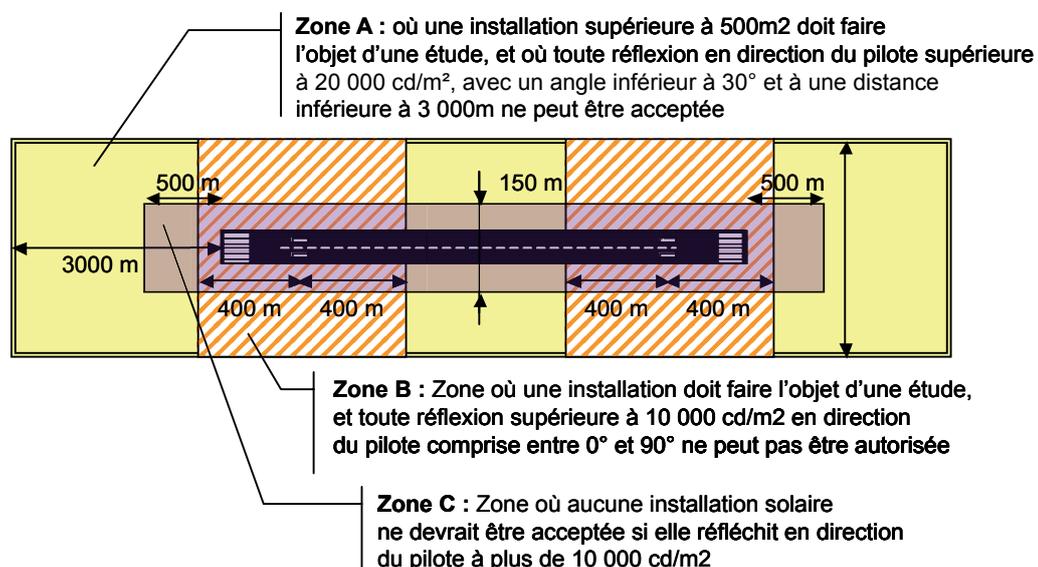
- réduction de la perception du contraste dans la zone de surveillance des contrôleurs (sur une distance de 3 000 mètres).

9.1.2 Réponse à l'exigence 3 : proposition d'une méthode

Ayant identifié les zones où un éblouissement doit être évité, ainsi que les types d'éblouissement contre lesquels il convient de se prémunir, il devient possible d'établir les bases d'une méthode.

En fonction des types d'éblouissement retenus, il est proposé de définir des zones d'études qui sont reprises dans le schéma ci-après :

Ainsi, il convient pour toute installation solaire implantée dans une des trois zones (qui se recouvrent mutuellement) de s'assurer qu'un certain nombre de conditions sont respectées¹².



■ Cas des projets en zone A

Pour tout projet situé dans la zone A, il y a absence de gêne visuelle au titre de la zone A, pour un pilote, lui-même présent dans la zone A (aéronef aligné sur l'axe d'approche publié de la piste ou sur la piste au roulage), si l'une au moins des conditions suivantes est remplie :

- la surface totale de l'installation est inférieure à 500 m² ;
- le porteur de projet a démontré qu'aucun faisceau lumineux n'éclaire le pilote en toute circonstance et en le gênant visuellement.

Dans le cas d'un faisceau lumineux éclairant le pilote, il y a gêne visuelle au titre de la zone A pour toute réflexion en direction du pilote produisant une luminance supérieure à un seuil d'acceptabilité fixé à 20 000 cd/m², sous un angle de vision (entre le rayon réfléchi et l'axe du regard vers la piste) compris entre -30° et +30° et à une distance inférieure à 3 000 m entre le pilote et les panneaux.

¹² Les conditions ci-après sont reprises de la NIT qui a été établie en parallèle de l'étude.

I Cas des projets en zone B

Pour tout projet situé dans cette zone, il y a absence de gêne visuelle au titre de la zone B si au moins une des conditions suivantes est remplie :

- I le porteur de projet a démontré qu'aucun faisceau lumineux n'éclaire le pilote en le gênant visuellement, lorsque l'aéronef se trouve lui-même dans la zone B, sur son axe d'approche publié ;
- I la surface totale de l'installation est inférieure à 50 m².

Dans le cas d'un faisceau lumineux éclairant le pilote, il y a gêne visuelle au titre de la zone B pour toute réflexion en direction du pilote produisant une luminance supérieure à un seuil d'acceptabilité fixé à 10 000 cd/m², sous un angle de vision (entre le rayon réfléchi et l'axe du regard vers la piste) compris entre -90° et +90°, lorsque l'aéronef est lui-même à l'intérieur de la zone B.

I Cas des projets en zone C

La zone C est une zone sensible au niveau de l'éblouissement et aucun rayon gênant ou éblouissant (10 000 cd/m²) qui réfléchit en direction du pilote ne peut être autorisé. Cette zone est spécifique car elle intègre également des contraintes fortes liées aux aménagements de sécurité de la piste (bande de piste par exemple).

Ainsi, dans le cas où un panneau est implanté dans l'une de ces zones, le panneau peut être accepté s'il n'éclaire pas le pilote pendant son approche ou si le panneau éclaire le pilote mais avec une luminance réduite.

