

Aérodromes

Prise en compte des données locales

par **Jocelyne ALVAREZ**

Romain CRETON

Laurent GALINDOU

Léonard PONAMALÉ

Jérôme RODRIGUEZ

avec la collaboration de **Pierre LECLERC**

Service technique des bases aériennes (STBA)
Direction générale de l'aviation civile (DGAC)

1. Mesure du trafic d'un aéroport	C 4 452 - 2
2. Choix d'un site d'aéroport	— 3
3. Piste(s)	— 4
4. Aires de stationnement	— 8
5. Zone technique	— 12
6. Environnement aéroportuaire	— 12
Pour en savoir plus	Doc. C 4 454

Les données qui servent de base à l'élaboration d'un projet de construction ou d'agrandissement d'aérodrome sont :

- les prévisions de trafic ;
- les caractéristiques physiques du site choisi ou imposé par les conditions locales ;
- les caractéristiques humaines de ce site.

Le concepteur devra établir son projet en faisant, pour chaque élément de l'infrastructure, des compromis entre les besoins dus au trafic prévisible, les conditions physiques du site, les problèmes d'insertion dans l'environnement et le coût financier des ouvrages projetés et de leur exploitation.

Cet article constitue le troisième volet d'une série de documents consacrés aux aérodromes et auxquels le lecteur devra se reporter :

- Aérodromes. Description et classification [C 4 450] ;
- Aérodromes. Conception [C 4 451] ;
- Aérodromes. Prise en compte des données locales [C 4 452] ;
- Aérodromes. Construction [C 4 453] ;
- Aérodromes. Pour en savoir plus [Doc. C 4 454].

1. Mesure du trafic d'un aéroport

Plusieurs paramètres, que nous présentons ici, caractérisent le trafic d'un aéroport.

1.1 Mouvements

Le trafic d'un aéroport peut être caractérisé par le nombre des mouvements d'avions qui le fréquentent.

Un mouvement étant constitué par un décollage ou un atterrissage, un avion en escale engendre donc deux mouvements. Il conviendra de plus d'évaluer séparément les mouvements de l'aviation commerciale, de l'aviation de voyage et de l'aviation légère et sportive.

Le nombre de mouvements annuels donne ainsi une caractéristique globale de l'aérodrome considéré. On enregistre par exemple plus de 400 000 mouvements commerciaux sur les grands aéroports.

Le coefficient de pointe horaire (pointe horaire caractéristique du trafic de l'aéroport) doit être examiné avec attention, les situations pouvant être très variables suivant l'aérodrome et influer notablement sur le dimensionnement du projet (en particulier le nombre de pistes nécessaires).

1.2 Passagers

Le trafic est également caractérisé par le nombre de passagers utilisant l'aéroport. Il peut varier de plus de 60 à 80 millions de passagers sur les plus grands aéroports mondiaux, à plus de 70 millions sur les grands aéroports européens et seulement de 10 000 à 100 000 passagers par an sur les petits aéroports français (cf. [C 4 450] figure 5).

Le trafic passagers est également caractérisé par ses coefficients de pointe journalier et horaire.

On distingue :

- les **passagers locaux** dont l'origine ou la destination finale de voyage est l'aérodrome considéré ;
- les **passagers en correspondance** qui, arrivant par un avion sur l'aérodrome, repartent du même aérodrome par un autre appareil (catégorie de passagers en augmentation avec le développement des *hubs*) ;
- les **passagers en transit** dont l'appareil s'arrête sur l'aérodrome pendant une escale technique et qui repartent de l'aérodrome par le même appareil.

Il convient également de prendre en compte les prévisions de trafic *charter* (trafic commercial non régulier), ceux-ci pouvant faire l'objet d'aménagements spécifiques (aérogare en particulier).

Enfin, on examine attentivement les caractéristiques propres aux passagers transportés, ceux-ci pouvant en effet aussi bien être :

- des hommes d'affaires habitués au transport aérien et se déplaçant avec peu de bagages ;
- des touristes utilisant occasionnellement l'avion avec des bagages limités ;
- que des travailleurs migrant se déplaçant avec de grandes quantités de bagages.

Les équipements et les services à rendre aux usagers peuvent être très variables suivant la nature des passagers habituels de l'aéroport. Le taux d'accompagnateurs, le nombre de voitures

particulières varieront aussi considérablement suivant les caractéristiques des passagers.

1.3 Pointe de trafic

Le phénomène de pointe de trafic, déjà très sensible à propos des mouvements d'avions, devient crucial en ce qui concerne le trafic passagers. En effet, l'introduction d'avions à grande capacité (300 à 800 passagers pour le futur A-380) contribue largement à augmenter la part du trafic écoulée pendant les heures de pointe par rapport au trafic total.

Si le trafic annuel représente assez bien l'importance de l'aéroport et son poids économique, ce sont les phénomènes de pointe qui déterminent son dimensionnement. Le **coefficients de pointe utilisé est celui de la pointe horaire**.

La meilleure façon d'appréhender le trafic d'un aéroport consiste à établir une courbe des débits horaires classés : sur un intervalle de temps d'une année, on repère les périodes de pointe, les heures de pointe de ces périodes avec le trafic écoulé pendant chacune de ces heures, puis on classe ces heures par trafic décroissant.

On dispose alors d'une courbe monotone décroissante, donnant le nombre d'heures pendant lesquelles le trafic a dépassé telle ou telle valeur, dans l'année.

C'est sur la base de cette courbe que l'on choisit l'heure de pointe caractéristique qui servira au dimensionnement des installations, ce choix permettant d'assurer un équilibre entre un équipement surdimensionné et une qualité de service mauvaise pendant un certain nombre d'heures dans l'année. On prend usuellement la 40^e heure, ce qui correspond approximativement à une heure saturée hebdomadaire.

Le **trafic passagers en heure de pointe** caractéristique est plus ou moins relié au trafic annuel pour les aéroports de plus de 2 millions de passagers. La relation peut s'écrire :

$$t_p = 400 + 315 T_p$$

avec t_p trafic passagers de la 40^e heure,
 T_p trafic annuel compté en millions.

Pour les aéroports de taille inférieure on examine les types d'avions qui les fréquentent et leurs horaires pour la détermination des situations de simultanéité engendrant les pointes.

Remarque :

- l'heure de pointe pour le nombre de mouvements ne coïncide pas forcément avec celle pour le nombre de passagers ;
- les heures de pointe arrivée et départ ne coïncident pas ;
- l'heure de pointe arrivée et départ n'est pas la somme des deux : heure de pointe arrivée et heure de pointe départ.

• En ce qui concerne l'**heure de pointe des mouvements d'avions commerciaux**, on aura approximativement la relation :

$$t_m = 5 + 0,27 T_m$$

avec t_m trafic commercial de la 40^e heure, compté en milliers de mouvements,
 T_m nombre de mouvements commerciaux annuels comptés en milliers.

1.4 Fret et poste

L'activité du transport de marchandise (classique ou fret express) est caractérisée par l'importance des mouvements d'avions-cargos et par les tonnages transportés. Il en est de même en ce qui concerne le transport du courrier par des avions postaux.

Le fret devra être, de plus, caractérisé par les tonnages emportés sur les avions transportant également des passagers (avions mixtes). Ce type de transport est intéressant car il permet d'atteindre une meilleure rentabilité par une meilleure utilisation des aéronefs.

1.5 Prévisions de trafic

Avant de réaliser tout projet de construction d'aéroport, ou de parties d'aéroport, on doit veiller à ce que les prévisions de trafic sur lesquelles on s'appuie soient plausibles, cohérentes avec l'évolution passée de l'aéroport et avec l'évolution future de l'activité économique, touristique ou politique de la région desservie, ainsi qu'avec le contexte politico-économique mondial.

Les prévisions de trafic doivent détailler les principaux types de trafic (national, international, court ou long courrier, régulier ou non, etc.), tant du point de vue des mouvements d'avions que des passagers, et ceci aussi bien pour le trafic annuel que pour l'heure de pointe.

Par ailleurs, les prévisions de trafic faites liaison par liaison permettent une bonne description du nombre et du type des avions attendus, ainsi que du nombre et des caractéristiques des passagers. La détermination de l'heure de pointe, tant au niveau de la capacité de l'espace aérien que de celle de la piste et des installations terminales, en découle.

En opposant cette valeur de l'heure de pointe à celle de la capacité du système de pistes (cf. § 3.2), on peut alors déterminer si des aménagements infrastructuraux seront nécessaires pour écouler le trafic prévu.

2. Choix d'un site d'aéroport

De nombreux facteurs interviennent dans le choix d'un nouveau site ou dans le développement d'un site existant : l'orientation de la piste, sa longueur, les dégagements proches et lointains, l'insertion dans la circulation aérienne, la capacité maximale de la plate-forme aéroportuaire,...

2.1 Orientation de la piste et régularité

Le décollage et surtout l'atterrissement des aéronefs deviennent difficiles, voire dangereux, lorsque la composante du vent au sol suivant une perpendiculaire à l'axe de piste (vent traversier) devient supérieure à une valeur critique qui est caractéristique de l'aéronef et qui dépend principalement de sa vitesse d'approche.

Selon le code de l'aérodrome (cf. § 3.3 article [C 4 450]), la limite admissible du vent traversier est de :

- code 1 : 5 m/s (10 nœuds) ;
- code 2 : 7 m/s (14 nœuds) ;
- code 3 : 10 m/s (20 nœuds) ;
- code 4 : 13 m/s (26 nœuds).

On s'attachera à avoir, pour tout projet d'aérodrome, des relevés météorologiques précis, portant sur cinq années au moins, donnant la force (exprimée en m/s ou en nœuds) et l'orientation des vents, mesurés selon au moins dix-huit directions. Ces données permettent de déterminer le coefficient théorique d'utilisation de la piste (C) qui est la valeur, exprimée en pour-cent, du rapport du nombre d'observations favorables, N_f , pour lesquelles la vitesse du vent tra-

versier reste inférieure à la vitesse limite sur le nombre total d'observations N , soit :

$$C = 100 \times \frac{N_f}{N}.$$

Il est recommandé (pour des raisons techniques et de sécurité) de maintenir le coefficient théorique d'utilisation au regard du vent traversier au-dessus des pourcentages suivants, selon le chiffre de code de l'aérodrome :

- code 1 : 70 % ;
- code 2 : 80 % ;
- code 3 : 95 % ;
- code 4 : 95 %.

Par ailleurs, les conditions de visibilités horizontale et verticale peuvent rendre l'atterrissement impossible. À chaque mesure de vents (trois par heure en général), il pourra donc être associé une mesure de plafond de nuages et une mesure de visibilité horizontale.

L'examen des relevés météorologiques permet ainsi de déterminer l'orientation à donner aux pistes pour permettre d'obtenir ces fréquences d'utilisation. En général, une seule orientation est suffisante pour atteindre l'objectif fixé, les vents dominants s'orientant généralement selon une direction unique. Dans quelques cas plus rares, deux (voire trois) orientations sont nécessaires, soit que deux (trois) régimes de vents violents d'orientations très différentes existent sur le site, soit que l'orientation retenue pour les appareils de transport long et moyen courrier (correspondants à 13 m/s) ne permette pas d'assurer un coefficient d'utilisation suffisant pour des appareils plus petits. On peut alors être amené à adjoindre à la direction d'envol principale, une (deux) direction(s) secondaire(s) orientée(s) différemment.

