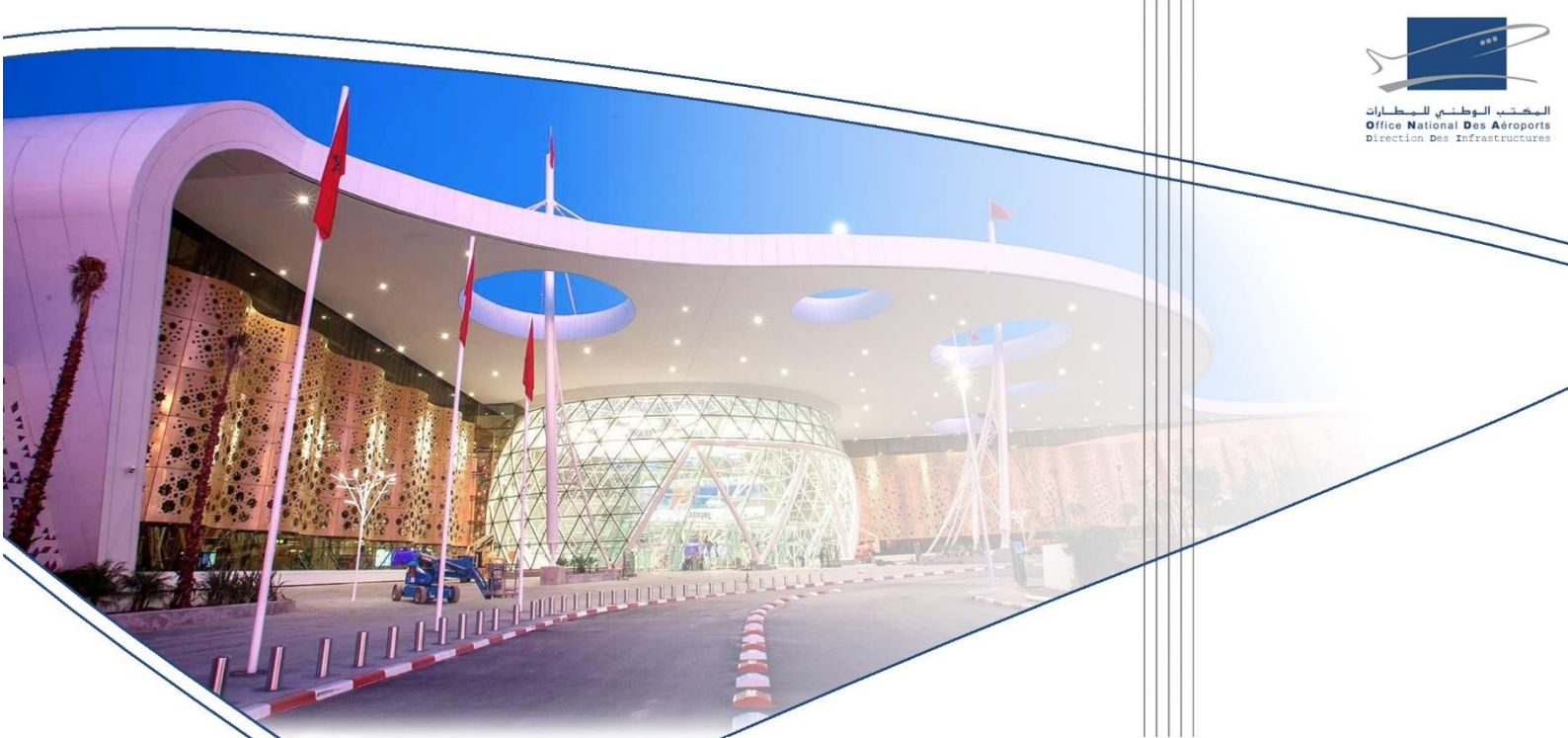




المكتب الوطني للمطارات
Office National Des Aéroports
Direction Des Infrastructures



-LIVRE BLANC-

CONCEPTION ET DIMENSIONNEMENT DES AEROPORTS

V.TOURS DE CONTOLE



LIVRE BLANC

PARTIE

5



TOURS DE CONTROLE

| | | |
|--------------------|---|-----------|
| I. | PRESENTATION GENERALE | 4 |
| II. | DEFINITIONS : VIGIE, FUT ET BLOC TECHNIQUE | 5 |
| III. | LES FONCTIONS D'UNE TOUR DE CONTROLE | 6 |
| 1. | FONCTIONS DES TOURS DE CONTROLE D'AERODROME..... | 6 |
| I.1.1 | Généralités | 7 |
| I.1.2 | DEFINITIONS..... | 7 |
| 2. | POSITIONS CARACTERISTIQUES D'UN AERODROME | 8 |
| IV. | L'ENVIRONNEMENT OPERATIONNEL ET TECHNIQUE DE LA TOUR | 9 |
| V. | EXIGENCES DE CONCEPTION D'UNE VIGIE..... | 10 |
| VI. | DIMENSIONNEMENT DE LA VIGIE ET DISPOSITION DES CONSOLES | 11 |
| 1. | DIMENSIONS DU POSTE DE CONTROLE | 12 |
| 2. | NOMBRE DE POSITIONS DE LA VIGIE NIVEAU -V6- | 15 |
| 3. | ESPACE SOUS LA VIGIE | 15 |
| VII. | AMENAGEMENT ET MATERIEL | 16 |
| VIII. | LOCALISATION DE LA TOUR..... | 16 |
| 1. | PRIORITE A LA VIGIE | 16 |
| 2. | ETRE BIEN PLACE POUR BIEN VOIR..... | 17 |
| IX. | CONTRAINTES D'IMPLANTATION | 20 |
| 1. | SERVITUDES A RESPECTER | 20 |
| 2. | SERVITUDES AERONAUTIQUES : LES PREMIERES CONTRAINTES A CONSIDERER SONT LES SERVITUDES AERONAUTIQUES... | 20 |
| 3. | LA CLASSIFICATION OACI | 20 |
| PISTE | | 21 |
| 4. | CONTRAINTES TECHNIQUES DE PROXIMITE OU D'ELOIGNEMENT | 21 |
| 5. | CONTRAINTES DE SURETE | 22 |
| 6. | LA NATURE DU SOL | 22 |
| 7. | IMPLANTATION ET BRUIT | 22 |
| X. | EXIGENCES QUALITATIVES | 25 |
| 1. | VISUELLES :..... | 26 |
| 2. | ACOUSTIQUE : | 26 |

I. PRESENTATION GENERALE

La tour de contrôle est, ne serait-ce que par sa hauteur, le bâtiment le plus caractéristique sur un aérodrome. Elle est facilement reconnaissable, même intégrée à un bloc technique ou à l'aérogare. La structure et la fonction de ce bâtiment lui confèrent une image de sceptre de l'aéroport.

La présence de la tour de contrôle a aussi une fonction symbolique elle :

- rassure l'usager qui a devant ses yeux le lien entre l'avion et le sol ;
- est à la fois un « centre névralgique » et l'« œil » de l'aéroport ;
- est également représentative du progrès technique qui a permis la conquête du ciel.

Aussi, une tour de contrôle doit être particulièrement bien traitée architecturalement, non seulement pour des exigences fonctionnelles, mais aussi pour son image. Ce traitement doit être en liaison avec celui des autres bâtiments existants et futurs de l'aéroport et en fonction de l'environnement et des particularités locales.

Il existe trois grandes familles de vigies de tour de contrôle:

- les vigies intégrées à un immeuble (bureaux, aérogare), comme si elles le couronnaient (photo 1) ;
- les vigies servant de couronnement à une tour (photo 2) ;
- les vigies reposant sur un ou plusieurs fûts non habités (photo 3).