Dans le cas des contrôleurs, la problématique est moins compliquée dans la mesure où le poste de travail est fixe, par contre l'étendue de la zone d'étude est plus large. Ainsi, dans toutes les directions où le contrôle aérien doit pouvoir repérer les aéronefs, les installations éclairant en direction de la tour de contrôle, à moins de 3 000 mètres et avec une luminance supérieure à 20 000 cd/m² ne peuvent être acceptées.

9.1.3 Réponse à l'exigence 4 : Ordre de grandeur

Les trois premières exigences ont pu être traitées sur un plan théorique, mais une confirmation expérimentale restait nécessaire afin de valider les résultats obtenus.

Il est apparu que les panneaux peuvent présenter une luminance d'un niveau aveuglant pour le pilote (un des panneaux testés disposait d'une couche anti-reflet), ce qui ne peut être accepté, mais qu'il existe sur le marché des panneaux dont la réflexion est contenue (il s'agit de panneau diffusant la lumière réfléchie) à un niveau inférieur à 15 000 cd/m² (mesuré dans les conditions de l'expérience), ce qui permet de valider l'existence d'une solution pour les installations solaires importantes mais réfléchissant en direction des pilotes ou des contrôleurs.

9.2 Propositions de décisions/actions

Lors de la réalisation de cette étude, il est apparu que les phénomènes d'éblouissement sont très étudiés dans le cas de l'éclairage routier (éclairage urbain, réduction de l'éblouissement causés par les phares des autres voitures, etc.) et dans le domaine du bâtiment (la documentation est particulièrement riche) et font l'objet de recherches. Cependant, les éblouissements à grande distance et avec de grandes surfaces ne font pas encore l'objet de recommandation des grandes organisations telles que la CIE ; il serait intéressant qu'une étude permettant d'évaluer la gêne visuelle de grande source lumineuse en environnement ouvert soit conduite, cela permettrait la mise au point d'une méthode d'analyse et d'acceptation plus fine et incontestable.

Un travail en ce sens permettrait d'affiner les critères d'acceptation des installations solaires. Il nécessite cependant un consensus au niveau des experts du domaine pour pouvoir être incontestables.

Par ailleurs, l'étude s'est concentrée sur les phénomènes d'éblouissement susceptible d'être causés par des panneaux photovoltaïques, mais la méthode reste valide pour d'autres sources d'éblouissement.

Bibliographie

Référence	Titre	Auteur(s)
[1]	Génie Énergétique – Énergie Solaire (Ellipses)	Jacques Bernard
[2]	L'énergie solaire thermique et photovoltaïque (Eyrolles)	Michel Tissot
[3]	Solaire thermique et photovoltaïque – INESeducation http://www.ines-solaire.com	INES – Institut National de l'Énergie Solaire
[4]	http://base.d-p-h.info/fr/fiches/dph/fiche-dph-7399.html	Site Internet
[5]	http://www.ile-de-france.drire.gouv.fr	Site Internet
[6]	Modules photovoltaïques – D 3 940	Techniques de l'Ingénieur
[7]	Production d'énergie électrique par sources renouvelables – D 4 005	Techniques de l'Ingénieur
[8]	Électricité photovoltaïque – BE 8 578	Techniques de l'Ingénieur
[9]	Électricité photovoltaïque (filières et marché) – BE 8 579	Techniques de l'Ingénieur
[10]	Arrêté du 10/07/2006 relatif aux caractéristiques techniques de certains aérodromes terrestres utilisés par les aéronefs à voilure fixe	
[11]	Arrêté du 28 août 2003 modifié, relatif aux conditions d'homologation et aux procédures d'exploitation des aérodromes	
[12]	La couleur : Lumière, vision et matériaux (Éditions Belin)	M. Elias et L Lafait
[13]	AESA. Essential requirements for the safety and interoperability regulation of aerodromes Attachment 1 to OPINION No 03/2007, 17p. http://www.easa.eu.int/ws_prod/r/doc/opinions/Translations/03_2007/ERs%20Opinion%203-2007.PDF (consulté le 1 avril 2009)	AESA AESA
[14]	CCE.Proposition de règlement du Parlement européen et du Conseil modifiant le règlement (CE) n° 216/2008 dans le domaine des aérodromes, de la gestion du trafic aérien et des services de navigation aérienne, et abrogeant la directive 2006/23/CE, COM(2008) 390 final, juin 2008, 51p http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=COM:2008:0390:FIN:FR:PDF (consulté le 1 avril 2009)	AESA
[15]	Annexe 14 Volume 1, Cinquième édition	OACI
[16]	CASA. Manual of Standards Part 139 – Aerodromes. Chapter 9: Visual aids provided by aerodrome lighting, version 1.2, septembre 2004	CASA
[17]	Developing a safety management system at your aerodrome, AC 139-16(0), mars 2005	CASA