Cependant, il est important de retenir que le coefficient d'utilisation théorique de la piste ne donne qu'une indication. L'orientation idéale issue de ce calcul peut être ajustée en fonction par exemple de la force des vents par mauvaise visibilité et doit être confrontée à d'autres considérations (obstacles, nuisances sonores, impact financier,...) pour déterminer l'orientation définitive.

L'ensemble de toutes ces données permettra de savoir quel équipement radioélectrique mettre en place pour atteindre le niveau de régularité souhaité (cf. § 6 de l'article [C 4 451]).

2.2 Longueur de piste et bilan de masse d'un avion

Les principes de calcul de longueur de piste ont été donnés au paragraphe 1.3 de l'article [C 4 451] mais les conditions d'aménagement du site ne permettent pas toujours d'atteindre les longueurs de pistes souhaitables, compte tenu des types d'appareils appelés à desservir l'aéroport.

Dans ce cas, certains appareils ne peuvent pas utiliser l'aéroport à leur charge maximale et subissent des pénalisations de charge qui sont fonction de la longueur de leur parcours.

La charge maximale de l'appareil est, en effet, constituée par son poids propre (structure, appareillage), la charge « marchandise » (la charge des passagers et de l'équipage, celle des bagages accompagnés, à laquelle il faut ajouter le fret complémentaire sur les avions mixtes) et le poids du carburant, qui est fonction de la longueur du parcours et de l'éloignement des aérodromes de déroutement au point d'arrivée.

Pour une destination donnée, il sera donc possible de déterminer, en fonction de la longueur de la piste, la charge maximale transportable qui sera répartie entre la masse de carburant à emporter et la charge « marchandise ». Si la pénalisation de charge porte uniquement sur le fret complémentaire, elle sera, en général acceptable. Si elle est de nature à limiter le nombre de passagers, elle pourra deve-

nir inacceptable si le coefficient de remplissage permettant la rentabilisation de l'appareil n'est plus atteint.

2.3 Dégagements

Nota : le lecteur consultera utilement le paragraphe 3 de l'article [C 4 451] sur les surfaces de dégagement.

Le relief de certaines zones géographiques ne permet pas toujours de trouver des sites implantés à une distance raisonnable des pôles à desservir et présentant, compte tenu de l'orientation retenue pour la ou les pistes, des surfaces de dégagement n'écrétant pas le relief. Dans d'autres cas, tels que l'agrandissement d'un aérodrome existant, son changement de code chiffre et/ou de type d'exploitation entraîne des modifications des dégagements qui, bien que corrects à l'origine, peuvent se trouver percés.

Ces dépassements des cotes théoriques par le relief ou d'autres obstacles peuvent concerner :

- la surface conique et la surface horizontale intermédiaire. Cette situation est peu gênante si elle ne concerne qu'un seul côté de l'axe de la piste, elle l'est notablement plus si elle se produit des deux côtés ;

- les trouées d'atterrissement ou de décollage, à une distance plus ou moins importante de l'extrémité de piste ; ces dépassements sont particulièrement gênants lorsqu'ils sont situés à proximité immédiate de l'extrémité de piste et doivent donc être proscrits.

Lorsque les dépassements sont situés à une distance plus importante de l'extrémité de piste, l'une ou l'autre des alternatives suivantes peut être adoptée :

- le maintien d'une trouée droite avec franchissement de l'obstacle si les performances des aéronefs utilisés le permettent ;
- plus rarement l'établissement d'une trouée courbe de décollage comportant un alignement droit et une altération de cap (dont le rayon est inférieur au rayon maximal) permettant d'éviter l'obstacle.

Il est à noter que les surfaces de dégagement, par le biais des servitudes aéronautiques sont destinées, outre la suppression des obstacles existants lorsque cela est possible, à empêcher l'érection de nouveaux obstacles.

2.4 Insertion dans la circulation aérienne

Les implantations des reliefs importants, des voies aériennes, des villes et des moyens de radionavigation conduisent à créer à proximité des aérodromes des espaces aériens terminaux (TMA – *Terminal Area* –) d'une forme telle que les avions puissent passer en toute sécurité de leur phase de route à leur phase d'atterrissement. La configuration précise de ces zones terminales, des éventuelles zones à statut particulier (entraînement, militaire,...) et des circuits d'attente des avions avant l'atterrissement, doivent être compatibles avec le projet de construction ou d'extension de l'aéroport (ou doivent pouvoir être rendu compatibles).

2.5 Capacité maximale et qualité du plan de masse

Il est essentiel de vérifier, lors de l'établissement du plan de masse, que la capacité maximale de la plate-forme aéroportuaire étudiée correspond bien aux besoins prévus. Cependant, l'estimation des besoins est à faire en fonction de l'hypothèse haute, dans le but de préserver des espaces suffisants pour le développement ultérieur de la plate-forme.

2.6 Risques aviaires

Les risques de collisions entre les aéronefs et les oiseaux constituent un danger non négligeable en raison de la vitesse atteinte et de la vulnérabilité de certaines parties des aéronefs.

Les sites aéronautiques sont situés sur des terrains plats et donc généralement dans des zones humides en bordure de fleuve, d'étang ou de rivage maritime. Ces zones sont particulièrement fréquentées par des oiseaux qui y trouvent, en général, un couvert végétal important et de bonnes conditions de nourriture.

On lutte donc contre la prolifération des oiseaux par divers moyens :

- en rompant la chaîne alimentaire ;
- en les effrayant par l'emploi de fumigènes, pétards, émissions de cris de détresse enregistrés, émissions d'ultrasons...

Les résultats obtenus sont cependant irréguliers et aucune solution totalement efficace n'a pu être déterminée.

2.7 Topographie géotechnique et coût

On se reportera utilement aux rubriques *Géotechnique, Mécanique des sols et des roches* et *Terrassements* de ce traité.

Le projeteur d'aérodrome devra minimiser le coût des travaux. Le volume des terrassements, la nature du sol, la plus ou moins grande capacité de drainage du terrain, les difficultés de fondation des bâtiments, les longueurs des réseaux, sont autant de paramètres à considérer avec attention.

2.8 Insertion dans l'environnement

Outre l'aspect des dégagements, le concepteur d'aérodrome devra également prendre en considération les incidences de l'aménagement qu'il a retenu en termes de nuisances sonores (§ 6.2), d'impact sur la faune, la flore et les milieux naturels (§ 6.1) de problèmes éventuels liés à l'eau (§ 6.4), aux déchets (§ 6.5).

D'autre part, une réflexion globale devra être menée pour déterminer la desserte terrestre de la plate-forme afin d'en faciliter l'accès.

3. Piste(s)

3.1 Dispositions types

La plupart des aérodromes disposent d'une piste unique susceptible d'écouler le trafic prévisible. La capacité d'une piste unique est déjà importante et permet d'écouler un trafic qui n'est atteint que sur les grands aéroports.

Cette piste principale, utilisée pour le trafic des avions commerciaux, peut être éventuellement complétée par une piste secondaire soit pour l'aviation générale et l'aviation légère, soit à titre de secours pour permettre les opérations d'entretien des pistes ou pour éviter l'interruption du trafic en cas d'accident sur la piste principale.

Sur les très grands aéroports, on pourra être amené à développer un système de plusieurs pistes afin d'atteindre une capacité suffisante.



Figure 1 – Doublet de pistes parallèles (aérodrome de Lyon-Saint-Exupéry)



Figure 2 – Doublet de pistes sécantes (aérodrome de Bordeaux- Mérignac)

Les dispositions les plus courantes sont :

- les doublets de pistes parallèles (figure 1) ;
- les doublets de pistes sécantes (figure 2).

3.1.1 Doublets de pistes parallèles

Les pistes parallèles peuvent être décalées longitudinalement de manière à tenir compte des contraintes dues aux turbulences de sillage et à réduire les temps de circulation au sol en augmentant ainsi la capacité du dispositif de pistes. Ce décalage permet également de prendre en compte les contraintes physiques et environnementales du site.

Un doublet de pistes parallèles est caractérisé par :

- l'utilisation à laquelle est destinée chacune des deux pistes (doublet spécialisé, doublet banalisé ou indépendant, doublet de pistes de codes différents pouvant être elles-mêmes à vue ou aux instruments) ;
- l'écartement des deux axes (doublet rapproché ou éloigné).

■ Doublet spécialisé

Il s'agit d'un doublet dans lequel l'une des pistes est exclusivement réservée aux atterrissages tandis que l'autre n'est utilisée que pour les décollages. Cette spécialisation peut être valable quel que soit le seuil utilisé (dans ce cas, la piste réservée aux atterrissages peut être plus courte) ou associée à un des deux seuils (pour des raisons de bruit, par exemple).

Par ailleurs, il est recommandé dans le cas d'un doublet spécialisé, que la piste réservée aux décollages soit la plus proche de la zone des installations.

■ Doublet banalisé

Il s'agit d'un doublet sur lequel les atterrissages et les décollages s'effectuent indifféremment sur l'une ou l'autre piste.

■ Doublet de pistes de codes différents

Il s'agit d'un doublet dans lequel la piste principale est destinée à une certaine catégorie d'aéronefs (commerciaux, rapides, à réacteurs,...) tandis que la piste secondaire est réservée aux avions les moins contraignants. Cette disposition de pistes est fréquemment adoptée sur les aérodromes où l'activité d'aviation légère est importante.

■ Doublet éloigné (figure 3)

Le doublet éloigné est généralement destiné à pouvoir être utilisé en toutes conditions météorologiques.

Dans le cas d'installations de pistes parallèles destinées à être utilisées dans des conditions de vol aux instruments, la distance minimale à respecter entre les axes de piste doit être de :

- 1 035 m pour les approches parallèles indépendantes ;
- 900 m pour les approches parallèles interdépendantes ;
- 760 m pour les départs parallèles indépendants ;
- 760 m pour les atterrissages sur une piste et des décollages simultanés sur l'autre.

Nota : approches parallèles indépendantes : approches simultanées en direction de pistes aux instruments parallèles ou quasi parallèles, sans minimum réglementaire de séparation radar entre les avions se trouvant à la verticale des prolongements des axes de pistes adjacentes.

Approches parallèles interdépendantes : approches simultanées en direction de pistes aux instruments parallèles ou quasi parallèles, avec minimum de séparation radar obligatoire entre les avions se trouvant à la verticale des prolongements des axes de pistes adjacents.

Exceptionnellement et sur la base d'une étude particulière, des pistes parallèles dont la distance entre axes est inférieure aux valeurs mentionnées ci-dessus, pourront éventuellement être exploitées, après approbation des services compétents de la circulation aérienne.