Photo 1



Photo 2



Photo 3

II. DEFINITIONS : VIGIE, FUT ET BLOC TECHNIQUE

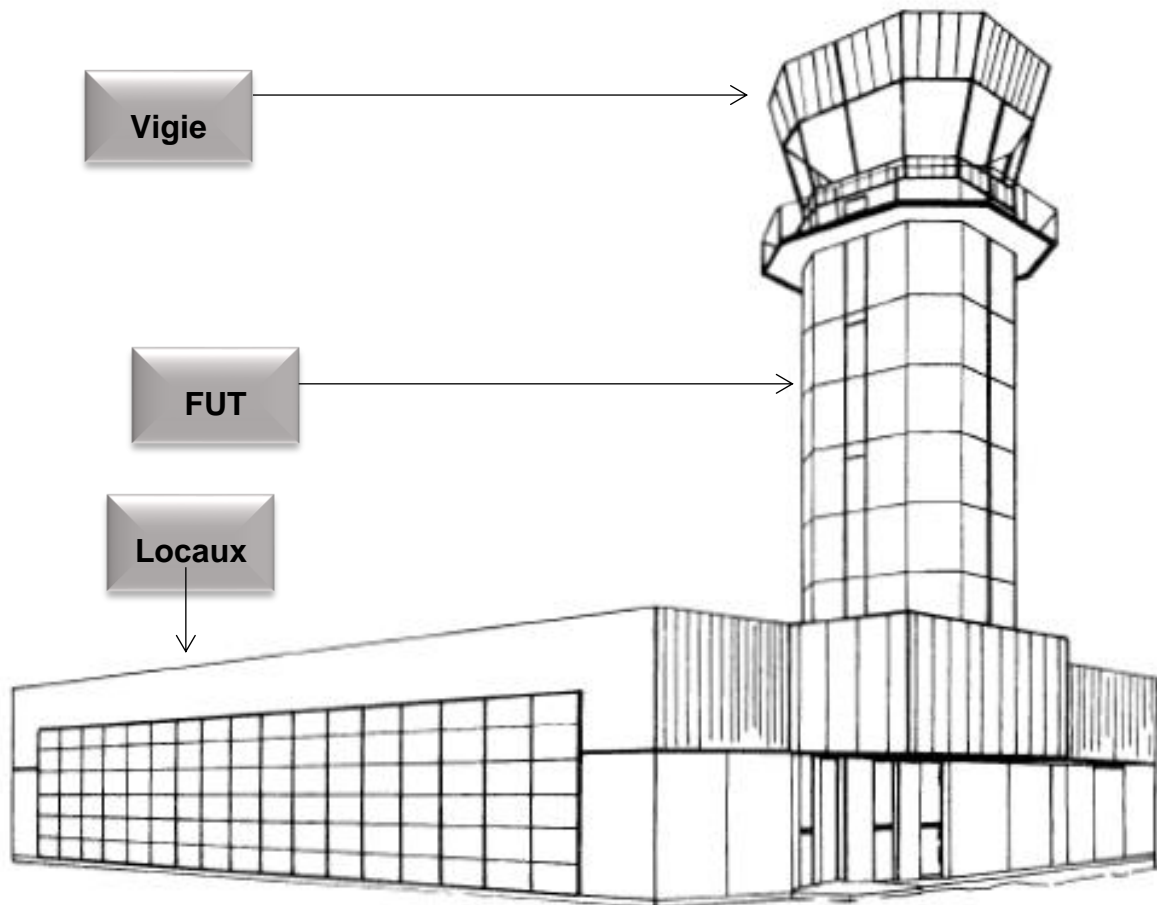
Une tour de contrôle d'aérodrome est constituée de l'ensemble : vigie + fût.

Le fût (ou les fûts, car il peut y en avoir plusieurs) comprend généralement un escalier, un ascenseur monte-charge des gaines techniques, etc... Les dispositions préventives de sécurité incendie (coupe-feu, sas, ...) doivent garantir de bonnes conditions d'évacuation.

Le bloc technique est le bâtiment situé en pied de la tour, où se trouvent les salles techniques et bureaux administratifs qui doivent être proches de celles-ci. Sa composition est variable, mais on y trouve le plus souvent :

- les services techniques de maintenance ;
- les bureaux du contrôle aérien ;
- les locaux vie ;
- les locaux de formation ;
- les bureaux administratifs de la navigation aérienne technique et opérationnelle;
- le bureau de piste.

Liste non exhaustive.



III. LES FONCTIONS D'UNE TOUR DE CONTROLE

La conception d'une tour de contrôle d'aérodrome doit répondre à deux besoins opérationnels essentiels pour permettre au contrôleur de la circulation aérienne d'exercer un contrôle efficace sur les aéronefs qui évoluent sur l'aérodrome et au voisinage de celui-ci. Ces besoins sont les suivants :

- la tour doit permettre au contrôleur de voir parfaitement toutes les parties de l'aérodrome et de ses environs sur lesquels il exerce son contrôle ;
- la tour doit être équipée de manière à assurer au contrôleur des communications rapides et fiables avec les aéronefs qui le concernent.

L'ensemble des fonctions assurées par une tour telles qu'elles sont définies par l'OACI sont présentées dans l'extrait exposé ci-après du Doc 4444 OACI (*procédures pour les services de navigation aérienne*) – *Gestion du trafic aérien* :

1. Fonctions des Tours de contrôle d'aérodrome

I.1.1 Généralités

Les tours de contrôle d'aérodrome transmettront des renseignements et des autorisations aux aéronefs placés sous leur contrôle dans le but d'assurer l'acheminement sûr, ordonné et rapide de la circulation aérienne sur l'aérodrome ou aux abords de celui-ci, afin de prévenir les collisions entre :

- a) Les aéronefs en vol dans la zone de responsabilité désignée de la tour de contrôle y compris les circuits d'aérodrome,
- b) Les aéronefs évoluant sur l'aire de manœuvre,
- c) Les aéronefs en train d'atterrir ou de décoller,
- d) Les aéronefs et les véhicules évoluant sur l'aire de manœuvre,
- e) Les aéronefs sur l'aire de manœuvre et les obstacles se trouvant sur cette aire.

Les contrôleurs d'aérodrome surveilleront constamment tous les vols au-dessus de l'aérodrome ou aux abords de celui-ci ainsi que les véhicules et le personnel sur l'aire de manœuvre.

Une veille sera maintenue par observation visuelle ; dans des conditions de faible visibilité, celle-ci sera renforcée par radar, si celui-ci est disponible.

Les fonctions d'une tour de contrôle d'aérodrome peuvent être assurées par différents postes de contrôle ou de travail, tels que :

- Contrôleur d'aérodrome, normalement chargé des mouvements sur la piste et des aéronefs en vol dans la zone de responsabilité de la tour de contrôle d'aérodrome ;
- Contrôleur sol normalement chargé de la circulation sur l'aire de manœuvre, à l'exception des pistes ;
- Poste de délivrance des autorisations, normalement chargé de la délivrance des autorisations de mise en route de moteurs et des autorisations ATC pour les vols IFR au départ.

I.1.2 DEFINITIONS

Circulation d'aérodrome

Ensemble de la circulation sur l'aire de manœuvre d'un aérodrome et des aéronefs évoluant aux abords de cet aérodrome.

Note – Un aéronef est aux abords d'un aérodrome lorsqu'il se trouve dans un circuit d'aérodrome, lorsqu'il y entre ou lorsqu'il en sort.

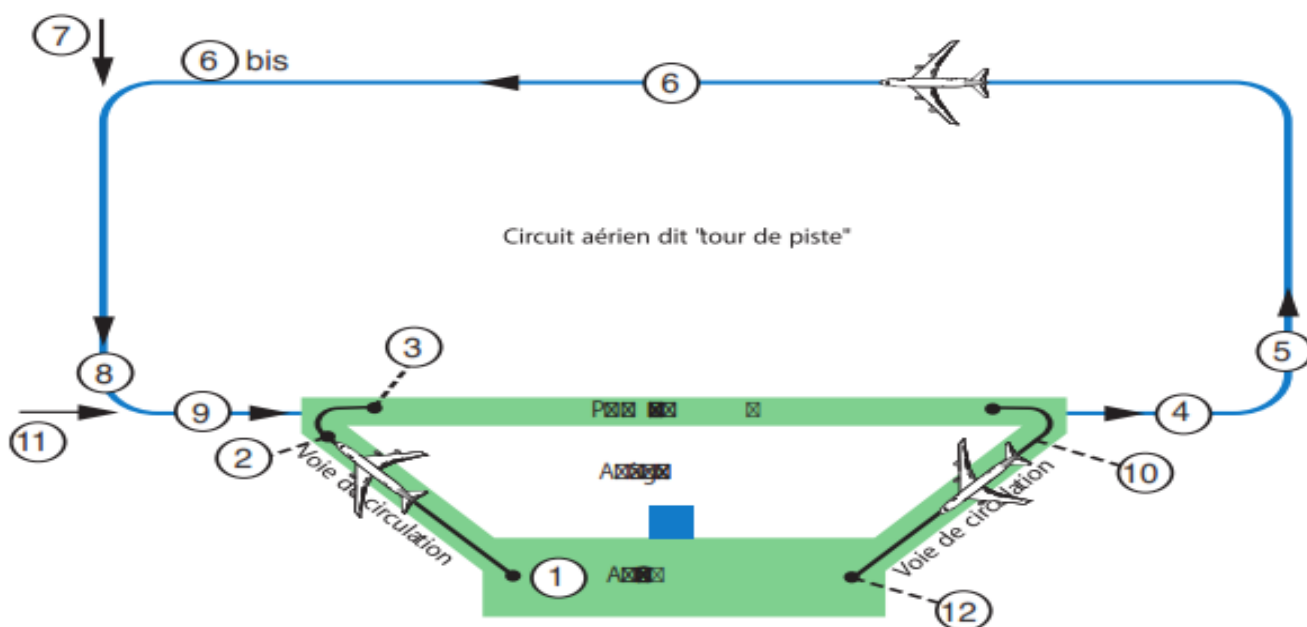
Aire de manœuvre

Partie d'un aérodrome à utiliser pour les décollages, les atterrissages et la circulation des aéronefs à la surface, à l'exclusion des aires de trafic.