Référence	Titre	Auteur(s)
[18]	Civil Aviation Regulations 1988, Amended CAR, 2 ^{de} édition août 2003	CASA
[19]	Transports Canada. Règlement de l'aviation canadien (RAC), modification 2008-2. http://www.tc.gc.ca/AviationCivile/Servreg/Affaires/RAC/menu.htm (consulté le 1 ^{er} avril 2009).	Transport Canada
[20]	FAA. Proposed construction or alteration of objects that may affect the navigable airspace, AC 70/7460-2K, mars 2001, 8p. http://www.airweb.faa.gov/Regulatory_and_Guidance_Library/rgAdvisoryCircular.nsf/0/22990146db0931f186256c2a00721867/\$FILE/ac70-7460-2K.PDF (consulté le 2 avril 2009)	FAA
[21]	FAA. Introduction to safety management systems (SMS) for airport operators, AC 150/5200-37, février 2007, 22p. http://www.faa.gov/airports_airtraffic/airports/resources/advisory_circulars/media/150-5200-37/150_5200_37.PDF (consulté le 2 février 2009).	FAA
[22]	FAA. Using solar power for airport obstruction lighting, engineering brief no. 76, janvier 2008, 11p. http://www.faa.gov/airports_airtraffic/airports/construction/engineering_briefs/media/EB_76.pdf (consulté le 2 avril 2009).	FAA
[23]	FAA. Part 77 - objects affecting navigable airspace, Title 14 – Aeronautics and space, version à jour de mars 2009. http://ecfr.gpoaccess.gov/cgi/t/text/text-idx?c=ecfr&sid=731002ae93a08cb6a8bf52352f7809a2&rgn=div5&view=text&node=14:2.0.1.2.9&idno=14 (consulté le 2 avril 2009).	FAA
[24]	FAA. Part 139 Certification of airports, Title 14 – Aeronautics and space, version à jour de mars 2009. http://ecfr.gpoaccess.gov/cgi/t/text/text-idx?c=ecfr&sid=4aaf72fa680f90f9870dcc6276f852c3&rgn=div5&view=text&node=14:3.0.1.1.10&idno=14 (consulté le 2 avril 2009).	FAA
[25]	FAA. Land use compatibility and airports, 141p. http://www.faa.gov/about/office_org/headquarters_offices/aep/planning_toolkit/media/III.B. (consulté le 2 avril 2009).	FAA
[26]	Vision et visualisation - P Denieul, H Brettel, A monot et F. Vienot (1992)	
[27]	Cie Collection on Glare (146 CIE TC1-50 report: CIE equations for disability glare et 147 CIE TC 3-01 report: glare from small, large and complex sources) 2002	CIE
[28]	Contrast and Visibility (CIE 95 – 1992)	CIE
[29]	Discomfort glare in interior lighting (CIE 117-1995)	CIE
[30]	Précis d'ergonomie (Editions d'organisation – 2003)	Grandjean E
[31]	Ergonomia (SOT – 1992)	Krause M
[32]	Human Engineering (McGraw-Hill Book Comp. Inc – 1957)	McCormick E.J.

Glossaire

TERME	SIGNIFICATION
ADEME	Agence de l'environnement et de la maîtrise de l'énergie
AESA	Agence européenne pour la sécurité aérienne
DGI	<i>Daylight Glare Index</i>
DREAL	Direction Régionale de l'Environnement, de l'Aménagement et du Logement
DSAC	Direction de la sécurité de l'aviation civile
EDF-EN	Electricité de France – division énergies nouvelles
EISA	Evaluation d'impact sur la sécurité aéronautique
INES	Institut national de l'énergie solaire
MOS	<i>Manual of standards</i> (Australie)
OACI	Organisation de l'aviation civile internationale
OFZ	<i>Obstacle Free Zone</i>
SPPA	Services de Prévention du Péril Animalier
SSLIA	Services de Sauvetage et Lutte contre l'Incendie des Aéronefs
UGR	<i>Unified glare ratio</i>
VFR	Conditions de vols à vue

Annexe A : Approche à l'étranger du point de vue réglementaire

Ce paragraphe vise à répertorier les dispositions réglementaires internationales pouvant s'appliquer à l'installation de panneaux solaires sur les aérodromes et leurs environs, puis à parcourir de manière sélective les réglementations nationales des pays possédant des aérodromes ayant déjà installé des panneaux solaires.

1 L'Union européenne – Agence européenne de la sécurité aérienne (AESA)

Si la sécurité aéroportuaire reste encore du ressort des États membres, la Commission européenne, par le biais de l'AESA s'intéresse de très près à ce sujet depuis 2002. La problématique des panneaux solaires semble avoir été prise en compte dans les réflexions de l'agence européenne. Dans sa proposition de règlement du Parlement européen et du Conseil modifiant le règlement (CE) n°216/2008 daté du 25 juin 2008, l'annexe V bis sur les exigences essentielles relatives aux aérodromes spécifie ainsi que :

« 2. Les risques liés aux activités humaines et à l'utilisation du sol telles que celles énumérées ci-après, entre autres, doivent être contrôlés et maîtrisés. Les risques ayant l'une des causes suivantes doivent être évalués et limités si nécessaire :

[...] d) l'éblouissement provoqué par de grandes surfaces très réfléchissantes ».

Un autre document de l'AESA ([13] et [14]) fournit des explications sur cette exigence. Ainsi, il est noté que les aéroports développent de nouvelles activités pouvant représenter un danger potentiel, notamment par la présence de surfaces vitrées pouvant réfléchir la lumière du soleil. Les abords des aérodromes sont aussi concernés et le danger représenté par « une réflexion intense de lumière » due aux panneaux solaires y est clairement mentionné.

I En résumé

L'extension prochaine des compétences de l'AESA à la sécurité aéroportuaire devrait rapidement voir l'agence européenne se saisir de ce sujet. Elle a en effet d'ores et déjà inscrit ce problème dans ses futures exigences essentielles relatives aux aérodromes.