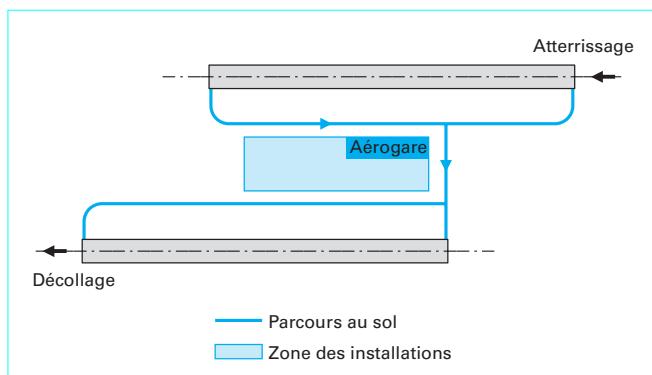


Figure 3 – Exemple d'un doublet spécialisé éloigné

Dans le cas d'**atterrissages et de décollages simultanés sur des pistes différentes**, la distance nécessaire entre les deux pistes doit être augmentée de 30 m pour chaque décalage vers l'aval de 150 m du seuil de la piste à l'atterrissage par rapport à l'extrémité amont de celle réservée au décollage et peut être diminuée de 30 m pour chaque décalage vers l'amont de 150 m du seuil de la piste à l'atterrissage par rapport à la même extrémité amont de celle réservée au décollage. Il conviendra toutefois dans ce dernier cas de respecter un écartement minimal de 300 m.

■ Doublet rapproché

● Dans le cas où le doublet serait utilisé pour des **vols simultanés en conditions de vol à vue**, la distance minimale à respecter entre axes de pistes est de :

- 120 m lorsque le chiffre de code est 1 et que les deux pistes sont ou bien revêtues et de longueurs inférieures à 1 000 m ou bien non revêtues ;
- 150 m lorsque le chiffre de code le plus élevé est 2 et que l'une des pistes est revêtue et de longueur égale ou supérieure à 1 000 m mais inférieure à 1 500 m, l'autre piste répondant aux mêmes critères ou étant non revêtue ;
- 210 m lorsque le chiffre de code le plus élevé est 3 ou 4 et que l'une au moins des pistes est revêtue et de longueur égale ou supérieure à 1 500 m.

Cependant, sur un aérodrome où se déroulent seulement des vols à vue (VFR : *visual flight rules*) de jour, des valeurs différentes peuvent être définies, après étude spécifique, pour les aéronefs monomoteurs à hélice et les planeurs.

Il est à noter que ces distances minimales sont toutefois insuffisantes pour permettre l'insertion d'une voie de circulation parallèle entre les pistes, insertion constituant un élément de sécurité important.

● Dans le cas d'un doublet spécialisé utilisé en conditions de **vol aux instruments**, une étude spécifique est nécessaire pour déterminer l'écartement minimal entre axes devant être respecté.

Les éléments qui influent sur la distance minimale entre les deux axes de piste d'un doublet spécialisé rapproché, utilisé en conditions de vol aux instruments sont (cf. figure 4) :

- les caractéristiques des aéronefs qui utilisent ou utiliseront les pistes, en particulier la longueur de l'aéronef (70 m pour un B 747, 84 m pour l'avion représentatif du code F) ;
- les marges latérales à respecter en fonction des conditions d'utilisation des pistes, qui sont de 150 m pour une piste d'atterrissage avec approche aux instruments et de 90 m pour une piste de décollage ;
- les conditions opérationnelles d'utilisation des pistes.

C'est ainsi que, résultant de l'addition des éléments suivants (cf. figure 4) :

- distance à laquelle doit se trouver la dérive de l'avion ayant atterri par rapport à l'axe de la piste utilisée pour l'atterrissage aux instruments (150 m) ;
- distance à laquelle doit se trouver la dérive de l'avion par rapport à l'axe de la piste utilisée au décollage (90 m) ;
- longueur de l'avion futur (84 m, par un avion représentatif du code F),

une distance de 324 m devrait permettre à un aéronef à l'atterrissage, de type avion futur, après avoir dégagé la piste perpendiculairement ou suivant un angle de 45° par rapport aux axes du doublet, d'attendre qu'un décollage en cours sur l'autre piste soit terminé avant de la traverser.

Cette même distance devrait aussi permettre de pouvoir, sans attendre, autoriser un autre appareil à atterrir sur la piste spécialisée.

La distance précédente est réduite à 310 m lorsque l'appareil pris en compte est un B 747 de 70 m de longueur.

Les distances ainsi déterminées ne sont toutefois valables que lorsque :

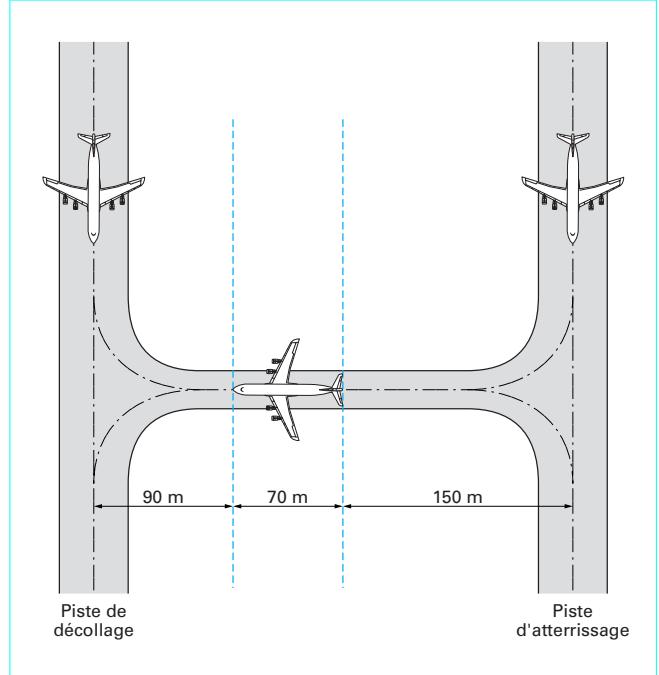


Figure 4 – Calcul de la distance minimale entre deux pistes parallèles pour un avion de 70 m de longueur

- les pistes du doublet ne sont pas séparées par une voie de circulation centrale ;
- un seul mouvement a lieu à la fois (décollage ou atterrissage) ;
- les pistes ne sont utilisées que pour les approches classiques ou de précision de catégorie I et des décollages classiques.

L'expérience tend à démontrer que, sur le plan de la sécurité aérienne, il est très important que les deux pistes du doublet rapproché aient leurs seuils positionnés de telle manière qu'aucune confusion ne soit possible de la part des pilotes des aéronefs à l'atterrissage. Pour ce faire, il est recommandé que le seuil de piste d'atterrissage soit placé au moins sur la même ligne que celui de la piste de décollage, ou mieux, en amont de celui-ci (cf. figure 5).

Il convient également de signaler qu'un vent traversier peut induire des turbulences de sillage lorsque les distances entre axes deviennent faibles, notamment lorsque les pistes sont dépendantes et utilisées en conditions de vol à vue.

Il est également souligné que, dans le cas des pistes utilisées aux instruments en catégorie II/III, le rayonnement simultané de deux localizers (cf. [C 4 451] § 5.2.1) émettant dans le même sens sur deux pistes parallèles distantes de moins de 500 m ne peut être autorisé qu'après une étude effectuée par le Service Technique de la Navigation Aérienne (STNA). De même, le rayonnement simultané de deux localizers d'une même piste ou de deux localizers émettant en sens inverse sur deux pistes rapprochées, dont la distance entre axes est inférieure à 500 m, ne peut être autorisé si la visibilité est inférieure à 1 500 m et le plafond à 121,92 m (ou 400 ft).

3.1.2 Doublet de pistes sécantes

Le doublet de pistes sécantes peut être spécialisé ou banalisé ou comporter des pistes de codes différents. On se reportera aux commentaires du paragraphe 3.1.1.

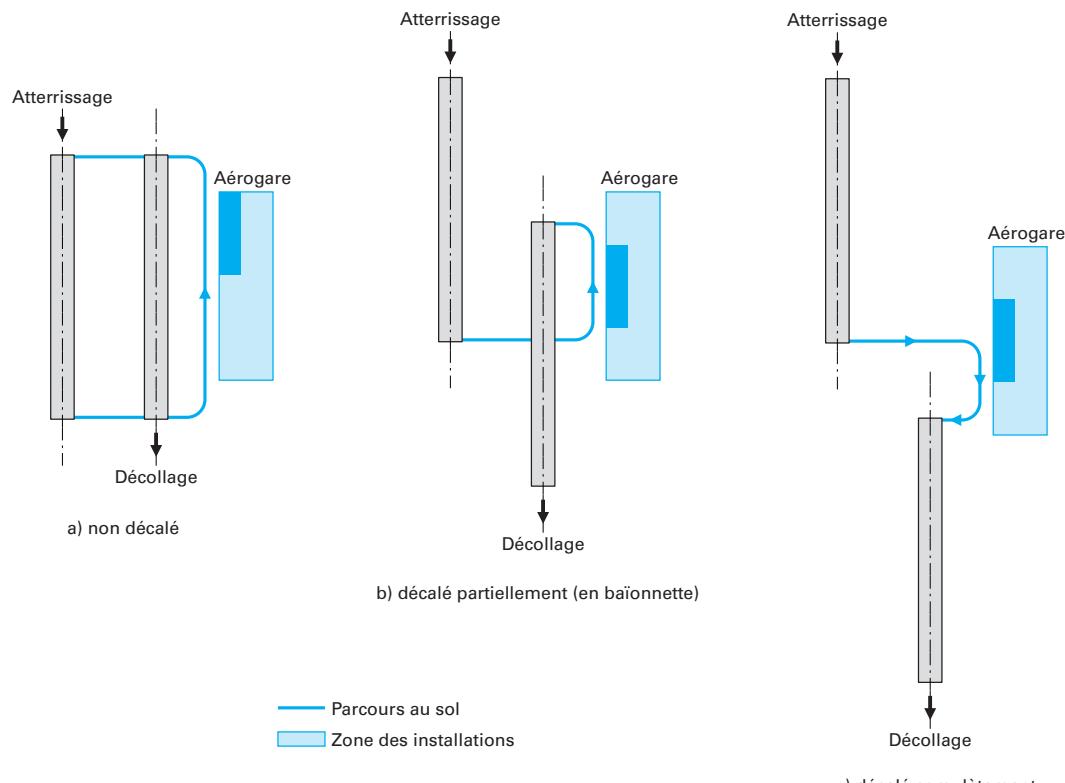


Figure 5 – Différentes configurations des infrastructures dans le cas d'un doublet rapproché

3.1.3 Bande composite

Lorsque sur un aérodrome de code chiffre 1 ou 2, il est projeté d'aménager, selon une même direction d'axe, deux pistes différentes, dont une au moins est non revêtue, ces deux pistes peuvent être accolées bord à bord et constituer une bande composite si l'écartement minimal correspondant à un doublet ne peut être assuré (figure 6).

Ce dispositif rend impossible l'utilisation simultanée des pistes, limite par suite la capacité du système, et ne se justifie que si le trafic d'aviation d'affaires est réduit ou décalé dans le temps par rapport à l'aviation légère.