Aire de trafic

Aire définie, sur un aérodrome terrestre, destinée aux aéronefs pendant l'embarquement ou le débarquement des voyageurs, le chargement ou le déchargement de la poste ou du fret, l'avitaillement ou la reprise de carburant, le stationnement ou l'entretien.

2. Positions caractéristiques d'un aérodrome



1 : aire de trafic - la clairance de circulation au sol est accordée à cet endroit.

2 : point d'arrêt - la clairance de pénétrer sur la piste est donnée au plus tard à cet endroit.

3 : aligné - la clairance de décollage est donnée au plus tard à cet endroit.

4 : montée initiale

5 : vent traversier - segment rejoignant le segment vent arrière.

6 : vent arrière, travers mi- piste - position où est normalement communiqué le numéro d'ordre à l'atterrissage.

6 bis : fin de vent arrière : position où un aéronef doit recevoir au plus tard son numéro d'ordre à l'atterrissage.

7 : base - position où un aéronef effectuant une approche semi-directe doit recevoir au plus tard le numéro d'ordre à l'atterrissage; ce point est l'équivalent du point 6 bis.

8 : dernier virage

9 : finale - segment où est donnée au plus tard la clairance d'atterrissage ou de remise des gaz.

10 : piste dégagée - position où est donnée la clairance pour rejoindre l'aire de trafic.

11 : longue finale - position où un aéronef effectuant une approche directe doit recevoir au plus tard le numéro d'ordre d'atterrissage; ce point est l'équivalent du point 6 bis.

12 : position où les renseignements de stationnement sont donnés s'il y a lieu.

IV. L'ENVIRONNEMENT OPERATIONNEL ET TECHNIQUE DE LA TOUR

Le contrôleur de la circulation aérienne est l'élément principal dans une vigie, son appréciation s'appuie sur l'observation visuelle et l'écoute radio, en cas de situation critique il ne dispose souvent que de quelques secondes pour analyser et réagir. Le risque est d'autant plus grand que le trafic est important et le contrôleur fatigué. Cela incite à tout mettre en œuvre pour lui faciliter le travail par la mise à sa disposition notamment de:

- Moyens techniques performants et de haute technologie ;
- Procédures opérationnelles;
- Horaires aménagés ;
- Possibilité de se reposer ;
- Organisation spatiale appropriée ;
- Bonne ergonomie du poste de travail.

Le concepteur de la vigie n'interviendra ni sur les procédures, ni sur les aides techniques, ni sur les horaires aménagés. En revanche, il devra intégrer toutes ces données pour concevoir des locaux offrant le maximum de confort de travail. Pour cela, il mettra principalement l'accent sur certaines exigences spécifiques à savoir :

- La réduction des nuisances et des gênes ;
- Les confort visuels, acoustiques et thermiques ;
- L'ergonomie du poste de travail ;
- L'organisation interne des locaux de la vigie en particulier ;

- Le respect des liaisons et des proximités nécessaires entre les différentes fonctions.

Cependant, le premier objectif reste de respecter ces exigences si l'on veut assurer de bonnes conditions à l'exercice du contrôle d'aérodrome, dont le double enjeu : efficacité/sécurité du transport aérien, est fondamental. Le second est d'intégrer les contraintes dues aux équipements, car l'une des spécificités des tours de contrôle est de renfermer de nombreux appareillages techniques.

Ces exigences doivent être intégrées (le cas d'un projet de nouvelle tour de contrôle), très en amont par le maître d'œuvre (dès le stade esquisse), d'où la nécessité d'élaborer un programme suffisamment explicite et détaillé.

V. EXIGENCES DE CONCEPTION D'UNE VIGIE

La conception et la réalisation des ensembles immobiliers abritant les services opérationnels du contrôle aérien sur les plateformes aéroportuaires doivent répondre à une triple exigence :

1. Permettre et optimiser la mission de contrôle assurée par un personnel hautement qualifié utilisant des équipements et matériels de haute technologie ;
2. Assurer les conditions d'installation de ces équipements avec toutes les contraintes physiques associées : température, hygrométrie, sécurité, sûreté...
3. Faciliter, par une accessibilité adaptée, les missions d'entretien de maintenance et de développement de ces derniers sous exploitation.

La tour de contrôle, par sa silhouette, sa hauteur et son élancement, apparaît comme signe majeur marquant l'activité de la plateforme aéroportuaire et l'arrivée sur le territoire du Royaume du Maroc. A ce titre, cet objet appelle et justifie une architecture élaborée et signifiante, offrant des conditions très favorables à la mission de contrôle et de sécurité du trafic aérien.

Ainsi, les ambiances intérieures doivent être conçues au service de la concentration et la sérénité nécessaire aux opérations de contrôle aérien, en ménageant des espaces d'intimité spécifiques en contraste des vastes étendues d'aires de trafic et de stationnement.

Les problématiques les plus fréquemment abordées concernent :

- L'implantation et la hauteur au regard des exigences de visibilité, d'accès, de sûreté, des contraintes au sol, de développement et des servitudes ;
- Le dimensionnement et la configuration des surfaces opérationnelles (vigie, salle technique...) liés à l'ergonomie des postes de travail ;
- La hiérarchisation d'accès et de desserte au regard des impératifs de sécurité et de sûreté ;
- La maîtrise de la lumière naturelle dans la vigie (éblouissement, ambiance) en parallèle avec la technicité des grands volumes vitrés mis en œuvre ;
- La régulation du confort thermique d'un volume vitré à 360° soumis à d'importantes variations climatiques sur la journée et la nuit en fonction des saisons ;
- L'obtention d'un confort acoustique pour un dialogue précis entre le sol et l'avion.

VI. DIMENSIONNEMENT DE LA VIGIE ET DISPOSITION DES CONSOLES

La hauteur de la tour doit être telle que, à son niveau normal de vision (1,5 m au-dessus du plancher de la vigie), le contrôleur soit en mesure d'exercer la surveillance visuelle mentionnée ci-dessus. Plus la tour est haute, plus il est facile d'exercer une surveillance optimale, mais les coûts sont alors plus élevés et la probabilité de pénétrer les surfaces de limitation d'obstacles est plus grande. Il faut par ailleurs s'efforcer de réduire au minimum les reflets dans les vitres de la vigie, ainsi que l'éblouissement dû au soleil ou à la lumière artificielle à travers les baies vitrées.

Les poteaux verticaux du toit de la vigie doivent avoir le plus faible diamètre possible afin d'obstruer au minimum le champ de vision du contrôleur. De plus, ils doivent être aussi peu nombreux que possible, tout en permettant de réduire les reflets au minimum. A cet égard, on notera, que moins il y a de poteaux verticaux, moins il faut de châssis vitrés. Or, moins il y a de châssis vitrés, plus il y a de reflets. Les rebords des baies vitrées de la vigie doivent être situés aussi bas que possible afin de permettre au contrôleur de voir le mieux possible la surface qui s'étend à partir du pied de la tour.