2 L'OACI: Les dispositions relatives aux objets pouvant occasionner une gêne visuelle pour les pilotes

Les paragraphes 4.4.1 et 4.4.2 [15] de l'Annexe 14 à la Convention relative à l'aviation civile internationale (appelée Annexe 14 par la suite) effectuent les recommandations suivantes au sujet des objets ne faisant pas saillie aux surfaces de limitation d'obstacles :

« il est recommandé que les objets qui ne font pas saillie au-dessus de la surface d'approche mais qui auraient cependant une influence défavorable sur l'implantation ou le fonctionnement optimal d'aides visuelles ou non visuelles soient, dans la mesure du possible, supprimés » ;

« il est recommandé de considérer comme obstacles et, dans la mesure du possible, de supprimer tout ce qui, de l'avis de l'autorité compétente et après étude aéronautique, peut constituer un danger pour les avions soit sur l'aire de mouvement, soit dans l'espace aérien à l'intérieur des limites de la surface horizontale intérieure et de la surface conique ».

a) Piste aux instruments — chiffre de code 4: dans les aires en amont du seuil et en aval de l'extrémité de la piste, sur une longueur d'au moins 4500 m à partir du seuil et de l'extrémité de la piste, et sur une largeur de 750 m de part et d'autre du prolongement de l'axe de piste.

b) Piste aux instruments — chiffre de code 2 ou 3: aires analogues à celles spécifiées en a, sauf que la longueur devrait être d'au moins 3000 m.

c) Piste aux instruments — chiffre de code 1 et piste à vue: dans les aires d'approche ».

Pour « les feux qui peuvent être dangereux pour la sécurité des aéronefs », la norme 5.3.1.1 stipule que : « tout feu non aéronautique au sol qui est situé à proximité d'un aérodrome et qui risque d'être dangereux pour la sécurité des aéronefs sera éteint, masqué ou modifié de façon à supprimer la cause de ce danger ».

3 Australie – Civil aviation safety authority (CASA)

3.1 Les dispositions relatives aux objets pouvant occasionner une gêne visuelle pour les pilotes

En ce qui concerne l'Australie, le problème des sources de lumière pouvant représenter une gêne à la navigation aérienne est traité dans le paragraphe 94 de la part 9, division 9 « *Removal or Marking of Obstructions or Other Hazards* » des Civil Aviation Regulations (CAR [18]). Ce paragraphe stipule que la CASA peut exiger l'extinction ou l'occultation de toute source de lumière incriminée¹³ et retranscrit ainsi les paragraphes 5.3.1.1 et 5.3.1.3 de l'annexe 14.

Ce texte est repris dans le *Manual of standards (MOS) Part 139 des Civil Aviation Safety Regulations (CASR) Part 139* au paragraphe 9.1.3 « *Lighting in the Vicinity of an Aerodrome* »¹⁴ [16]. Outre les dimensions des zones prescrites par l'OACI (voir figure 27 ci-après), la CASA définit les zones potentiellement dangereuses comme un disque d'un rayon de 6 km autour de l'aérodrome [16]. Afin de permettre aux plates-formes d'anticiper les installations pouvant engendrer un risque dans ce périmètre, le MOS Part 139 suggère aux aérodromes de se coordonner avec les autorités locales en charge de la planification. Enfin, la section 9.21 « *Lighting in the Vicinity of Aerodromes* » du même document fournit des recommandations applicables aux installations lumineuses aux abords des aérodromes.

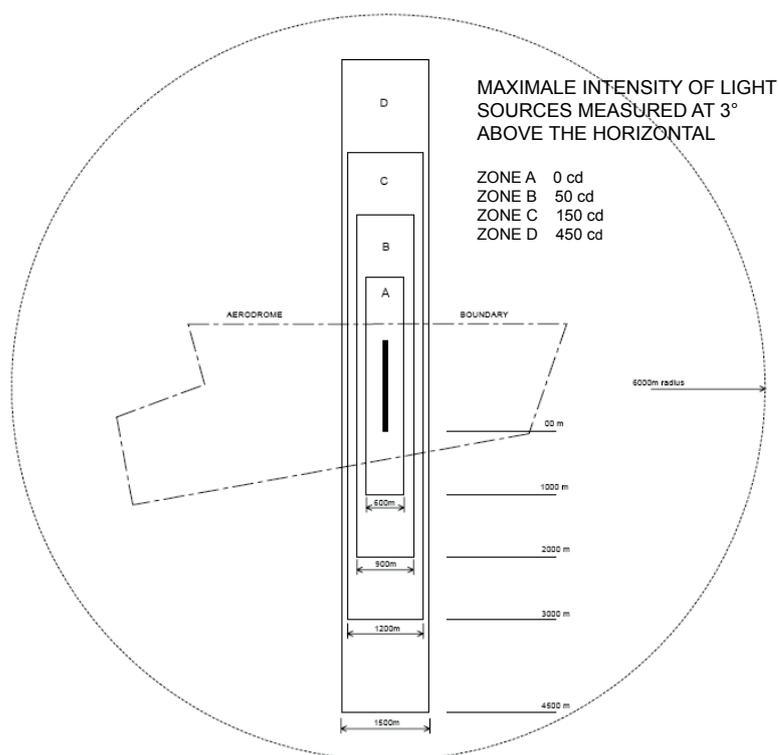


Figure 26: Intensité lumineuse maximale (Source: CASA, MOS Part 139)

¹³ "94 Dangerous lights: (1) Whenever any light is exhibited at or in the neighbourhood of an aerodrome, or in the neighbourhood of an air route or airway facility on an air route or airway, and the light is likely to endanger the safety of aircraft, whether by reason of glare, or by causing confusion with, or preventing clear reception of, the lights or signals prescribed in Part 13 or of air route or airway facilities provided under the Air Services Act 1995, CASA may authorise a notice to be served upon the owner of the place where the light is exhibited or upon the person having charge of the light directing that owner or person, within a reasonable time to be specified in the notice, to extinguish or to screen effectually the light and to refrain from exhibiting any similar light in the future."