3.2 Capacité des systèmes de pistes types

La capacité d'un système de pistes correspond au débit horaire maximal d'aéronefs, exprimé en nombre de mouvements par heure, qui peut être écoulé avec un retard moyen acceptable pour les exploitants.

Elle peut être évaluée de manière relativement fine, à partir de simulations informatiques basées sur l'étude de différents paramètres que l'on fait varier (nombre et configuration des pistes, typologie de trafic, temps d'occupation de piste, règles d'espacement). Pour un même aéroport, la capacité varie selon les conditions de



Figure 6 – Bande composite (aérodrome de Laval-Entrammes)

visibilité, qui déterminent le régime de vol utilisé pour la phase d'approche (à vue ou aux instruments) et selon l'équilibre du trafic. Ainsi, la capacité maximale est atteinte pour un trafic horaire équilibré (50 % atterrissages, 50 % décollages) dans des conditions de vol

à vue. À l'inverse, la capacité horaire d'un aéroport est détériorée pour un trafic non équilibré (100 % d'arrivées par exemple) dans des conditions de vol aux instruments.

Le Service technique des bases aériennes (STBA) a mis au point et exploite à ce propos un outil informatique qui permet, à partir des données particulières et propres à chaque aéroport, d'estimer la capacité horaire d'un système de pistes. Ce logiciel permet d'évaluer le gain en capacité en fonction de différents scénarios d'infrastructure ou de fonctionnement et ainsi d'optimiser les investissements à court, moyen et long termes.

À titre indicatif, une estimation sommaire et générale des valeurs usuellement rencontrées est donnée ici.

3.2.1 Cas d'une piste unique

Les ordres de grandeur de la capacité dépendant de la nature du trafic, quatre situations peuvent être envisagées :

- trafic aux instruments équilibré en arrivées et départs : jusqu'à 50 mouvements par heure si la population d'avions est homogène. Dans le cas contraire, suivant l'importance du nombre d'avions lents et de contraintes d'espacement majeures, ce ratio peut diminuer jusqu'à 15 mouvements par heure dans le cas le plus défavorable ;

- trafic aux instruments non équilibré : une piste permet au maximum d'effectuer soit 40 décollages, soit 30 atterrissages si la population d'avions est homogène. Suivant la proportion des arrivées et des départs, la capacité se rapproche de l'une ou l'autre de ces valeurs ;

- trafic entièrement à vue : c'est le cas des aérodromes d'aviation légère, pour lesquels une capacité de l'ordre de 80 mouvements par heure peut être atteinte ;

- trafic à vue et aux instruments : la capacité totale augmente avec la proportion de vols à vue. Ainsi, pour 50 % de vols à vue, la capacité est d'environ 45 mouvements par heure.

3.2.2 Cas d'un doublet sécant

En règle générale, on peut estimer la capacité de deux pistes sécantes comme étant de l'ordre de 1,2 fois celle d'une piste unique.

3.2.3 Cas d'un doublet parallèle éloigné

C'est le cas de deux pistes parallèles pouvant être exploitées indépendamment. Les conditions de cette indépendance comprennent notamment l'écartement entre axes, le décalage des seuils, l'utilisation indépendante des trajectoires d'arrivée et de départ.

Quand l'indépendance des pistes est assurée, la capacité du système est égale à la somme des capacités des deux pistes. Il faut insister sur le fait que cette indépendance est extrêmement difficile à obtenir, le nombre de conditions à satisfaire étant très élevé.

3.2.4 Cas d'un doublet parallèle rapproché

Dans cette configuration, les pistes ne sont pas indépendantes et la capacité dépend, entre autres, du mode d'exploitation :

- **doublet spécialisé** (atterrissages sur une piste et décollages sur l'autre). Ce mode de gestion du système de pistes permet d'obtenir une capacité pouvant atteindre 1,4 fois celle d'une piste unique. Dans le cas où la piste extérieure sert aux atterrissages, la construction d'une voie de circulation entre les pistes permet une plus grande souplesse, c'est-à-dire une meilleure absorption des irrégularités passagères du trafic. Cela peut contribuer à l'augmentation de la capacité ;

— **doublet banalisé** (atterrissages et décollages sur les deux pistes). La bonne gestion d'un tel système permet théoriquement un gain de 10 à 20 % par rapport au doublet spécialisé. Cependant, une telle gestion étant assez difficile au niveau du contrôle aérien, il est préférable d'opter pour la spécialisation des pistes quand cela est possible.

3.2.5 Exemples

La **capacité annuelle** d'aérodromes recevant plus de 80 % d'avions de plus de 5 700 kg est dans la plupart des cas, la suivante (ces valeurs ne sont pas applicables à l'aviation légère, ni à l'aviation militaire, en raison des caractères spécifiques de ces trafics) :

- piste unique : 60 000 à 110 000 mouvements ;
- doublet éloigné : 120 000 à 220 000 mouvements ;
- doublet rapproché : 80 000 à 160 000 mouvements ;
- pistes sécantes : 75 000 à 140 000 mouvements.

Il est important de noter que ces chiffres sont des valeurs moyennes données à titre indicatif. Seule une étude spécifique au cas par cas, permet de déterminer la capacité en tenant compte des paramètres locaux.

4. Aires de stationnement

■ L'étude des aires de stationnement destinées à l'embarquement et au débarquement des passagers (ou du fret) est intimement liée à celle de l'aérogare et des parcs à voitures (figure 7) : l'aérogare et ses jetées et satellites doivent permettre le stationnement des avions, le plus près possible des bâtiments, et des parcs à voitures doivent être d'un accès aussi aisé que possible vis-à-vis de l'aérogare.

Il est donc absolument obligatoire de concevoir simultanément les aires de stationnement, l'aérogare, les parcs à voiture, et les accès terrestres.

■ Il existe également des aires de stationnement (aires de garage, d'entretien) destinées aux avions n'étant momentanément pas en exploitation.



Figure 7 – Aire de stationnement (aérodrome de Lille-Lesquin)

4.1 Aires de stationnement commerciales

On distingue plusieurs caractéristiques pour les postes de stationnement.

4.1.1 Classification

■ Postes au contact et postes éloignés

Certains postes permettent à l'avion de stationner à une distance inférieure à une cinquantaine de mètres de l'aérogare. Ces postes permettent aux passagers d'aller par leurs propres moyens de l'avion à l'aérogare et *vice versa* sans avoir à utiliser un car ou un autre type de véhicule pour le déplacement.

■ Postes desservis par passerelle télescopique ou non

En face de certains des postes au contact, l'aérogare peut être équipée de passerelles télescopiques qui permettent aux passagers d'aller directement de l'intérieur de l'aérogare à l'intérieur de l'avion, sans être exposés aux intempéries, et sans risquer d'interférer avec les mouvements des personnels s'occupant des opérations d'escala.

■ Postes autonomes ou non

L'avion peut quitter son poste de stationnement de deux manières :

- soit de façon autonome en utilisant ses moteurs ;
- soit en étant déplacé par un tracteur jusqu'à un endroit d'où il peut rejoindre de façon autonome les voies de circulation.

La méthode la plus économique en surface d'aire de stationnement consiste à placer l'axe de l'avion perpendiculairement à la façade du bâtiment. L'avion arrive de façon autonome et est repoussé pour son départ par un tracteur. Ce mode de stationnement est appelé « nez dedans » ou *nose in* (figure 8).

■ Dans le cas d'un stationnement en autonome, il sera important de prendre en considération le souffle des réacteurs lors des manœuvres de l'appareil. Il convient à cet égard, de contrôler dans un projet d'assemblage des postes de stationnement, que les manœuvres de chaque avion maintiennent bien celui-ci à une distance suffisante des autres appareils et des bâtiments de l'aéroport, mais aussi de s'assurer que le souffle de chaque avion manœuvrant ne puisse gêner ni le déplacement des véhicules de service, ni les opérations de maintenance et d'exploitation des postes voisins.

Les caractéristiques du souffle des appareils sont données dans les *Airport planning* publiés par le constructeur. On pourra également s'appuyer sur les manuels d'exploitation édités par type d'avions par les compagnies aériennes. Ils définissent des zones devant être dégagées en totalité ou partiellement lors des manœuvres de l'appareil ou du fonctionnement des réacteurs.

Dans les endroits où il est impossible d'obtenir des zones suffisamment dégagées, des barrières anti-souffle peuvent être mises en place permettant d'assurer la protection de la route de service, de l'aérogare, du personnel, du matériel léger de piste (figure 9).

4.1.2 Nombre et taille des postes de stationnement

■ Lors de l'établissement d'un projet, on tiendra compte des dimensions de chacun des avions qui peuvent avoir à fréquenter l'aéroport, en sachant qu'il peut être possible de mettre un grand avion sur l'emplacement de deux petits, ou trois moyens sur l'emplacement de deux grands, ou toute autre combinaison (figure 10).

En outre, on tiendra compte de la présence de tous les appareils de manutention utilisés pour le service de l'avion pendant l'escala, des camions ravitailleurs de carburants et des surfaces nécessaires

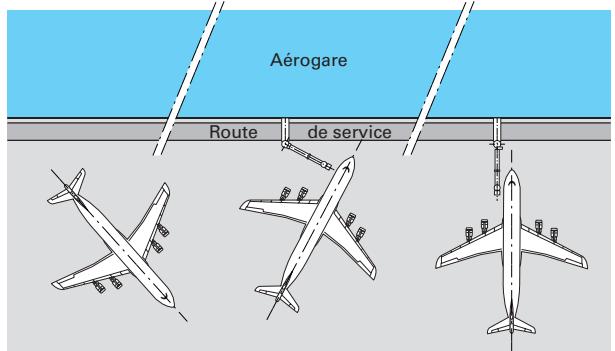


Figure 8 – Positions de stationnement à proximité d'une aérogare



Figure 9 – Barrières anti-souffle (aérodrome de Pointe-à-Pitre-Le Raizet)

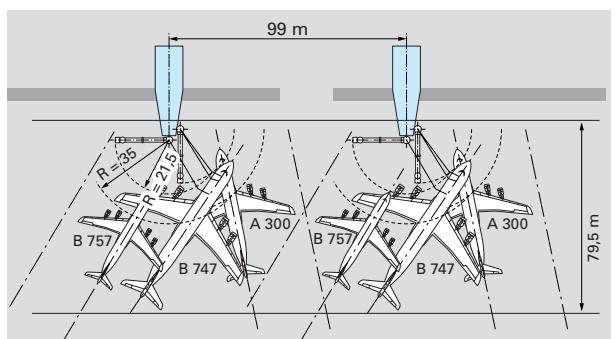


Figure 10 – Exemple de modulation en position oblique avant d'un B 747 pour un A 300 et un B 757

à leur circulation entre les avions en stationnement ainsi que de leur stockage.

Les stationnements au contact desservis par passerelle sont coûteux en équipement de l'aérogare et de passerelles télescopiques mais donnent une grande souplesse d'utilisation de l'aire de trafic pour les véhicules de piste et une bonne qualité de confort aux passagers.