Les pupitres et les consoles ne doivent pas dépasser la hauteur du rebord des baies vitrées. La profondeur de ces pupitres et consoles a des effets analogues sur les limites du champ de vision. D'une manière générale, plus le rebord des baies vitrées est haut et/ou plus les pupitres et consoles sont profonds et plus la surface que le contrôleur peut ne pas voir à partir du pied de la tour est

étendue. Il faut prévoir un éclairage antireflet approprié pour permettre au contrôleur de lire et d'écrire. Cet éclairage doit être disposé de manière que le contrôleur ne soit pas gêné la nuit lorsqu'il veut surveiller l'aérodrome et ses environs.

La disposition des postes de contrôle dans la vigie et l'aménagement des pupitres et consoles qui en découle seront évidemment déterminés par l'emplacement de la tour par rapport à l'aire de manœuvre et, plus particulièrement, par rapport à la direction d'approche qui est le plus souvent utilisée à l'aérodrome dont il s'agit.

L'aménagement général sera également déterminé par le nombre de postes de contrôle qui sont occupés simultanément dans la tour et par les responsabilités respectives de leurs occupants (contrôle des aéronefs à l'arrivée et au départ, mouvements au sol, émission des autorisations, commande du tableau d'éclairage, etc.). En conséquence, cet aménagement général variera certainement d'un aérodrome à l'autre, en fonction des variations de la circulation. Il faut donc avant tout faire preuve de souplesse et de prévoyance lors de l'installation initiale afin d'éviter les modifications majeures de structure ou d'installation qui pourraient devenir nécessaires ultérieurement si des changements intervenaient sur le plan opérationnel.

Les dimensions de la vigie doivent être déterminées avant tout en fonction du nombre, de l'emplacement et des dimensions des pupitres et consoles de contrôle (cf. Fig. 1). Par rapport aux pistes principales, la vigie doit être orientée de manière à obtenir la meilleure vision non obstruée de l'aire de manœuvre de l'aérodrome. L'orientation doit également être de nature à réduire au minimum l'éblouissement par le soleil lorsque les contrôleurs surveillent les aires principales, principalement au lever et au coucher du soleil, lorsque le soleil est bas sur l'horizon.

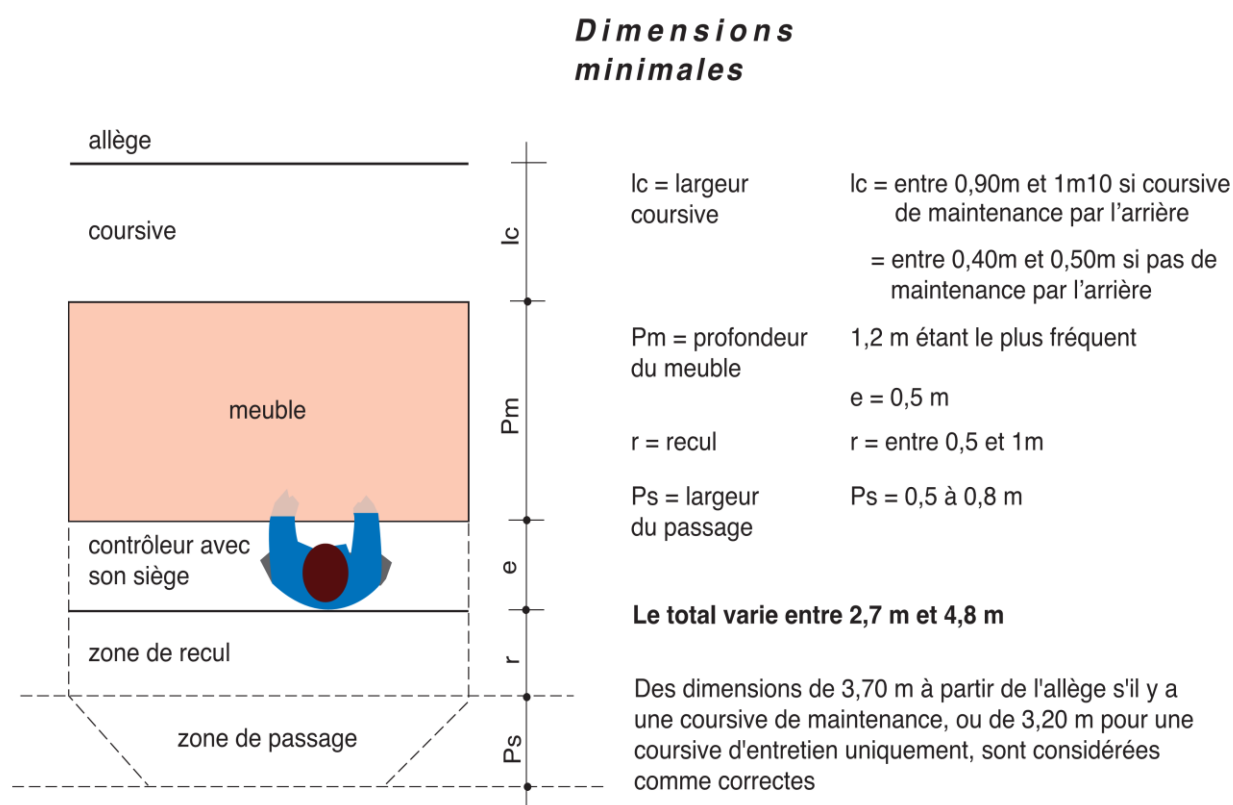
1. Dimensions du poste de contrôle

- La profondeur d'un pupitre de contrôle est généralement comprise entre 0,82m et **1,40m** elle est d'environ 1,20m dans les cas les plus courants;
- La largeur quant à elle est comprise entre 1,20m et 2,40m pour atteindre **2,64m** dans le cas de postes doubles;

- Le type de coursive dépend du mode de maintenance envisagé, la largeur minimale d'un tel chariot étant de 80cm. La coursive aura une largeur minimum de **90cm** (une unité de passage);
- Pour les vigies où l'on n'envisage pas de maintenance par l'arrière des pupitres, une coursive éventuellement plus étroite de 40 **ou 50cm** reste fortement recommandée, pour permettre le nettoyage des vitrages.

Exemple de dimensions minimales d'un pupitre (Fig.1)

Ref. : Fascicule F-5 l'espace intérieur (DGAC-fr)



Les vitrages doivent être inclinés vers l'extérieur pour éliminer les reflets des consoles et donner de l'ombre lorsque le soleil est haut dans le ciel. Les vitrages doivent être doubles, non déformants et non traités et les châssis doivent être frettés sur les vitrages de manière à assurer un joint étanche à l'air, à l'eau et aux vapeurs.

Les surfaces intérieures des murs doivent être peintes de couleur sombre et mate pour éviter les reflets ; les poteaux verticaux doivent également éviter les reflets et être peints de couleur sombre. La hauteur libre minimale entre le plancher et le plafond de la vigie doit être de 3 m. Le plafond peut décrire une pente ascendante à son périmètre pour améliorer la visibilité vers le haut,

notamment depuis le côté opposé de la vigie. Il doit être insonorisé et peint de couleur gris fusain ou noir mat pour éviter les reflets.

La vigie doit avoir un éclairage à intensité variable, généralement encastré dans le plafond et orientable. L'éclairage destiné à chaque poste de contrôle doit être situé et peint de manière à réduire au minimum l'éblouissement et les reflets. L'éclairage des étages et de l'escalier doit être encastré et placé sous écran.

Le tapis du plancher de la vigie doit être résistant à l'usure, insonore, antistatique et ignifuge.

Etant donné son emplacement, la vigie d'une tour de contrôle est particulièrement exposée aux intempéries et aux variations de température. Une bonne circulation d'air est donc souvent

indispensable pour maintenir des conditions acceptables de travail. Lorsque tel est le cas, l'air doit être réparti également tout autour de la vigie et le système doit assurer un milieu stable. L'expérience montre qu'il vaut mieux placer les bouches d'aération au niveau du rebord des baies vitrées qu'au niveau du plafond car, dans ce dernier cas, le système est souvent trop bruyant pour le personnel qui travaille dans la vigie et il est également plus difficile à entretenir. Il vaut mieux équiper la vigie de circuits séparés pour la climatisation et pour le réchauffage et la ventilation car cela permet d'éviter la buée ou le givre sur l'intérieur des baies vitrées, ainsi qu'une chaleur excessive dans la vigie. Cela permet aussi de prévenir ou de supprimer l'accumulation de glace à la surface extérieure des baies vitrées. En outre, le système permet de ne chauffer que la vigie lorsqu'il n'y a pas lieu de chauffer également le reste de la structure ce qui, à certains endroits, permet de réaliser des économies très appréciables. Le thermostat qui contrôle ces systèmes doit être situé de manière à ne pas être exposé directement aux rayons du soleil ni à d'autres sources de chaleur.