¹⁴ 9.1.3.1 An existing or proposed non-aeronautical ground light in the vicinity of an aerodrome, which, by reason of its intensity, configuration or colour, might endanger the safety of aircraft, must be notified to the relevant CASA office for a safety assessment. In general, vicinity of the aerodrome can be taken as within a 6 km radius of the aerodrome. Within this 6 km area, the following specific areas are the most likely to cause problems to aircraft operations: (a) for a code 4 instrument runway – within a rectangular area the length of which extends at least 4500 m before each threshold and the width of which is at least 750 m either side of the extended runway centreline; (b) for a code 2 or 3 instrument runway, within an area with the same width as (a) with the length extending to at least 3000 m from the threshold; (c) for other cases, within the approach area.

3.2 La gestion des risques dans le cadre des SGS

Parallèlement, la mise en place des SGS demande à chaque aéroport d'identifier l'ensemble des dangers, à travers l'Advisory Circular AC 139-16(0) [17] « *Developing a safety management system at your aerodrome* ». L'étape 3 « *Hazard Identification and Risk Management* » recommande ainsi d'identifier les dangers, d'évaluer les risques et de prendre les mesures palliatives appropriées.

3.3 En résumé

Si aucune référence concernant les surfaces réfléchissantes n'a pu être trouvée, le cas des panneaux solaires peut éventuellement être assimilé à une source de lumière. Dans ce cas de figure, la réglementation australienne permet en théorie à la CASA d'intervenir en dehors des aéroports pour exiger l'extinction de la source ou l'installation d'un écran pour diminuer les risques d'éblouissement ou de confusion pour les pilotes. La CASA définit de plus le voisinage de l'aéroport comme un disque de rayon 6 km, avec une attention particulière à porter sur une bande rectangulaire dont les dimensions dépendent de la catégorie d'approche.

L'aéroport d'Adélaïde est le seul aéroport australien identifié ayant eu recours à l'énergie solaire.

4 Canada – Transports Canada

4.1 Les dispositions relatives aux objets pouvant occasionner une gêne visuelle pour les pilotes

Les articles 301.8 (g) et 302.10 (h) du Règlement de l'aviation canadien (RAC) [19], respectivement relatives aux aéroports et aux aéroports¹⁵ stipulent l'interdiction :

« de placer sciemment à un aéroport (ndlr. respectivement aéroport) ou dans son voisinage une balise, une marque, un panneau de signalisation, un feu ou un signal susceptibles de constituer un danger pour la sécurité aéronautique, parce qu'ils provoquent un éblouissement, risquent d'être confondus avec une balise, une marque, un panneau de signalisation, un feu ou un signal exigés par la présente sous-partie ou diminuent la perception visuelle de ceux-ci ».

4.2 La gestion des risques dans le cadre des SGS

Pour les aéroports dotés d'un SGS, conformément aux articles 302.500 et 107.03 du RAC, le SGS doit notamment comprendre :

« un processus qui permet de déceler les dangers pour la sécurité aérienne et d'évaluer et de gérer les risques qui y sont associés »,

« un processus qui permet de rendre compte à l'interne des dangers, des incidents et des accidents et de les analyser et qui permet de prendre des mesures correctives pour empêcher que ceux-ci ne se reproduisent ».

4.3 Autres informations

Le site Internet de Transports Canada est relativement riche en informations relatives aux phénomènes visuels pouvant avoir un impact sur la sécurité des aéronefs.

Une proposition de circulaire d'information aéronautique (Circulaire d'information aéronautique, sécurité aérienne - Vortex 1/2000, avril 2008 - Transport Canada) s'intéresse ainsi aux perturbations de pilotage causées par des lasers ou des sources lumineuses dirigées de fortes intensités. Elle décrit les effets possibles, des procédures préventives ainsi que des procédures curatives. Alors que le document s'intéresse principalement aux risques engendrés par les lasers, certains effets sont applicables aux sources lumineuses. Le document spécifie ainsi que :

¹⁵ La législation canadienne distingue aéroports et aéroports, les aéroports étant les aéroports pour lesquels un certificat a été délivré (voir <http://www.tc.gc.ca/AviationCivile/Servreg/Affaires/RAC/Partie1/Sous-partie1.htm>)

« la principale source de préoccupations est due au fait qu'un faisceau de lumière dirigée, de forte intensité mais ne pouvant causer des lésions, pourrait accidentellement pénétrer dans un poste de pilotage. Selon son niveau d'intensité, un tel faisceau lumineux pourrait entraîner, chez le ou les pilotes, un saisissement, un éblouissement rendant difficile toute observation à travers le pare-brise, voire même une déficience momentanée de la vision (aveuglement momentané ou image rémanente). L'exposition à la source de lumière intense et l'éblouissement peuvent être de courte durée — un ou deux éclairs brefs — mais le saisissement et l'image rémanente peuvent persister pendant plusieurs secondes voire plusieurs minutes ».