Selon le type d'avions reçus et la position du poste par rapport à l'aérogare, certains postes peuvent avoir un rendement (nombre de passagers à l'arrivée et au départ traités sur le poste en 1 an) de plus de 1 million de passagers par an, alors que d'autres ne dépassent pas 40 000.

Un poste au contact permet de traiter de l'ordre de 300 000 à 350 000 passagers par an sur un aéroport tête de ligne et plus de 600 000 passagers par an sur un aéroport d'escale, alors que les postes éloignés peuvent difficilement traiter plus de 150 000 à 200 000 passagers par an et nécessitent des frais d'équipement en cars et les frais de fonctionnement correspondants.

Sur les petits aéroports, ces chiffres sont bien moindres (de 20 000 à 40 000).

4.1.2.1 Cas des aérodromes à faible ou moyen trafic

Prévisions à court terme

Le nombre de postes de stationnement nécessaires (de même que leur taille) peut être déterminé à partir d'un programme prévisionnel d'utilisation des aires (prévisions de trafic par lignes régulières, choix des types d'avions, détermination du nombre d'avions simultanément présents) auquel s'ajoute d'éventuels postes supplémentaires (conséquences des retards, pannes, vols non réguliers éventuels,...).

Prévisions à long terme

Faute de programme prévisionnel précis, la méthode précédente ne convient généralement pas pour le dimensionnement de l'aire de trafic à long terme.

Il est alors possible de procéder successivement comme suit :

- identifier les villes devant, au terme choisi, être desservies, sans escale intermédiaire à partir de l'aéroport ;
- regrouper ces villes en quelques grandes classes homogènes, suivant le niveau du trafic estimé avec chacune d'entre elles et éventuellement la longueur d'étape ;
- en déduire la capacité de l'avion devant être mis en service dans chacune de ces classes et la superficie unitaire du ou des postes devant l'accueillir ;
- prendre pour chacune de ces classes, en arrondissant à l'unité supérieure, un nombre de postes égal à la moitié du nombre de villes regroupées dans cette classe ;
- ajouter deux postes de taille moyenne au nombre total de postes de stationnement ainsi déterminés ;
- prévoir, le cas échéant, un poste de stationnement pour les vols non réguliers.

Pour l'application de cette méthode dont la fiabilité augmente avec la précision des prévisions de trafic, il est conseillé, en cas d'incertitude au cours d'une des étapes, de choisir les valeurs par excès. L'estimation finale est alors par excès, ce qui va dans le sens de la prudence puisqu'il s'agit de procéder à des prévisions à long terme.

4.1.2.2 Cas des aérodromes à fort trafic

On qualifie d'aérodrome à fort trafic, un aérodrome dont le trafic prévu est supérieur à 1 million de passagers par an.

Prévisions à court terme

La méthode décrite précédemment et fondée sur le programme prévisionnel d'utilisation des aires peut s'appliquer pour le dimen-

sionnement à court terme des aires de stationnement des aérodromes importants.

Il faudra cependant, dans le cas d'un aéroport faisant office de *hub*, tenir compte de la typologie particulière de la plate-forme.

Ces aéroports présentent en effet des plages de rendez-vous entre avions permettant la correspondance des passagers entre les différents vols qu'ils doivent emprunter.

Ces plages correspondent donc à des vagues d'arrivées puis de départs d'avions, durant lesquelles un grand nombre d'entre eux se trouve en stationnement sur la plate-forme. Un *hub* a donc généralement tendance à exiger des aires de trafic plus conséquentes que n'en demande un aéroport présentant un trafic plus étalé dans la journée.

Prévisions à long terme

L'estimation s'effectue en deux étapes :

- calcul du nombre total des postes nécessaires ;
- détermination de la taille de ces postes.

• Calcul du nombre de postes

Permises par le grand nombre de postes de stationnement auquel sont présumés aboutir les prévisions, les méthodes statistiques utilisées prennent en compte tels ou tels indicateurs globaux des perspectives de trafic pouvant être définies pour l'aérodrome.

— Ainsi, on peut appréhender le nombre N des postes de stationnement à prévoir, à partir des indicateurs suivants :

- m nombre de mouvements d'arrivée ou de départ (le maximum des deux) prévus en 40^e heure de pointe ;
- m' nombre total de mouvements commerciaux prévus en 40^e heure de pointe ;
- M nombre total annuel des mouvements commerciaux à l'horizon considéré.

La valeur de N retenue est la plus élevée de celles données par les formules suivantes :

$$N = 1,6 m$$

$$N = m'$$

$$N = \frac{M}{2\ 000}.$$

Corroboration par des observations faites à l'étranger, ces trois formules ont été établies d'après les phénomènes constatés sur cinq aéroports français traitant annuellement de 1 à 4 millions de passagers.

Les résultats ainsi obtenus comprennent les emplacements pour charters, dès lors que les mouvements correspondants ont eux-mêmes été comptés dans m , m' et M . Il convient par contre d'ajouter éventuellement des postes supplémentaires pour le trafic de fret.

L'association de ces trois formules n'a pour ambition que de donner une indication du nombre de postes nécessaires à l'horizon considéré. En effet, le rendement des postes peut osciller entre 40 000 passagers par an et plus de 1 million.

— Il existe également d'autres formules pour les études de planification à long terme. Elles sont tout aussi approchées, mais utilisent d'autres indicateurs.

Parmi les plus fréquemment employées, figure celle d'**Horonjeff** :

$$N = \frac{1}{2} \frac{C \cdot t}{u}$$

avec	C	capacité des pistes en nombre de mouvements (arrivées et départs) par heure,
	t	durée moyenne d'occupation des postes exprimée en heures,
	u	coefficient d'utilisation des postes.

La valeur de l'indicateur t pourra être estimée en considérant les temps moyens de rotation et d'escale pour les types d'avions devant utiliser la plate-forme à l'horizon considéré. On pourra également caractériser le rapport $\frac{t}{2u}$ par une valeur variant entre 1,2 et 1,5, ce qui conduit à définir N dans l'intervalle [1,2 C ; 1,5 C].

– La formule suivante, employée aux États-Unis peut également être mentionnée :

$$N = \left[(N_0 - 2) \frac{T_f}{T_0} \right] - 2$$

avec N_0 nombre de postes en service,

T_0 trafic actuel,

T_f trafic futur.

● Détermination de la taille des postes

S'agissant de programmation à long terme, il n'est ni envisageable, ni indispensable de déterminer avec précision la taille individuelle des N postes ayant pu être estimés. On se limitera donc, ici, à définir des ratios de surface destinés à permettre au planificateur de déterminer l'emprise globale à réservier pour l'aire de trafic, à l'horizon considéré.

– Pour obtenir approximativement la superficie totale des N postes de stationnement, il suffit, en général, de raisonner sur leur répartition en six grandes familles de tailles homogènes, C_0 , C_1 , D_0 , D_1 , E et F affinant, pour l'occasion et comme il apparaît sur le tableau 1, la classification par lettre du code de référence de l'OACI (voir également tableau 2 de l'article [C 4 450]).

Tableau 1 – Classification des postes de stationnement en fonction des avions accueillis

Familles d'avions	Envergures (m)
C_0	$24 \leq E < 30$
C_1	$30 \leq E < 36$
D_0	$36 \leq E < 48$
D_1	$48 \leq E < 52$
E	$52 \leq E < 65$
F	$65 \leq E$

Cette répartition du nombre N de postes s'effectue au *prorata* des avions attendus dans chaque famille pendant la 40^e heure de pointe à l'horizon considéré.

La répartition par famille qui a été retenue implique que, compte tenu des types d'avions entrant dans chacune d'elles, tous les postes d'une même famille peuvent, selon la position des avions correspondant au mode prévisible de traitement des passagers, être, avec une bonne approximation, caractérisés par la même surface.

Les surfaces caractéristiques, qui sont données dans les deux dernières colonnes du tableau 2 correspondent à l'avion le plus pénalisant de chaque famille, de sorte que l'approximation faite, en assimilant entre eux tous les postes d'une même famille, est, ici encore, une approximation par excès.

Tableau 2 – Surfaces caractéristiques des postes de stationnements

Familles d'avions (1)	Types d'avions	Surface caractéristique (m ²)	
		Positionnement oblique arrière à 45° (autonome)	Positionnement perpendiculaire avant (poussé)
C_0	F 28, ATR 42, ATR 72	1 500	–
C_1	A 320, A 321, B 737, MD 81	3 000	2 400
D_0	B 767-300, A 300 B, A 310, B 757	4 200	3 600
D_1	MD 11, DC 10	5 400	4 300
E	A 330, A 340, B 747, B 777-300	8 200	6 100
F	A 380 et ultérieurs	–	8 300

(1) Voir tableau 1

L'hypothèse faite permet donc de calculer la superficie de l'ensemble des postes d'une même famille en multipliant la surface caractéristique correspondante par le nombre d'avions de cette famille attendu en heure de pointe à l'horizon considéré. À la superficie totale des N postes de stationnement, ne restera plus à ajouter que la surface de la route de service pour obtenir la surface globale de l'aire de stationnement au terme envisagé.

– En l'absence des données prévisionnelles nécessaires au mode de détermination précédent, on peut encore utiliser une méthode globale consistant à réservier, pour la « superficie à revêtir », une surface de 3 m² pour chaque mouvement commercial annuel prévu.

La notion de « superficie à revêtir » se veut alors tenir compte :

- de la largeur de la route de service ;
- de la profondeur de l'aire de stationnement ;
- de la demi-largeur intérieure de la bande de la voie de desserte ;
- de la demi-largeur extérieure de la voie de desserte.

Le ratio qui est donné ici est une estimation par excès de ce qui est nécessaire dans l'hypothèse où tous les postes sont autonomes.

4.2 Aires de garage

Les aires de garage sont en principe, destinées au stationnement des avions pendant les périodes où ils ne sont pas utilisés commercialement. Leur équipement est donc simplifié. Une aire de garage peut toutefois être mise à contribution en période de trafic de pointe et doit, par suite, être conçue en conséquence.

4.3 Aires d'entretien

Les installations spécifiques à l'entretien des avions n'existent généralement que sur les aéroports tête de ligne sur lesquels les

transporteurs aériens choisissent d'installer leurs services d'entretien. La conception de ces aires très souvent associées à des hangars est naturellement à examiner avec ces services.

4.4 Temps d'escale

Les besoins d'équipement sont très différents entre les aérodromes tête de ligne qui servent de base de maintenance et d'entretien des aéronefs et qui disposent en général de temps d'escale assez long (une à trois heures) et les aérodromes d'escale sur lesquels les appareils ne séjournent qu'un laps de temps minimal (de 25 à 50 minutes) pour assurer le débarquement, l'embarquement des passagers et du fret et l'avitaillement en carburant. Cependant, le phénomène de *hub*, peut combiner ces deux modes, car sur la plate-forme lui servant de base, les temps d'escale sont réduits au minimum lors des vagues d'arrivées et départs.