Les matériaux utilisés pour la structure d'une tour de contrôle doivent être à l'épreuve du feu et tous les matériaux intérieurs doivent être ignifugés. Des issues de secours doivent être prévues, principalement pour la vigie et les niveaux supérieurs du fût de la tour. Les issues de secours peuvent être dotées d'échelles métalliques permanentes à l'extérieur de la structure ou d'une cage de sécurité à l'intérieur. La structure doit être également munie d'un système de détection de fumée et d'alarme et d'un grand nombre d'extincteurs placés à des endroits déterminés et vérifiés périodiquement. Les escaliers doivent être

équipés d'une rampe. Il y a lieu d'installer un ascenseur si le plancher de la vigie est situé à un minimum de 15 m au-dessus du sol et aussi un aspirateur central avec des prises dans chaque pièce et des moteurs situés à l'écart des locaux normalement occupés permet d'atténuer le bruit de manière appréciable.

2. Nombre de positions de la vigie niveau -V6-

1. Position prévol

(Autorise la mise en route de l'appareil et donne les renseignements essentiels sur les paramètres, la circulation de l'aérodrome et l'état de ce dernier) ;

2. Position sol

(gère le déplacement des aéronefs et des véhicules sur la plateforme (back-up sol) ;

3. Position local

(Gère l'utilisation de la piste à l'atterrissage et au décollage);

-Positions supplémentaires spécifiques-:

4. Position Superviseur;

5. Position de la formation OJT (et en même temps back-up local).

Les meubles autres que ceux directement liés au contrôleur (rangement, tables).

3. Espace sous la vigie

L'espace sous vigie doit être organisé en cinq niveaux comportant :

- **niveau -V5-** Poste de contrôle sol + position SUP;
- **niveau -V4-** Salle technique: Position SUP + des baies techniques regroupant les équipements électroniques ont généralement un gabarit de 2 à 2,14m de haut pour 0,80m à 1,00m de large et 0,80m de profondeur, et ont besoin d'un espace libre au-dessus; il faut également considérer la circulation autour des baies;
- **niveau -V3-** Replis des ATCOs-ATSEP femmes + Salle de détente et des sanitaires (soit 12 m2 minimum hors sanitaires);
- **niveau -V2-** Replis des Replis des ATCOs-ATSEP hommes + Salle de détente et des sanitaires (soit 12 m2 minimum hors sanitaires);
- **niveau -V1** Météo + un lit de repos;

- **Rez-de-chaussée:** ARO + Salle IFR (Blocs TECH et OPR) et structures ADM de l'entité NA.

VII. AMENAGEMENT ET MATERIEL

La vigie doit être équipée de consoles pour loger l'équipement, ainsi que de pupitres à la même hauteur que les consoles pour écrire, et aussi pour installer l'équipement de surveillance, notamment :

- les tableaux d'éclairage de l'aérodrome ;
- les tableaux de contrôle de l'ILS ;
- les tableaux des sélecteurs du téléphone et de la radio et les supports destinés aux microphones et aux combines téléphoniques ;

Les pupitres doivent aussi permettre d'installer les supports des fiches de progression de vol "strips" et ils doivent être équipés de branchements radio et téléphoniques notamment aux fins de la surveillance.

Lorsque l'équipement est logé dans des consoles fixes qui sont adossées aux murs extérieurs de la vigie, ces consoles doivent s'ouvrir à l'avant pour faciliter la maintenance. On facilite également les travaux de maintenance en utilisant des consoles modulaires qui se raccordent simplement les unes aux autres.

Si les consoles et les pupitres sont munis de plaques de plexiglas à leur partie supérieure, on peut insérer sous ces plaques les cartes et autres documents que l'on utilise régulièrement. Si les consoles et les pupitres ne sont pas recouverts de matériau transparent, leur surface supérieure doit être faite de matériau lamellé lavable. Sur les baies vitrées, il y aura sans doute lieu d'installer des stores transparents et anti-éblouissants, qui se remontent ou se descendent selon les besoins.

Les escaliers qui mènent à la vigie doivent déboucher le plus loin possible des secteurs opérationnels afin d'empiéter le moins possible sur le périmètre fonctionnel de la vigie. Il doit y avoir une porte en haut de ces escaliers pour prévenir les accidents.

VIII. LOCALISATION DE LA TOUR

1. Priorité à la vigie

Comme la vigie, le bloc technique abrite le personnel et le matériel nécessaires à son bon fonctionnement, ce qui induit entre ces deux entités des trajets fréquents que l'on doit rendre les plus directs et courts possibles. De plus, les

liaisons filaires ne doivent pas être trop longues pour éviter des pertes de charge et des coûts trop importants. Aussi, le bloc technique et la vigie doivent-ils être proches l'un de l'autre. Leur implantation, commune sera bien sûr le résultat d'un compromis entre exigences et contraintes. Or, mis à part peut-être des problèmes de proximité (centrale électrique, etc.) et d'accès qui peuvent être compensés par des investissements, parfois coûteux, la localisation d'un bloc technique ne répond à aucune exigence précise et incontournable. C'est l'inverse pour la vigie qui doit donc déterminer l'emplacement de l'ensemble.

2. Être bien placé pour bien voir

Le rôle du contrôleur d'aérodrome est tel que l'exigence la plus impérative est la visibilité. Celle-ci doit être optimale tant verticalement (en site) qu'horizontalement (en azimut) de jour comme de nuit (voir schéma 1 & 2).

Certains secteurs au sol et dans l'espace doivent être vus de manière impérative :

1. Les approches finales ;
2. Les seuils de piste, les seuils décalés éventuels et les extrémités de piste ;
3. les « fins de vent arrière » et les virages des circuits ordinairement suivis par les avions en vol évoluant à proximité de l'AD ;
4. (étape de base du tour de piste) - l'altitude du tour de piste varie généralement entre 150 et 450m au-dessus de celle de l'AD la valeur de 350 m étant de manière générale un bon compromis ;
5. les points d'attente sur les voies de circulation et delà jusqu'au raccordement à la piste;
6. les croisements de voies de circulation ainsi qu'une longueur de 50m de part et d'autre du point de contact de leurs axes ;
7. l'aire à signaux ;
8. l'aire au sol de parachutisme quand elle existe ;

D'autres zones doivent être vues de manière optimale, sur lesquelles il peut y avoir quelques masques inévitables, mais aussi réduits que possible :

- les aires à carburant ;
- les trouées d'atterrissage et de décollage ;
- le plan vertical de l'axe de piste compris entre le sol et une altitude minimum de 200m ;
- les aires de trafic avion ;
- la zone SSLIA.

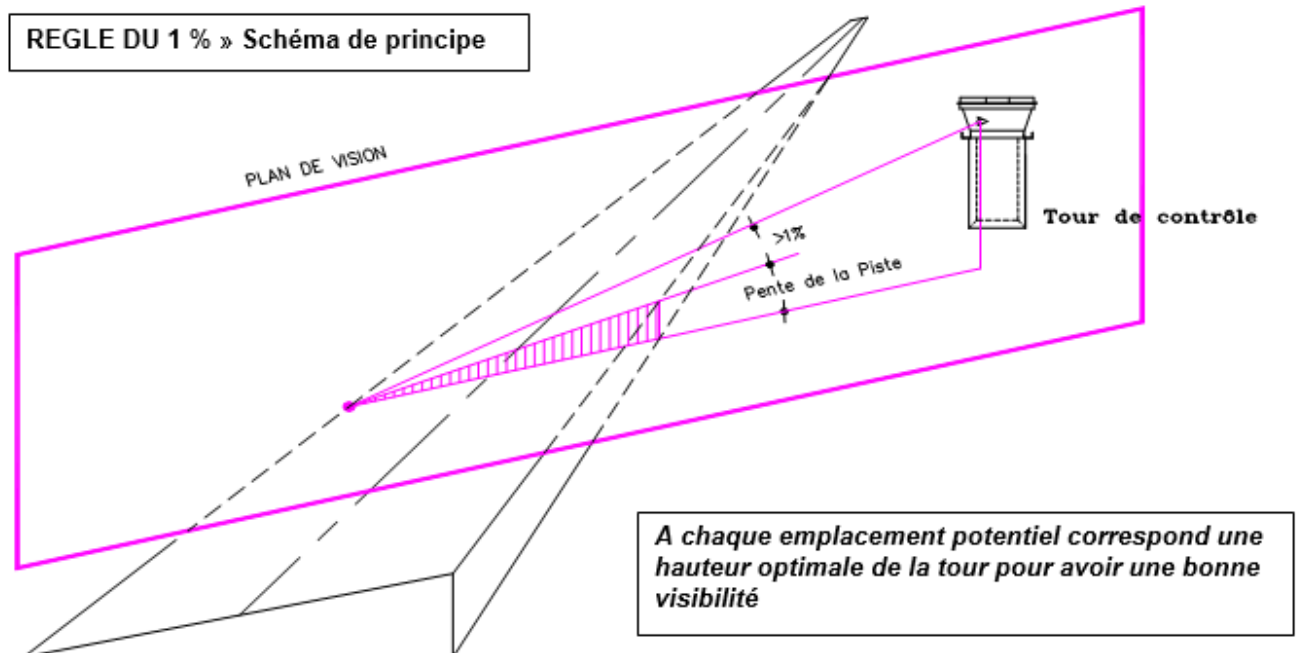
Les exigences de visibilité font que l'étude de l'emplacement de la vigie va déterminer la hauteur des yeux du contrôleur. En effet, pour qu'une personne puisse discerner les positions relatives de deux objets au sol, il faut qu'elle soit