Les définitions des différents effets sont précisées :

- *les images rémanentes (phosphènes): « tâches lumineuses, sombres ou colorées, perçues à la suite d'une exposition à une source lumineuse de forte intensité, et qui peuvent être source de distraction ou de perturbation. Les images rémanentes peuvent persister durant plusieurs minutes »,*
- *l'aveuglement momentané: « déficience temporaire de la vision qui empêche de repérer ou de voir clairement une cible visuelle à la suite d'une exposition à une source lumineuse de forte intensité »,*
- *l'éblouissement: « perte totale ou partielle de la vision produite par la présence d'une source lumineuse de forte intensité, telle que des phares de voiture, au milieu du champ de vision. Le phénomène ne dure qu'aussi longtemps que la source lumineuse est présente dans le champ de vision de l'individu affecté. La lumière laser visible peut être à l'origine d'éblouissement et perturber la vision, même à des niveaux d'énergie bien inférieurs à ceux capables d'entraîner des lésions de l'œil »,*
- *le saisissement: « choc soudain, à la suite d'une surprise ou d'une peur, pouvant avoir des effets psychologiques et physiologiques néfastes ».*

Transports Canada note également que les phases critiques de vol, caractérisées par une charge de travail élevé des pilotes, sont principalement l'approche, l'atterrissage et la proximité des aéroports.

4.4 En pratique

Vancouver semble être le premier aéroport canadien à s'être doté de panneaux solaires (il s'agit de panneaux photothermiques). Un second projet d'envergure concerne l'aéroport d'Ottawa, où plus de 30 000 panneaux pourraient être implantés. Transport Canada prend le sujet très au sérieux et des études sont actuellement menées pour éviter tout risque d'éblouissement des pilotes.

4.5 En résumé

Le dispositif réglementaire canadien permet en théorie d'intervenir aux voisinages de l'aérodrome lorsqu'un risque d'éblouissement ou même de confusion apparaît. Le mot voisinage reste toutefois à définir. Ce même dispositif s'applique également à l'aéroport lui-même. De plus, pour les aéroports dotés d'un SGS, tout risque pour la navigation aérienne doit être évalué.

Vancouver est le seul aéroport canadien identifié ayant eu recours à l'énergie solaire sous forme de panneaux photothermiques.

5 États-Unis – *Federal aviation administration (FAA)*

5.1 Les dispositions relatives aux objets pouvant occasionner une gêne visuelle pour les pilotes

Conformément aux *Federal aviation regulations*, part 77 (FAR 77) [23] relatifs aux objets pouvant avoir un impact sur l'espace aérien, toute construction ou modification d'objet se trouvant soit sur un aérodrome, soit dans l'aire d'approche aux instruments¹⁶ sur demande de la FAA, doit faire l'objet d'une notification¹⁷. L'*advisory circular* AC 70/7460-2K [20], toutefois abrogée, spécifiait quant à elle que toute construction à proximité d'un aéroport et pouvant avoir un effet sur le champ de vue des contrôleurs¹⁸ était également à notifier.

Toujours selon la FAR 77 [23], la FAA peut ensuite choisir de mener une étude aéronautique dont l'objectif sera de déterminer si la construction peut présenter un danger pour la navigation aérienne. Si la construction se situe sur un aéroport, un FAA *Airports Regional Office* mènera cette étude, si la construction ne se situe pas sur un aéroport, ce sera un FAA *Air Traffic Regional Office*.

La FAA a également publié un guide [20] afin de permettre aux aéroports et aux autorités locales de prévenir l'apparition d'objets pouvant présenter un risque pour la navigation aérienne.

5.2 La gestion des risques dans le cadre des SGS

Les SGS ne sont pas encore obligatoire aux États-Unis. Alors que la FAA envisage de modifier la réglementation d'ici fin 2009 afin de prendre en compte cette exigence de l'OACI, l'*advisory circular* AC 150/5200-37 introduisant les SGS [21] présente très clairement les principes et le contenu des SGS. Par ailleurs, une trentaine d'aéroports volontaires expérimentent la mise en place des SGS.

Pour le moment, la FAR 139 [25] exige juste des aérodromes¹⁹ qu'ils soient certifiés. L'identification des dangers et la gestion des risques ne fait ainsi pas encore partie des exigences réglementaires.

5.3 Autres informations

Un *engineering briefs* [22] a été publié par la FAA concernant l'utilisation de systèmes solaires pour l'alimentation du balisage lumineux des obstacles. Il est ainsi destiné à une production assez réduite d'énergie. Si ce document constitue un véritable guide d'installation de panneaux photovoltaïques, guidant l'utilisateur depuis le choix de la surface de panneaux à utiliser jusqu'aux considérations économiques, il ne fait aucunement mention des risques potentiels d'éblouissement, certainement en raison de la faible taille des installations envisagées.

Un guide a par ailleurs été commandé par la FAA à l'entreprise Harris Miller Miller & Hanson Inc (HMMH)²⁰ pour une livraison fin 2010. Ce document contiendra :

¹⁶ Aucune définition précise de « instrument approach area » n'a été trouvée dans les FAR. Ce terme disparaît dans l'AC 70/7460-2K pour laisser mention à « when requested by the FAA ».