5. Zone technique

5.1 Tour et bloc techniques

L'implantation de ce bâtiment est en général commandée par celle de la tour de contrôle et de sa vigie, l'œil de l'aérodrome. L'implantation de la vigie dépend de « règles » de visibilité strictes. On recommande que les contrôleurs aient une très bonne visibilité sur la piste, sur les aires de stationnement et les voies de circulation, sur les approches et sur les tours de pistes. Selon le cas, on demandera une visibilité totale ou optimale (masques tolérés). Les masques peuvent être dus à des bâtiments, à des obstacles (terrain naturel ou arbres), à la structure constructive de la vigie.

La vigie, ainsi que le bloc technique, abritent les services chargés des fonctions suivantes :

- contrôle aérien qui consiste à faciliter et ordonner le trafic, à prévenir les abordages en vol et à prévenir les collisions sur les aires de manœuvre ;
- accueil et information des personnels navigants ;
- fonctionnement et maintenance des équipements mis en œuvre pour assurer les deux premières fonctions ;
- accueil du commandant d'aérodrome, dont le rôle est de veiller au respect des normes de sécurité et de sûreté aérienne, et des services qui lui sont rattachés.

5.2 SSLIA

Le Service de sauvetage et de lutte contre les incendies des aéronefs (SSLIA) a pour objet principal de sauver des vies humaines en cas d'accident ou d'incident d'aéronef. Le temps d'intervention doit être le plus court possible (3 minutes après le déclenchement de l'alerte). Pour cette raison, on implantera le poste du SSLIA de manière à optimiser les trajets vers les zones dites à risques (seuil de piste, aire de stationnement, zone des essenciers).

Le bâtiment sera conçu de manière à faciliter les interventions des pompiers :

- accès rapide aux véhicules depuis tout le bâtiment ;
- une sortie par véhicule.

Sans être impérative, la meilleure visibilité possible du poste d'alerte et de surveillance sur les zones à risque est recommandée.

6. Environnement aéroportuaire

Dans le domaine aéroportuaire, les préoccupations environnementales sont prises en compte dès la phase de planification de l'Avant projet de plan de masse (APPM) [10].

Tout d'abord, les nuisances sonores dues à l'exploitation aéroportuaire sont traitées par une étude de gêne sonore ; quand aux autres thèmes environnementaux tels que l'eau, l'air, ou les déchets, ils font l'objet d'un état initial et d'une analyse des impacts du projet de planification dans l'étude d'environnement de l'APPM.

Ce volet environnement des APPM a été créé par la circulaire 1870 SBA/6 du 8 mai 1979. Celle-ci s'inscrit dans la logique de la loi n° 76-629 du 10 juillet 1976 modifiée relative à la protection de la nature, qui a instauré les études d'impact.

En dehors de l'aspect planification, les aérodromes sont concernés par plusieurs réglementations en matière d'environnement. Ces textes ont permis la mise en œuvre d'outils réglementaires permettant d'assurer un suivi de l'infrastructure du point de vue de l'environnement, mais également de protéger les milieux naturels et les riverains au voisinage des aérodromes.

Exemple : on peut citer les Plans d'exposition au bruit concernant la gêne sonore ou les arrêtés d'autorisation « loi sur l'eau » concernant les rejets d'eaux pluviales ou les surfaces imperméabilisées de l'aérodrome.

Dans les paragraphes suivants, nous nous attacherons à décrire, thème par thème, les problématiques et les enjeux environnementaux à prendre en compte dans le cadre du fonctionnement ou du développement des infrastructures aéroportuaires.

6.1 Atteintes aux milieux naturels

La construction ou l'extension d'un aéroport peut induire la destruction partielle ou totale de milieux naturels, et ainsi aboutir à « l'artificialisation » (substitution de surfaces imperméabilisées à des espèces naturels au sens large) et à la banalisation des biotopes concernés.

La réglementation française a prévu des dispositions dans le but de protéger ces milieux. Ces mesures n'induisent cependant pas des contraintes de même nature ; certaines sont fortes (arrêtés de biotope, sites classés, zones de protection spéciale), d'autres le sont moins (zones naturelles d'intérêt écologique faunistique et floristique). Le recensement de ces dispositifs de protection constitue une étape primordiale de l'analyse environnementale.

Le projeteur pourra s'appuyer sur ce recensement, ainsi que sur d'éventuelles études complémentaires, afin de déterminer si les espaces naturels concernés ne présentent pas d'enjeux environnementaux forts, auquel cas la logique d'évitement prévaudra. Cependant, si les considérations techniques, financières ou autres impliquent effectivement la destruction partielle ou totale de biotopes, le projeteur devra mettre en œuvre des mesures visant à compenser, atténuer ou limiter les effets du projet sur les milieux naturels.

Dans ce cadre, une attention toute particulière sera portée aux zones humides, éléments de patrimoine naturel, dont une définition est donnée par la loi sur l'eau du 3 janvier 1992 (cf.[Doc. C 4 454]). L'article 2, codifié à l'article L 211-1 du Code de l'environnement, de la loi présente les objectifs d'une gestion équilibrée de l'eau dont notamment : « la préservation des écosystèmes aquatiques, des sites et des zones humides ; on entend par zone humide les terrains, exploités ou non, habituellement inondés ou gorgés d'eau douce, salée ou saumâtre de façon permanente ou temporaire ; la végé-

tation, quand elle existe, y est dominée par des plantes hygrophiles pendant au moins une partie de l'année ».

6.2 Impacts sur l'occupation du sol

L'implantation ou le développement d'un aéroport peut engendrer des contraintes sur des espaces, bâtis ou non, voués à d'autres usages (parc d'habitation, parc d'activités, terrains agricoles, éléments patrimoniaux).

De plus, les Plans d'exposition au bruit (PEB), les Plans de servitudes aéronautiques (PSA) et les Plans de servitudes radioélectriques (PSR) ont un impact fort sur l'urbanisme.

Le projeteur devra donc veiller à ce que le projet aéroportuaire soit compatible avec les documents d'urbanisme et les politiques mises en œuvre dans le périmètre d'étude.

6.3 Impacts liés à la desserte de l'aérodrome

Les aérodromes doivent être munis de voies d'accès adéquates. Celles-ci, qu'elles soient ferroviaires ou routières peuvent avoir des effets importants sur l'environnement (effet de coupure notamment).

Dans sa démarche d'aménagement, le projeteur cherchera à intégrer les dessertes dans l'environnement.

6.4 Impact visuel

En général, l'intégration d'un aéroport dans le paysage ne pose pas de problèmes particuliers. Les infrastructures aéroportuaires sont conventionnellement implantées sur des terrains plats et dégagés. Elles sont donc peu visibles sauf à très faible distance, et ne peuvent être vues depuis des sites dominants qu'à une grande distance.

Dans le cas de travaux importants, notamment en cas de terrassement, le projeteur veillera simplement à replanter convenablement les terrains mis à nu.

Pour les installations terminales, on rencontre deux cas :

— les grands aéroports conçus par tranches importantes, avec l'aide d'architectes, et présentant souvent des aspects esthétiques de qualité et une bonne homogénéité de conception ;

— les petits aéroports, où les opérations sont rares et ponctuelles ; il s'avère alors indispensable de définir un canevas type de prescriptions architecturales qui devront être imposées à tout projet de construction ultérieur.

6.5 Bruit engendré par les aéroports

Le bruit représente pour les riverains d'aérodromes, la nuisance aéronautique la plus importante et la plus immédiatement perceptible.

6.5.1 Bruit des aéronefs

Le bruit émis par les aéronefs en vol provient essentiellement deux phénomènes :

— le bruit émis par les groupes motopropulseurs : les moteurs et les hélices. Ce bruit dépend principalement du régime de fonctionnement des moteurs ;

— le bruit aérodynamique dû aux turbulences aérodynamiques créées autour de l'aéronef : les volets, les trains d'atterrissement, le fuselage. Ce bruit est directement lié à la vitesse de l'aéronef.

Le bruit émis par les aéronefs au sol provient principalement des groupes auxiliaires de puissance (aéronefs en stationnement) ou des groupes motopropulseurs (roulage, essais moteurs).

6.5.2 Indice *Lden*

L'indice *Lden* (*Level day evening night*) a été adopté par le décret n° 2002-626 du 26 avril 2002 (Journal Officiel du 28 avril 2002). Ce nouvel indice prend en compte les périodes de jour, soirée et nuit. Il remplace l'indice psophique (IP) à compter du 1^{er} novembre 2002.

L'indice *Lden* représente le niveau d'exposition totale au bruit des avions en chaque point de l'environnement d'un aérodrome. Il s'exprime en décibels (dB) et est calculé à l'aide de la formule suivante :

$$Lden = 10 \lg \frac{1}{24} \left[12 \times 10^{\frac{L_d}{10}} + 4 \times 10^{\frac{L_e + 5}{10}} + 8 \times 10^{\frac{L_n + 10}{10}} \right]$$

avec L_d niveau sonore moyen à long terme pondéré A tel que défini dans ISO 1996-2, déterminé sur l'ensemble des périodes de jour d'une année. La période de jour s'étend de 6 heures à 18 heures,

L_e niveau sonore moyen à long terme pondéré A tel que défini dans ISO 1996-2, déterminé sur l'ensemble des périodes de soirée d'une année. La période de soirée s'étend de 18 heures à 22 heures,

L_n niveau sonore moyen à long terme pondéré A tel que défini dans ISO 1996-2, déterminé sur l'ensemble des périodes de nuit d'une année. La période de nuit s'étend de 22 heures à 6 heures le lendemain.

Au voisinage d'un aérodrome, l'indice *Lden* est évalué sur une journée moyenne de trafic. Il n'a pas pour but de décrire un événement particulier, mais de caractériser l'exposition au bruit au voisinage de l'aérodrome dû à l'ensemble du trafic de cette journée moyenne. La journée est découpée en une période de jour (6 h-18 h), une période de soirée (18 h-22 h) et une période de nuit (22 h-6 h). Le niveau sonore moyen de la soirée est pénalisé de 5 dB (A), et celui de la nuit de 10 dB (A). Du point de vue acoustique, cela revient à considérer qu'un vol de soirée équivaut à 3,16 vols de jour, et qu'un vol de nuit équivaut à 10 vols de jour.

L'horizon de l'étude et la journée moyenne étant définis, les données nécessaires au calcul des courbes en indice *Lden* sont :

- l'infrastructure aéroportuaire (les pistes) ;
- les procédures aériennes (les trajectoires) ;
- les types d'aéronefs fréquentant l'aérodrome ;
- pour chaque couple (type d'aéronef *i* ; trajectoire *j*) : le nombre de mouvements de jour, soirée et nuit, pendant la journée moyenne, du type d'aéronef *i* qui emprunte la trajectoire *j* (un mouvement est soit un atterrissage, soit un décollage.)

L'indice *Lden* est calculé grâce à un programme informatique intégrant les lois de propagation et d'absorption du bruit dans l'air et utilisant une base de données acoustiques des aéronefs, ainsi qu'une base de données de performances de vol de ces aéronefs. Le modèle évalue l'indice *Lden* en un grand nombre discret de points au voisinage de l'aérodrome, et détermine par interpolation les courbes d'égal indice *Lden*.