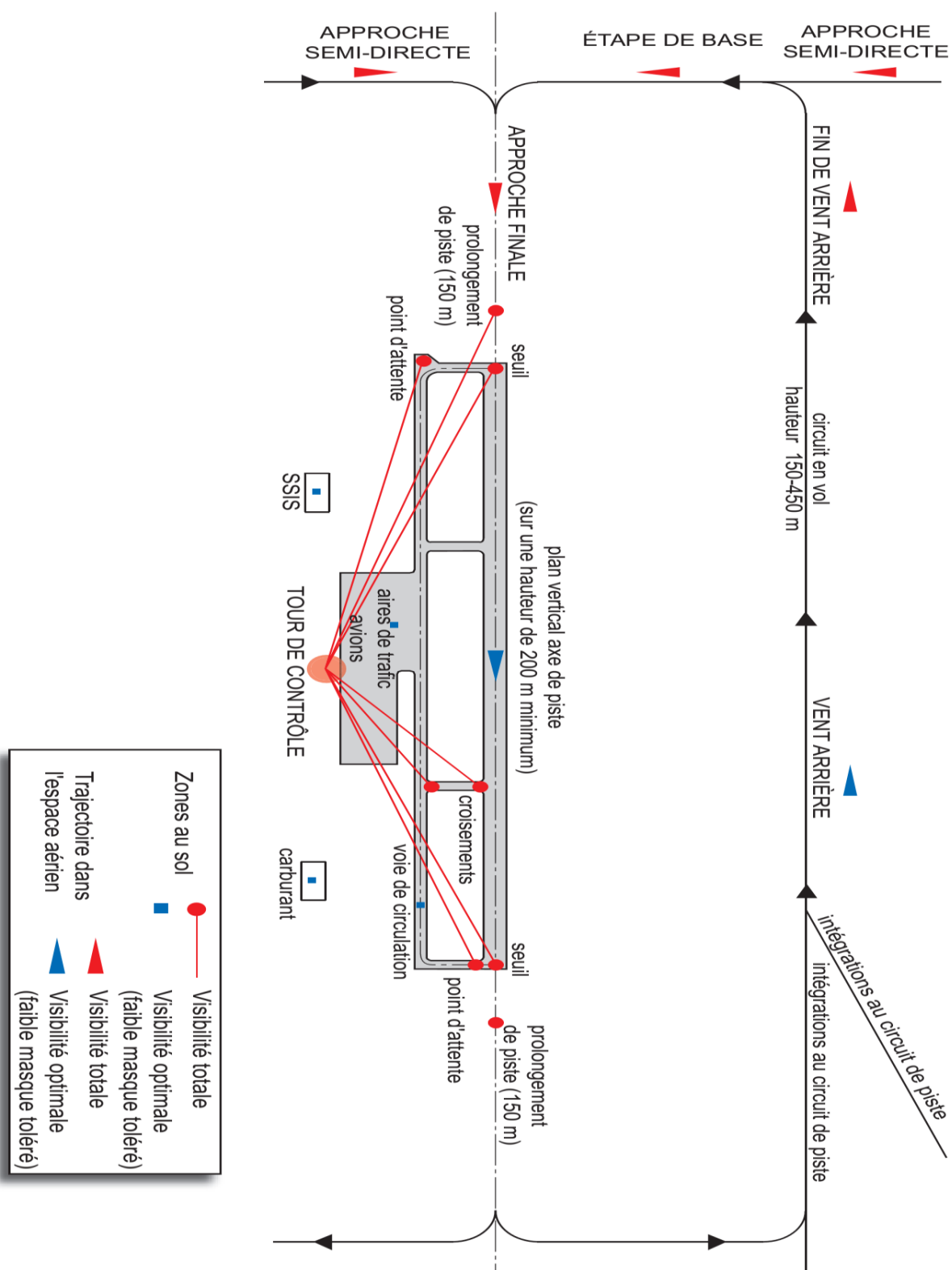
située suffisamment haut. Dans le cas contraire, la vue risque d'être trop tangente et être gênée soit par la topographie du terrain (qui, bien que plat, n'est jamais strictement horizontal) soit par des mirages ou des images troublées, conséquences de la piste chauffée par le soleil (souvent à plus de 60°C).

Pour éviter de tels désagréments, il a été démontré expérimentalement qu'il convient de voir le sol sous un angle supérieur à 1%, la valeur minimale à ne jamais dépasser étant de 0,7%. Ces valeurs ne sont pas à prendre par rapport à l'horizontale mais bien par rapport à la tangente au sol. Les points visés étant surtout situés sur la piste et les voies de circulation, il convient de faire intervenir les profils en long et en travers de ces chaussées. Si le profil en travers est en forme de toit ou mono-pente avec le point bas-côté vigie, on ne tiendra compte que du profil en long et l'on calculera par rapport à l'axe de la chaussée. Si la piste monte, en s'éloignant de la vigie, on prendra l'angle de tangente 1% (ou 0,7%).

Dans le cas où la piste descend on rajoutera la valeur de la pente à cet angle (ceci est une approximation ; la théorie voudrait que l'on passe par les arcs tangents).

Le cas le plus défavorable est celui d'un profil en travers mono-pente avec un point haut côté vigie et une piste qui descend en s'éloignant de l'œil du contrôleur.





- Respecter avant tout les impératifs de visibilité ;
- Une tour très haute n'est pas une garantie de bonne visibilité vers le bas.

IX. CONTRAINTES D'IMPLANTATION

1. Servitudes à respecter

Afin que les aéronefs puissent atterrir et décoller dans de bonnes conditions de sécurité et régularité, il est institué des servitudes spéciales de protection attachées aux installations d'un aérodrome et appelées servitudes aéronautiques et servitudes radioélectriques.

Les servitudes aéronautiques comprennent :

- a. les servitudes aéronautiques de dégagement imposant des limitations de hauteur aux obstacles implantés dans les aires de dégagement associées aux pistes, aux aides visuelles à la navigation aérienne et aux installations météorologiques ;
- b. les servitudes aéronautiques de balisage imposant des dispositifs visuels à certains obstacles destinés à signaler leur présence aux pilotes d'aéronefs. A l'intérieur de l'aire de dégagement d'un aérodrome, les servitudes aéronautiques de balisage découlent des servitudes aéronautiques de dégagement.

2. Servitudes aéronautiques : Les premières contraintes à considérer sont les servitudes aéronautiques

Des études aéronautiques préalables permettent de définir les surfaces de dégagement qui sont des surfaces au-dessus desquelles aucun obstacle ne doit être créé ou au-dessus desquelles les obstacles existants peuvent être supprimés.

Dans tous les cas, le concepteur de la tour aura donc intérêt à se rapporter au plan de servitudes aéronautiques de l'aérodrome en question avant de déterminer de manière définitive la hauteur et l'emplacement de la tour de contrôle.