¹⁷ (a) Except as provided in Sec. 77.15, each sponsor who proposes any of the following construction or alteration shall notify the Administrator in the form and manner prescribed in Sec. 77.17: (4) When requested by the FAA, any construction or alteration that would be in an instrument approach area (defined in the FAA standards governing instrument approach procedures) and available information indicates it might exceed a standard of subpart C of this part. (5) Any construction or alteration on any of the following airports (including heliports): (i) An airport that is available for public use and is listed in the Airport Directory of the current Airman's Information Manual or in either the Alaska or Pacific Airman's Guide and Chart Supplement. (ii) An airport under construction, that is the subject of a notice or proposal on file with the Federal Aviation Administration, and, except for military airports, it is clearly indicated that that airport will be available for public use. (iii) An airport that is operated by an armed force of the United States.

¹⁸ In addition, notice may be requested when the proposal may affect an air traffic control procedure, may obstruct air traffic controllers' line of sight capability, or may affect air traffic control radar.

¹⁹ Les aérodromes concernés sont spécifiés dans la FAR 139.

²⁰ <http://www.hmmh.com/news.html>

- les informations de base sur les technologies solaires et leurs applications aux aéroports ;
- la description des exigences et des procédures de la FAA afin d'assurer que les systèmes proposés ne présentent aucun risque pour les pilotes, les contrôleurs et les opérations aériennes ;
- une revue des conditions économiques et montages financiers permettant à une installation d'être rentable ;
- une illustration par des études de cas et des documents de référence ;
- des indications de l'utilisation des programmes de financement de la FAA.

5.4 En pratique

De nombreux aéroports américains, dont Oakland (904 kWc en toiture) et Fresno (2 MWc au sol), ont installé ou planifient l'installation de panneaux solaires. Selon des échanges avec la FAA, le principal critère pris en compte serait la réflectivité des matériaux. Dans les deux cas précités, des études effectuées aboutissent, pour des panneaux solaires traités, à un coefficient de réflectivité maximal de l'ordre de 5 à 6%²¹, ce qui a été jugé acceptable.

Concernant les premiers retours d'expérience, les pilotes de la base militaire américaine de Nellis (14,2 MWc au sol) décrivent les rangées de panneaux solaires comme des « bassins d'eau »²² durant les phases finales d'approche. La majorité des panneaux est toutefois localisée perpendiculairement et à plus de 3 km de l'axe de la piste.

5.5 En résumé :

Contrairement à beaucoup d'autres pays, les SGS ne sont pas encore une obligation réglementaire aux Etats-Unis. Lorsqu'une construction peut présenter un danger pour la navigation aérienne, des études aéronautiques sont conduites au cas par cas par les bureaux régionaux de la FAA.

Concernant les panneaux solaires, la réflectivité semble être le principal élément pris en compte par la FAA. Les États-Unis sont par ailleurs le pays comptant le plus d'aéroports souhaitant ou ayant déjà installé des panneaux solaires.

²¹ Selon les mêmes sources, la réflectivité de l'eau varie de 4% à 11% selon l'angle d'incidence et celle de la neige entre 21 et 56%.

²² USAF pilots at Nellis air force base have stated the PV arrays looks like a « pool of water » during final approach.

Annexe B - Éléments du protocole de mesure des réflexions en laboratoire

L'annexe suivante présente les éléments utilisés afin d'établir le protocole de mesure en laboratoire de la réflexion lumineuse sur des panneaux solaires.

1 Principe utilisé pour les mesures de réflexion

La caractérisation d'un panneau photovoltaïque en réflexion lumineuse consiste à déterminer des valeurs de réflexion lumineuse pour différentes configurations géométriques d'éclairage et d'observation.

Un principe de réalisation de la mesure consiste à :

- mettre en place une source lumineuse de type illuminant A
- déterminer une valeur (ou plusieurs valeurs) de référence de luminance lumineuse d'une surface au coefficient de réflexion connu
- relever des valeurs de luminances lumineuses pour différents angles d'éclairage et d'observation sur l'objet à mesurer
- comparer la luminance lumineuse de l'objet mesuré à la luminance lumineuse de la surface au coefficient de réflexion connu et déterminer ainsi le coefficient de réflexion du panneau, dans une direction donnée.

Pour cela différents moyens doivent être mis en œuvre :

- une source lumineuse de type illuminant A stable
- un ensemble goniométrique capable de positionner la source lumineuse, l'objet ou la surface de référence et le capteur du luminancemètre dans les configurations de mesures souhaitées avec la précision attendue
- un luminancemètre étalonné
- une surface de référence type surface lambertienne ou alors miroir plan, au coefficient de réflexion connu

Quelques précautions devront être prises :

- la surface de mesure devra être la plus représentative possible du panneau. Pour cela, il convient d'ajuster le champ de mesure pour avoir une surface couverte représentative du comportement du panneau
- en fonction des capacités du goniomètre, il pourra être judicieux de tourner le panneau pour réaliser des mesures dans toutes les configurations géométriques possibles ou le déplacer pour caractériser différentes parties du panneau
- s'il n'est pas possible d'extraire une partie représentative du panneau, la mesure peut engendrer un encombrement conséquent
- la gamme de directions d'éclairage et d'observation devra être la plus représentative des conditions d'implantation possible du panneau. Elle devra notamment intégrer les mesures de réflexions spéculaires et les éclairage et observations aux angles rasants.