La réglementation française définit deux documents réglementaires sur lesquels sont portées les courbes d'égal indice $Lden$ dans le but :

- d'éviter une urbanisation incompatible avec les nuisances sonores dues à l'exploitation de l'aérodrome. C'est l'objet du *Plan d'exposition au bruit* (PEB) ;
- et d'aider les riverains soumis à la gêne sonore à insonoriser leur logement. C'est l'objet du *Plan de gêne sonore* (PGS) (cf. [Doc. C 4 454]).

6.5.3 Plan d'exposition au bruit

La loi du 11 juillet 1985 relative à l'urbanisme au voisinage des aérodromes fixe les règles d'urbanisme applicables dans les différentes zones de bruit. Cette loi confirme l'objectif d'intérêt national de maîtrise de l'urbanisme autour des aérodromes. Elle permet d'intégrer dans les plans locaux d'urbanisme ou dans les plans d'occupation des sols (les PLU ou les POS), les règles spécifiques aux zones de bruit du plan d'exposition au bruit approuvé et, même en l'absence de PLU ou de POS, de protéger le site par l'intermédiaire de l'octroi des permis de construire.

Le plan d'exposition au bruit doit prendre en compte l'ensemble des hypothèses à court, moyen et long terme de développement de l'aérodrome concerné.

Les différentes zones de bruit d'un plan d'exposition au bruit sont les suivantes :

- la zone de bruit fort, A, est la zone comprise à l'intérieur de la courbe d'indice $Lden$ égale à 70 ;
- la zone de bruit fort, B, est la zone comprise entre la courbe d'indice $Lden$ égale à 70 et la courbe d'indice $Lden$ égale à 62. Toutefois, pour les aérodromes mis en service avant le 28 avril 2002, la valeur de l'indice servant à la délimitation de la limite extérieure de la zone B, peut être choisie entre 65 et 62 ;
- la zone de bruit modéré, C, est la zone comprise entre la limite extérieure de la zone B et la courbe correspondant à une valeur de l'indice $Lden$ choisie entre 57 et 55 ;
- la zone D est la zone comprise entre la limite extérieure de la zone C et la courbe d'indice $Lden$ égale à 50.

Depuis la loi n° 99-588 du 12 juillet 1999 portant création de l'Autorité de contrôle des nuisances sonores aéroportuaires (ACNUSA) les plans d'exposition au bruit peuvent délimiter une quatrième zone, dite zone D, à l'intérieur de laquelle les constructions sont autorisées mais doivent faire l'objet des mesures d'isolation acoustique prévues à l'article L. 147-6 du code de l'urbanisme. La délimitation d'une zone D est obligatoire pour les aérodromes accueillant le trafic public, sur lesquels le nombre annuel des mouvements d'aéronefs de masse maximale au décollage de plus de 20 tonnes est supérieur à 20 000. Sont concernés en 2002 les aéroports suivants : Paris-Orly, Paris-Charles-de-Gaulle, Nice-Côte d'Azur, Marseille-Provence, Toulouse-Blagnac, Bâle-Mulhouse, Bordeaux-Mérignac, Strasbourg-Entzheim, Lyon-Saint-Exupéry et Nantes-Atlantique.

La réglementation prévoit également une procédure d'élaboration tournée vers le public : consultation des communes, de la commission consultative de l'environnement et procédure d'enquête publique (décret n° 87-339 du 21 mai 1987).

La commission consultative de l'environnement, lorsqu'elle existe, est consultée par le Préfet de département sur les valeurs de l'indice $Lden$ à prendre en compte pour déterminer la limite extérieure de la zone C et, le cas échéant, celle de la zone B, avant qu'intervienne la décision d'établir ou de réviser un plan d'exposition au bruit.

C'est le Préfet qui approuve le plan par arrêté préfectoral (décret n° 87-340 du 21 mai 1987). Une fois la procédure achevée par l'approbation du plan d'exposition au bruit, celui-ci est annexé au PLU (ou au POS), au plan de sauvegarde et de mise en valeur et à la carte communale des communes concernées. Les dispositions de

ces documents doivent être compatibles avec les prescriptions d'urbanisme relatives aux différentes zones du PEB, présentées dans le tableau 3.

6.5.4 Plan de gêne sonore

La loi « bruit » du 31 décembre 1992 instaure un dispositif d'aide aux riverains tenant compte de l'importance de la gêne ressentie par les riverains et de l'habitat concerné par les Plans de gêne sonore (PGS). Ce dispositif est limité aux aérodromes accueillant du trafic public, sur lesquels le nombre annuel des mouvements d'aéronefs de masse maximale au décollage de plus de 20 tonnes est supérieur à 20 000 comme indiqué au § 6.5.3.

L'aide aux riverains est réservée aux propriétaires des logements situés dans l'emprise d'un plan de gêne sonore (PGS) approuvé par le Préfet de département. Le PGS est établi par les services de la Direction générale de l'aviation civile sur la base du trafic estimé, des procédures de circulation aérienne applicables et des infrastructures qui seront en service dans l'année suivant la date d'approbation du plan de gêne sonore. Le PGS n'est approuvé qu'après consultation de la Commission consultative de l'environnement (CCE) et des communes concernées. Il comprend trois zones :

- une zone I comprise à l'intérieur de la courbe d'indice $Lden$ égale à 70 ;
- une zone II comprise entre la courbe d'indice $Lden$ égal à 70 et la courbe d'indice $Lden$ égale à 65. Toutefois, dans le cas où la courbe extérieure de la zone B du plan d'exposition au bruit approuvé sur l'aérodrome est fixée à une valeur d'indice $Lden$ inférieure à 65, cette valeur est retenue pour le plan de gêne sonore ;
- une zone III comprise entre la limite extérieure de la zone II et la courbe d'indice $Lden$ égale à 55.

Le PGS est mis en révision par le Préfet dès qu'un changement d'hypothèses de trafic substantiel est constaté par la CCE (modification d'une procédure, de l'importance ou de la composition du trafic). L'ACNUSA est consultée sur le projet de PGS et peut recommander sa révision si elle l'estime nécessaire.

Les logements concernés par l'aide sont les logements situés en tout ou partie dans les zones I, II ou III du PGS approuvé et hors de l'emprise du PEB en vigueur à la date de l'autorisation de construire et de la dernière mutation à titre onéreux.

Le montant forfaitaire des travaux d'insonorisation des logements (arrêté du 15 mai 1997) est précisé dans le document *Pour en savoir plus* [Doc. C 4 454] à titre indicatif.

Cette aide aux riverains est accordée par l'agence de l'environnement et de la maîtrise de l'énergie (ADEME), qui est chargée de gérer la part relative au bruit des aéronefs de la taxe générale sur les activités polluantes (TGAP). La TGAP, affectée au budget de l'État, inclut également la taxe sur les déchets, la taxe sur la pollution atmosphérique et la taxe sur les lubrifiants et huiles générant des huiles usagées.

6.6 Impacts sur la qualité de l'air

La pollution atmosphérique liée à l'exploitation d'un aérodrome est le fait des multiples activités qui y sont exercées, et donc du nombre important de sources d'émissions polluantes qu'elles induisent. On distingue les sources d'émissions fixes comme les centrales thermiques ou les bancs d'essai réacteurs, et les sources d'émissions mobiles comme les voitures et les avions.

Tableau 3 – Règles d’urbanisme applicables dans les différentes zones de bruit (loi du 11 juillet 1985)

Prescriptions d’urbanisme				
Projets d’urbanisme	Zone A	Zone B	Zone C	Zone D
Constructions nouvelles				
Logements nécessaires à l’activité de l’aérodrome, hôtels de voyageurs en transit	autorisés	autorisés	autorisés	
Logements de fonction nécessaires aux activités industrielles ou commerciales	autorisés dans les secteurs déjà urbanisés	autorisés	autorisés	
Immeubles d’habitation directement liés ou nécessaires à l’activité agricole	autorisés dans les secteurs déjà urbanisés	autorisés	autorisés	
Immeubles collectifs à usage d’habitation	non autorisés	non autorisés	autorisés si réduction, dans un délai maximum d’un an, de la capacité d’accueil d’habitants dans les constructions existantes situées dans la même zone	
Habitat groupés (lotissement...) parcs résidentiels de loisirs	non autorisés	non autorisés	non autorisés	
Maisons d’habitation individuelle	non autorisées	non autorisées	autorisées si secteur d’accueil déjà urbanisé et desservi par équipements publics si n’entraînent qu’un faible accroissement de la capacité d’accueil	Autorisés sous réserve d’isolation
Constructions à usage industriel, commercial et agricole	admis si elles ne risquent pas d’entrainer l’implantation de population permanente	conditions identiques à la zone A	conditions identiques à la zone A	
Équipements de superstructures nécessaires à l’activité aéronautique	autorisés s’ils ne peuvent être localisés ailleurs	conditions identiques à la zone A	autorisés	
Équipements publics	autorisés s’ils sont indispensables aux populations existantes et s’ils ne peuvent être localisés ailleurs	conditions identiques à la zone A	conditions identiques à la zone A	
Opérations de rénovation des quartiers ou de réhabilitation de l’habitat existant	autorisés sous réserve de ne pas accroître la capacité d’accueil	conditions identiques à la zone A	idem A et autorisées si secteur d’accueil déjà urbanisé et desservi par équipements publics sous réserve d’un faible accroissement de la capacité d’accueil	
Amélioration et extension mesurée ou reconstruction des constructions existantes	autorisé s’il n’y a pas d’accroissement assimilable à la construction d’un nouveau logement	conditions identiques à la zone A	idem A et autorisées si secteur d’accueil déjà urbanisé et desservi par équipements publics sous réserve d’un faible accroissement de la capacité d’accueil	

Le tableau 4 résume les principaux polluants rencontrés sur une plate-forme, leurs sources et leurs effets sur la santé.

L’ozone (O_3) est un polluant secondaire issu des réactions photochimiques initiées essentiellement par les oxydes d’azotes et les hydrocarbures. Il est à l’origine de brouillards photochimiques à l’échelle locale ou régionale.

Certains des polluants décrits dans le tableau 4 ont aussi une action à l’échelle planétaire. Toutefois, lorsque l’on aborde cette problématique, il faut distinguer les sources au sol et les avions, ces derniers étant les seuls émetteurs dans les couches supérieures de l’atmosphère. Concernant les émissions des sources au sol, celles-ci peuvent réagir dans les basses couches de l’atmosphère avant d’atteindre les couches supérieures.

La destruction de l’ozone stratosphérique ou la formation d’ozone troposphérique font intervenir le dioxyde d’azote (NO_2), mais également d’autres espèces comme les particules. L’effet de serre quant à lui est principalement dû aux molécules d’eau et de dioxyde de carbone.

Le projeteur dispose maintenant d’outils pour estimer les émissions de polluants sur les aéroports. Il devra cependant vérifier que leurs concentrations ne dépassent pas les valeurs réglementaires [12]. Celles-ci sont notamment fixées par le décret n° 2002-213 du 15 février 2002, modifiant le décret n° 98-360 du 6 mai 1998, relatif à la surveillance de la qualité de l’air et de ses effets sur la santé et sur l’environnement, aux objectifs de qualité de l’air, aux seuils d’alerte et aux valeurs limites.