3. La classification OACI

Il existe plusieurs nomenclatures. On peut adopter comme critère de classification des aérodromes une ou plusieurs caractéristiques dimensionnelles. C'est cette solution qu'a adoptée à l'origine l'OACI dans l'annexe 14 à la Convention de Chicago, en répartissant les aérodromes en

cinq classes (A, B, C, D et E) d'après la longueur de base de leur piste principale de laquelle découlent les autres caractéristiques dimensionnelles.

PISTE

| Chiffre de code | Longueur de terrain de référence de l'avion | Lettre de référence |
|-----------------|---|---------------------|
| 1 | moins de 800 m | A |
| 2 | de 800 à 1200 m | B |
| 3 | de 1200 à 1800 m | C |
| 4 | 1800 m et au-delà | D |

Depuis le 22 mars 1983, le code de référence des aérodrômes de l'OACI fait intervenir le type d'avion pouvant utiliser l'aérodrome. En effet, l'évolution des besoins du trafic a conduit les constructeurs à concevoir des avions très différents, mais dont les besoins en longueur de piste sont identiques. Par conséquent, la correspondance entre les caractéristiques dimensionnelles et la longueur de piste seule n'est pas suffisamment valable.

TYPE D'AERONEF

| Envergure | Largeur hors tout du train principal |
|----------------|--------------------------------------|
| moins de 15 m | moins de 14,5 m |
| de 24 m à 36 m | de 4,5 m à 6 m |
| de 15 m à 24 m | de 6 m à 9 m |
| de 36 m à 52 m | de 9 m à 14 m |
| de 52 m à 60 m | de 9 m à 14 m |

4. Contraintes techniques de proximité ou d'éloignement

Pour fonctionner, la tour de contrôle doit être reliée à d'autres équipements et à plusieurs réseaux de fluides:

- réseau d'alimentation en eau ;
- évacuation des eaux usées ;
- évacuation des eaux de pluie ;
- réseau de distribution électrique ;

- liaisons électriques déportées avec les équipements de radionavigation ;
- réseau électrique secouru (provenant en général d'une centrale électrique située sur l'aérodrome), pour secourir les équipements d'aide à la navigation aérienne ;
- réseau Télécom ;
- voirie routière.

Il va de soi que plus la tour sera éloignée de ces équipements et de ces réseaux, ou des réseaux filaires sera important.

Ainsi, s'agissant des réseaux électriques haute tension, basse tension et éventuellement moyenne tension. Il est possible qu'un trop grand éloignement provoque trop de pertes en lignes et oblige le déplacement ou la construction d'un équipement technique supplémentaire, une centrale électrique en particulier, d'où des augmentations de coûts assez importants.

Outre le coût, les accès au bloc technique et à la tour de contrôle ne doivent pas impliquer des déplacements trop longs et surtout trop compliqués.

5. Contraintes de sûreté

Le bloc technique est fréquemment une interface entre la zone publique et la zone réservée.

Son emplacement doit donc tenir compte des exigences liées à la sûreté aéroportuaire et à la protection de la zone réservée. On veillera à ce que les cheminements pour accéder à la tour restent cantonnés dans une zone et que, si un franchissement de frontière est inévitable, il soit unique.

6. La nature du sol

Le terrain naturel sur les plates-formes aéroportuaires n'est pas toujours de la même nature. Il arrive qu'un déplacement de quelques centaines de mètres permette la construction de la tour sur un sol bien mieux adapté. De plus, le coût final de l'opération peut être fortement augmenté si le terrain (mangroves, marécages,...) oblige à avoir recours à des techniques de fondation particulières. Cela est d'autant plus vrai pour la tour de contrôle, élément vertical haut, qui doit répondre à des sollicitations fortes à sa base.

7. Implantation et bruit

La vigie, pour des raisons de visibilité, doit être transparente ; aussi le concepteur sera-t-il limité par les performances acoustiques, car le verre est pratiquement un matériau obligé. Il est donc avantageux de trouver un emplacement pour la vigie qui ne soit pas trop soumis aux bruits extérieurs qui, s'ils sont trop forts, peuvent être nuisibles, et sont, dans tous les cas, gênants et à la longue fatigants pour les contrôleurs.

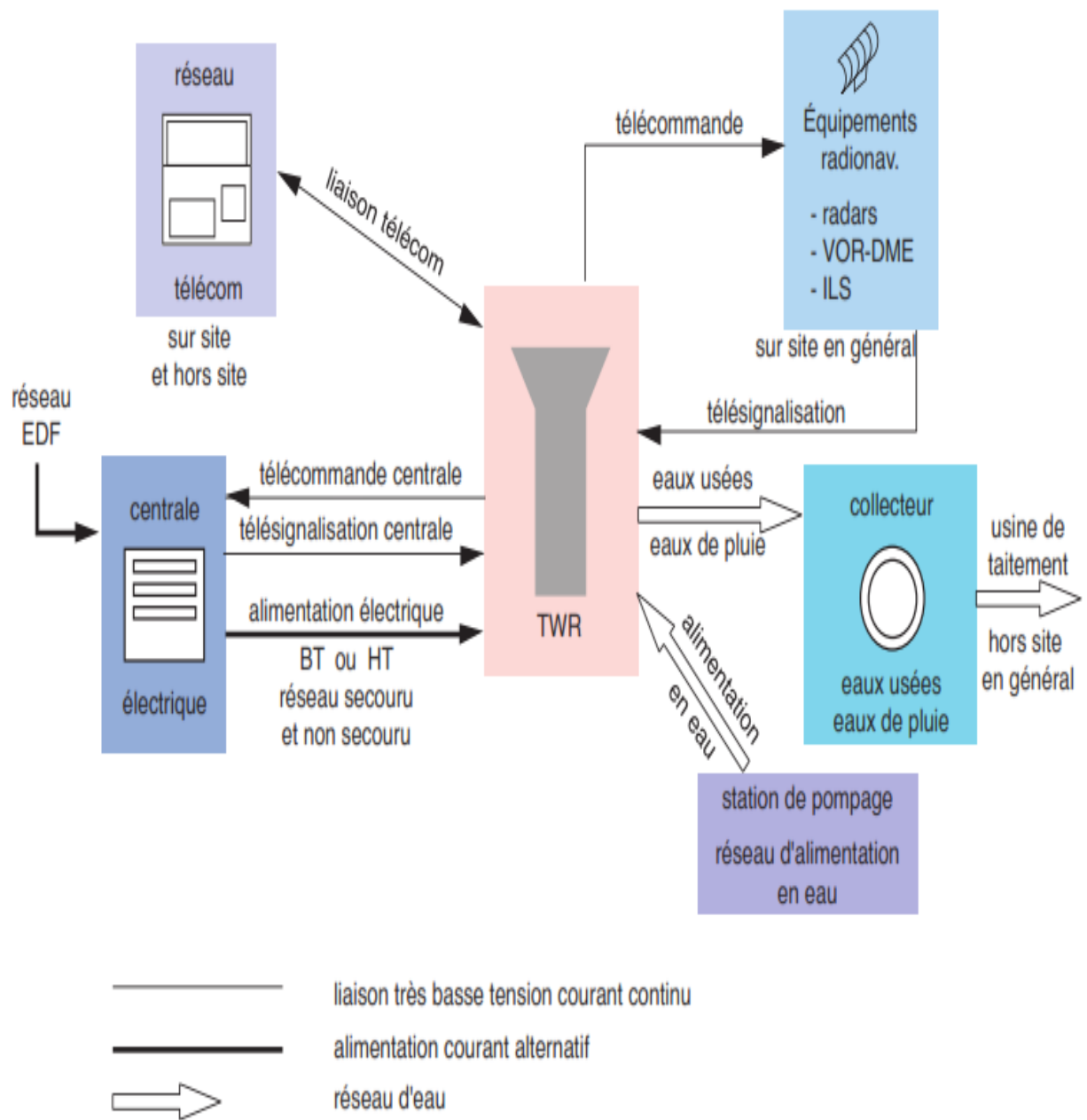
Les bruits sont non seulement nuisibles dans les fréquences audibles par l'homme de 20 à 20000 Hz mais aussi dans les fréquences non audibles, infrasons et ultrasons produits en particulier par les moteurs d'avions. A titre indicatif, le seuil de douleur est à approximativement 120 dBA.

La gêne peut être aussi d'ordre psychologique, même si a priori la concentration particulière que dispensent les contrôleurs peut contribuer à faire diminuer leur inconfort.