Points particuliers

- les mesures aux incidences rasantes présentent des difficultés de réalisation ; une échelle de 5° à 85° peut être suffisante.

Un spectroluminancemètre, éventuellement associé à d'autres illuminants, peut être utilisé afin de caractériser spectralement la réflexion et ainsi permettre de caractériser l'effet du panneau à différents moments de la journée (lever ou coucher du soleil par exemple).

2 Extrait du plan expérimental

Le plan expérimental suivant a été établi :

■ (1) Calage de la source

■ La diode laser de calage des instruments est positionnée sur le banc goniométrique (position neutre $0^\circ, 0^\circ$)

■ Le banc goniométrique subit une rotation de $+85^\circ$ en azimut. Le support mobile de diode laser est placé dans l'axe du faisceau lumineux de telle manière à éclairer la diode laser fixe (les deux faisceaux sont superposés). La diode laser mobile est retirée de son support. La source lumineuse (centre optique) est positionnée sur le faisceau laser, de façon normale au faisceau.

■ (2) Positionnement du panneau photovoltaïque

■ Le panneau photovoltaïque est monté verticalement sur le banc goniométrique. On assurera mécaniquement que la surface du panneau se trouve dans le plan vertical passant par le centre mécanique du banc. Afin de réaliser la fixation des panneaux, les interfaces existantes (dédiées aux feux) seront réutilisées et adaptées avec les moyens disponibles. Cela nécessite d'obtenir les plans détaillés des panneaux.

■ (3) Positionnement du PR650 (spectro-luminancemètre)

■ La diode mobile est placée sur son support.

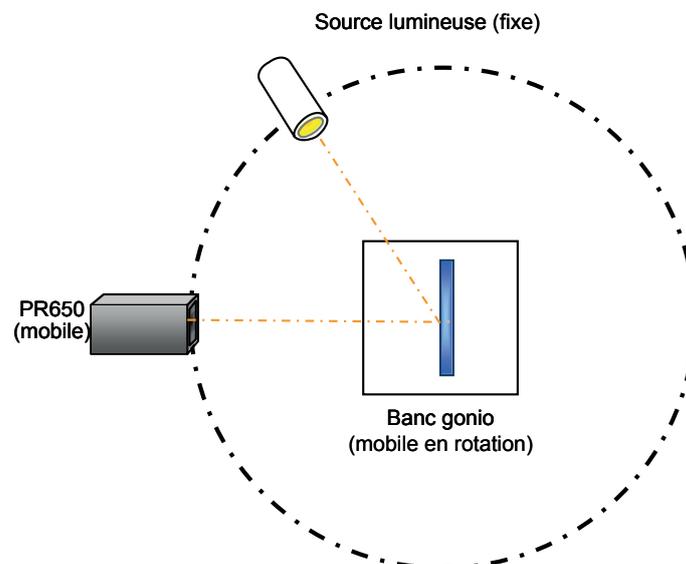
■ Le banc goniométrique est orienté en azimut à l'angle suivant : $(\text{angle d'observation désiré} - \text{angle d'éclairement}) / 2$ de manière à avoir le point d'observation dans la direction spéculaire d'éclairement (l'angle d'observation se rapprochera progressivement, selon le pas voulu, de l'angle d'éclairement). Le premier angle d'observation est choisi à -85° (vis-à-vis du référentiel goniométrique).

■ un miroir est placé sur le point de visé de la diode laser

■ la PR650 est placé, à distance retenue, sur l'axe spéculaire ;

■ la diode laser mobile est enlevée et la source lumineuse allumée.

■ Une mesure de référence (coefficient de réflexion = 1) est réalisée avec le PR650 (mesure de luminance et de luminance spectrique): toutes les mesures suivantes seront à diviser par cette luminance ou luminance spectrique



- Le banc goniométrique est programmé pour réaliser des mesures de luminances et luminances spectrales depuis l'angle d'éclairement jusqu'à l'angle d'observation (le nombre de mesures augmentera puis diminuera en fonction de la position du PR650, qui se rapproche de la source)
- (4) L'étape 3 est ré-itérée pour différentes positions du PR650 (toutes les mesures sont tracées sur les fiches de mesures avec enregistrement de la configuration)
- (5) Changement de panneau photovoltaïque
 - La manipulation est ré-itérée depuis le point 3.

3 Ouvrages de référence

- *Absolute methods for reflection measurements*, publication CIE n°44, 1979
- Guide pour l'expression de l'incertitude de mesure, NF ENV 13005

Photo de Couverture: © STAC/Pierre THERY



service technique de l'Aviation civile
CS 30012
31, avenue du Maréchal Leclerc
94385 BONNEUIL-SUR-MARNE CEDEX
Tél. 33 (0) 1 49 56 80 00
Fax 33 (0) 1 49 56 82 19

Site de Toulouse
9, avenue du Docteur Maurice Grynfolgel - BP 53735
31037 TOULOUSE CEDEX
Tél. 33 (0) 1 49 56 83 00
Fax 33 (0) 1 49 56 83 02

Centre de test de détection d'explosifs
Centre d'essais de lancement de missiles - BP 38
40602 BISCARROSSE CEDEX
Tél. 33 (0) 5 58 83 01 73
Fax 33 (0) 5 58 78 02 02