Tableau 4 – Impact sur la santé des polluants présents sur une plate-forme

Espèce polluante	Origine									Effets sur la santé			
	Trafic aérien	Groupe électrogène	Maintenance des moteurs	Véhicules de services	Transport de personnel/fret	Centrale électrique au gaz	Centrale électrique au fioul	Centrale électrique au charbon	Avitaillement	Stockage de carburant	Dégivrage	Atelier de peinture	
NO _x (oxydes d'azote)	•	•	•	•	•	•	•	•					Irritations, diminution possible des défenses immunitaires et accroissement de la sensibilité des bronches aux infections microbien
SO ₂ (dioxydes de soufre)	•	•	•	•	•	•	•	•					Irritations des muqueuses des voies aériennes, accroissement des pathologies respiratoires.
CO (monoxyde de carbone)	•	•	•	•	•	•	•	•					Prend la place de l'oxygène pour se combiner à l'hémoglobine du sang, ce qui conduit à une hypoxie tissulaire, cérébrale et cardiaque.
HC (hydrocarbures)	•	•	•	•	•	•	•	•					Irritations des yeux, toux, action cancérogène augmentée par les poussières qui absorbent les hydrocarbures et les déposent dans l'appareil respiratoire.
Plomb					•	•							
Fumées	•			•	•	•	•						Transport des polluants jusqu'au alvéoles pulmonaires, attaque des muqueuses nasales, augmentation de la sensibilité aux infections pulmonaires.
Composés organiques volatils									•	•	•	•	

Les délestages de carburant sont des événements exceptionnels, qui sont effectués uniquement dans des circonstances où la sécurité des passagers exige un allégement de la masse de l'appareil pour l'atterrissement. Selon les recommandations de l'Organisation de l'Aviation Civile Internationale (OACI), la vidange de carburant, lorsqu'elle est nécessaire, doit être effectuée à une altitude minimale de 2 000 mètres (niveau de vol : 60) et à une vitesse comprise entre 400 et 500 km/h afin d'obtenir des conditions de vaporisation optimales.

Lors d'une opération de délestage, 90 % du carburant s'évapore. Les composés organiques volatils (COV) issus de l'évaporation subissent des processus photochimiques produisant de la vapeur d'eau et du dioxyde de carbone. Le délestage étant effectué au dessus de 200 mètres, ces composés sont transformés avant d'atteindre la couche atmosphérique proche du sol, appelée couche limite.

Les 10 % de carburant restant s'évaporent en grande partie au contact du sol, le reste subissant une dégradation biologique partielle.

En fin de compte la quantité de carburant atteignant le sol, de manière effective, est de quelques milligrammes par mètre carré. Ces quantités sont sans commune mesure avec celles pouvant entraîner une intoxication aiguë.

6.7 Impacts sur la qualité des eaux

Dans le cadre de son fonctionnement, une plate-forme consomme de l'eau potable et de l'eau industrielle qu'elle rejette sous forme d'eaux usées. Un aérodrome est constitué d'importantes surfaces

imperméabilisées. Celles-ci sont à l'origine d'eaux de ruissellement qu'il faut évacuer.

La consommation d'eau (eau potable et eaux industrielles) d'un aéroport est fonction de son activité. D'une manière générale, les plate-formes civiles sont raccordées au réseau public d'adduction d'eau potable (AEP). Les besoins de l'aéroport doivent donc être pris en compte dans une démarche de gestion de la ressource en eau.

Les eaux usées sont dirigées vers des dispositifs de traitement qui peuvent être autonomes (fosses septiques) ou collectifs (stations d'épuration). Lorsque les aérodromes sont connectés au réseau public, les eaux usées traitées sont généralement rejetées vers le milieu naturel.

Le projeteur devra intégrer dans ses projets les besoins futurs de la plate-forme en matière d'assainissement, notamment en ce qui concerne la quantité d'effluents à traiter.

En ce qui concerne les eaux pluviales, on distinguera trois types de pollution :

– la pollution chronique : elle est due au fonctionnement de l'aéroport. Elle est accentuée, en terme de charge de pollution, par le développement des surfaces imperméabilisées et des activités aéroportuaires. La pollution chronique est le fait :

- des gaz d'échappement des avions et des véhicules de services ;
- des détergents qui sont utilisés pour les opérations de maintenance (nettoyage, réparation) ;
- des carburants et huiles répandues lors des opérations d'avitaillement ;
- des mousse synthétiques utilisées à l'occasion d'exercices d'incendie ;
- des traces de gommes laissées par les pneus des avions lors d'atterrissements ou de manœuvres ;

— la **pollution saisonnière** : ce sont les activités de viabilité hivernale qui en sont à l'origine [11] :

- les opérations de dégivrage des avions qui nécessitent l'utilisation de glycol, produit présentant une biodégradabilité élevée ;
- le déverglaçage des pistes, aires de stationnement et de mouvements, qui est effectué grâce à l'utilisation d'acétates et plus rarement d'urée ;
- l'entretien des dépendances vertes qui est effectué par pulvérisation de produits phytosanitaires ;

— la **pollution accidentelle** : elle survient à la suite du déversement accidentel de matières dangereuses. Sa gravité dépend de la nature des produits, des quantités déversées et de la ressource en eau susceptible d'être affectée. Ce type de pollution est par définition difficilement maîtrisable, on optera pour des mesures préventives telles que l'implantation de bassins de retenue.

Les quantités d'**eaux de ruissellement** à évacuer sur un aéroport peuvent être importantes. Le projeteur doit assurer l'évacuation de ces eaux de ruissellement sans aggraver les risques d'inondation en aval. Il veillera également à ne pas altérer la qualité du milieu naturel dans lequel s'effectue les rejets.

6.8 Gestion des déchets

Un aéroport génère de nombreux déchets dont certains nécessitent un traitement spécial en raison des dangers qu'ils présentent pour la santé ou l'environnement.

Afin que la gestion des déchets soit cohérente et efficace, le projeteur peut mettre en œuvre une réflexion stratégique dès le stade de la planification. Celle-ci se base sur l'analyse de la nature, de l'origine et des quantités de déchets produits.

Notons que le projeteur devra prévoir des zones de stockage conformes à la réglementation (loi n° 75-633 du 15 juillet 1975 modifiée) et vérifier que les filières de traitement sont adaptées aux déchets.

6.9 Prise en compte de l'environnement

Les effets d'un projet aéroportuaire sur l'environnement doivent être pris en compte le plus en amont possible de la phase de réalisation, mais également durant toute l'évolution de ce projet. Cela constitue l'une des préoccupations majeures des textes de loi qui, afin d'intégrer cette dimension environnementale, ont mis en place un certain nombre d'outils réglementaires :

— pendant la démarche de planification aéroportuaire, grâce aux études d'environnement de l'Avant projet de plan de masse (APPM) mises en place par la circulaire 1870 DBA/6 du 8 mai 1979 ;

— lors de l'Avant projet sommaire (APS) au travers des études d'impact, introduites par loi n° 76-629 du 10 juillet 1976 modifiée relative à la protection de la nature, qui a instauré les études d'impact dont le contenu est précisé par le décret du 12 octobre 1977 ;

— dans le domaine de la qualité de l'air, une procédure identique a été introduite par la loi n° 96-1236 du 30 décembre 1996 sur l'air et l'utilisation rationnelle de l'énergie (LAURE), transcription dans le droit français de la directive cadre du 27 septembre 1996 relative à la gestion et à l'évaluation de la qualité de l'air ambiant. C'est la circulaire n° 98-36 du 17 février 1998 relative à l'application de

l'article 19, codifié par les articles L 122-1 - L 122-3 du Code de l'environnement, de la loi sur l'air et à l'utilisation rationnelle de l'énergie, qui complète le contenu des études d'impact des projets d'aménagement en matière de qualité de l'air ;

— lors d'études liées à l'application de la loi du 3 janvier 1992 dite loi sur l'eau. En effet, un projet aéroportuaire peut entrer dans le cadre d'une ou de plusieurs rubriques du décret nomenclature n° 93-743 du 29 mars 1993. Dans ce cas, il peut être soumis à une procédure d'autorisation ou de déclaration au titre de la loi sur l'eau, décrite par le décret n° 93-742 du 29 mars 1993. Du point de vue de la procédure d'autorisation, les aérodromes peuvent être concernés par les rubriques présentées dans le document *Pour en savoir plus* [Doc. C 4 454] ;

— la plupart des documents réglementaires ayant pour objectif la protection de l'environnement (étude d'impact, autorisation loi sur l'eau...) sont ou peuvent entrer dans le cadre d'une enquête publique. Cette procédure vise à informer le public et à recueillir son avis préalablement à certaines décisions ou opérations d'aménagement. Il existe deux types d'enquête :

- l'enquête publique de droit commun est préalable à la Déclaration d'utilité publique (DUP). Elle est diligentée par les articles R 11-4 à 14 du code de l'expropriation. Le Plan de Servitude Aéronautique (PSA) par exemple, est précédé d'une enquête de ce type ;

- l'enquête publique de type « Bouchardeau », instaurée par la loi n° 86-630 du 12 juillet 1983 modifiée, concerne principalement les opérations susceptibles d'avoir un impact sur l'environnement. Le décret n° 85-453 du 23 avril 1985 modifié liste les projets soumis à ce type d'enquête, réglementé par les articles R 11-14-1 à 15 du code de l'expropriation. Le Plan d'Exposition au Bruit (P.E.B.) est soumis à enquête de type « Bouchardeau ».

Si un projet est soumis aux deux types d'enquêtes, c'est l'enquête publique de type « Bouchardeau », plus contraignante que l'enquête de droit commun, qui prévaut et peut donner lieu à une DUP ;

— enfin, depuis 1995, un autre dispositif de concertation sur la base d'opérations d'enjeu national a été mis en place : le débat public. Cette procédure a été créée par la loi n° 95-101 du 2 février 1995 modifiée relative au renforcement de la protection de l'environnement.

Ce sont les décrets n° 96-388 du 10 mai 1996 modifié et n° 84-617 du 17 juillet 1984 qui déterminent quels types de projets aéroportuaires sont concernés par la procédure de débat public. À titre d'exemple, sont concernés tous projets de création ou d'extension d'infrastructures aéroportuaires de catégorie A pour un coût supérieur à 500 millions de francs soit environ 76 M€.

6.10 Conclusion

Bien que plusieurs documents puissent constituer le support de l'évaluation environnementale d'un projet, celle-ci repose toujours sur les mêmes principes. En premier lieu, le projeteur devra effectuer une analyse de l'état initial. Dans un second temps, il devra inventorier les effets directs et indirects, temporaires ou permanents du projet aéroportuaire sur l'environnement.

Enfin, le processus de planification doit être le cadre d'une concertation efficace. Celle-ci permettra de mieux identifier les besoins des futurs utilisateurs de l'aérodrome, mais également de clarifier les préoccupations des riverains quant à l'évolution de leur qualité de vie à la suite de la mise en œuvre du projet.