Une étude menée par le STNA en 1992 montre qu'une majorité des bruits maximaux relevés aux pupitres sont dus aux avions effectuant des points fixes à proximité des vigies. De plus, du fait de leur durée, on remarque qu'à niveau de bruit équivalent, les points fixes sont perçus de manière beaucoup plus gênante que des bruits produits par des décollages.

Dans certains cas, ce sont les hélicoptères passant à basse altitude au-dessus de la vigie qui occasionnent le plus de gêne. Ainsi, il faut que la vigie se situe le plus loin possible des points fixes présents ou futurs et des approches éventuelles d'hélicoptères. De même, il peut s'avérer préférable de reculer la tour pour être moins gêné par les décollages d'avions, surtout si ceux-ci sont des avions de classe militaire.

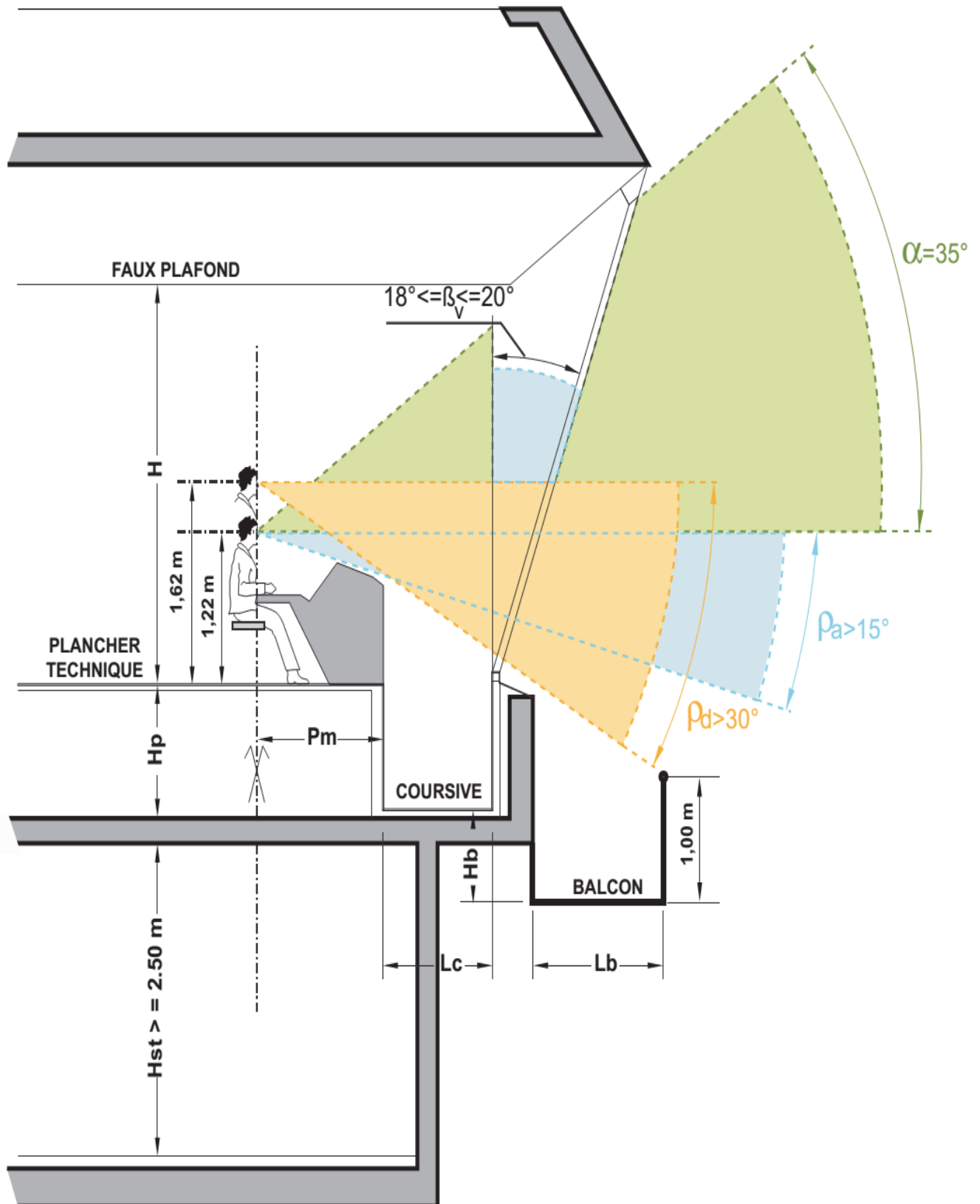
Au centre de plusieurs réseaux



La vigie détermine l'emplacement de l'ensemble tour de contrôle bloc technique

COUPE DE PRINCIPE D'UNE VIGIE

La vigie présente également un certain nombre d'exigences qualitatives particulières (éclairage différencié, climatisation adaptée, vitrages, acoustique).



X. EXIGENCES QUALITATIVES

1. visuelles :

X-1-1 Vitrages : transparence optimale, absence de reflet,... (Voir plus loin le paragraphe relatif aux vitrages).

ECLAIRAGE :

L'éclairage artificiel doit être très étudié, afin d'éviter tout reflet ou éblouissement. C'est pourquoi on distingue dans une vigie 5 types d'éclairage :

ECLAIRAGE D'AMBIANCE :

Réparti sur l'ensemble du local.

Intensité variable.

200 lux

Uniformité 0,5

$T_c = 3000\text{ K}$

IRC = 85

ECLAIRAGE DES PLANS DE TRAVAIL :

150 lux

Uniformité 0,7

$2700 < T_c < 3000\text{ k}$

IRC = 85

ECLAIRAGE D'APPOINT DES PLANS DE TRAVAIL :

Intensité variable

400 lux

$2000 < T_c < 3000\text{ k}$

IRC = 85

ECLAIRAGE DE LA COURSIVE :

100 lux

Uniformité 0,5

$2700 < T_c < 3000\text{ K}$

IRC > 80

ECLAIRAGE DE SECOURS

2. Acoustique :

Bonne compréhension des communications internes et radio :

Objectifs : $T_r < 0,7\text{ s}$ – bruit de fond <45 dba – pointes <63 dba

| Equipement | Tour seulement | APP dans la vigie | APP séparé |
|---|----------------|-------------------|------------|
| 1. Casque | x | x | x |
| 2. Microphone | x | x | x |
| 3. Emetteur-récepteur | x | x | x |
| 4. Haut-parleurs | x | x | x |
| 5. Tableaux des sélecteurs radios | x | x | x |
| 6. Central téléphonique et combines | x | x | x |
| 7. Interphone | x | x | x |
| 8. Commutation automatique casque/haut-parleur | x | x | x |
| 9. Enregistreur (radio et téléphone) | x | x | x |
| 10. Alimentation | x | x | x |
| 11. Alimentation de secours | x | x | x |
| 12. Lampe à signaux et enrouleur de câble | x | x | |
| 13. Affichage vitesse et direction du vent | x | x | x |
| 14. Altimètre barométriques | x | x | |
| 15. Indicateur de calage altimétrique | x | x | x |
| 16. Horloge | x | x | x |
| 17. Tableau d'éclairage d'aérodrome | x | x | |
| 18. Tableau de contrôle des aides à la navigation | x | x | x |
| 19. Eclairage, y compris Eclairage de secours | x | x | x |
| 20. Consoles d'affichage radar «lumière du jour» | x | x | x |
| 21. Affichages radar et pupitres de commande | | | |
| 22. Commandes radar secondaire | | x | xx |
| 23. Simulateur radar | | | |
| 24. Tableau de données de vol | x | x | x |
| 25. Equipement d'informatique | | x | x |
| 26. Tableaux d'affichage (NOTAM, etc.) | x | x | x |
| 27. Enregistreur ATIS | | x | x |
| 28. Alarme d'incendie et extincteurs | x | x | x |
| 29. Pupitres/consoles/étagères | x | x | x |
| 30. Fauteuils | x | x | x |
| 31. Abat-jour | x | x | |
| 32. Climatisation, chauffage/ventilation | x | x | x |
| 33. Cuisinette (plaque chauffante/eau, etc.) | x | | |
| 34. Restauration | | x | x |
| 35. Distributeur d'eau | | x | x |
| 36. Bibliothèques | x | x | x |
| 37. Jumelles | x | x | |
| 38. Matériaux insonorisant (plancher/mur) | x | x | x |