

Les tours de contrôle

Fascicule 5 L'espace intérieur





Sommaire

L' espace intérieur d'une vigie est un espace bien particulier. Il doit répondre à des exigences précises et son ergonomie doit être très étudiée.

Fascicule 5

L'espace intérieur

L' espace intérieur	4
Lexique	15



L'espace intérieur

Les utilisateurs de la vigie doivent travailler dans les meilleures conditions possibles. La gêne doit être limitée au maximum entre les contrôleurs eux-mêmes, et entre les personnes y travaillant de manière ponctuelle, notamment à la maintenance. Avant d'attribuer une surface à la vigie, il faut commencer par l'organiser. Cette organisation découle du nombre de postes nécessaires, de leur orientation suivant leur fonction et les caractéristiques aéroportuaires, du choix de la coursière (maintenance par l'arrière par exemple) etc. Ces paramètres associés au parti architectural déterminent l'organisation en plan de la vigie. Il convient ensuite de l'agrandir ou non pour que la surface soit suffisante.



Une disposition linéaire est pénalisante lorsqu'il y a beaucoup de pupitres

Orienter les postes

Le nombre de postes en vigie est déterminé par les services compétents, en fonction de la charge de travail attendue : nombre de mouvements, etc. A chaque poste sera attribuée une fonction principale (contrôle local, sol, approche*...) même s'il peut être utilisé de manière polyvalente.

Toutefois, pour des raisons d'extensibilité évidentes, il est recommandé de réserver un emplacement pour un poste supplémentaire.

Un contrôleur devra plus souvent regarder vers certains secteurs que vers d'autres. Il faudra donc privilégier une bonne vision vers les premiers, tout en respectant les règles générales de visibilité pour les autres. Ainsi,

Les usagers de la vigie doivent être le moins possible gênés dans leur travail

Il faut en premier fixer le nombre de postes de la vigie, les orienter correctement et enfin choisir un type de coursière. Ces trois facteurs permettront d'ébaucher la forme de la vigie



Certains contrôleurs peuvent être affectés au contrôle d'une piste secondaire, d'où une orientation bien spécifique

le contrôleur « local » devra se trouver face à la piste ; le contrôleur « sol » devra voir en position assise et de façon parfaite les points d'attente, les croisements de voies de circulation (position assise) et le parking avions (position debout) ; le contrôleur « approche » sera face à la finale principale en cas de vol VFR. Nous avons donc des orientations privilégiées à donner aux postes de contrôle ; d'où une première détermination de la forme pour la vigie.

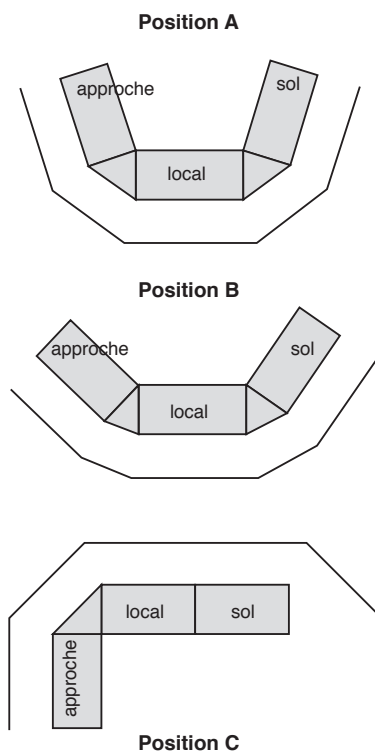
Une disposition linéaire, par exemple, ne convient pas si beaucoup d'agents doivent y travailler en raison de l'éloignement des extérieurs et de la gêne occasionnée par ceux situés au milieu. En outre, le nombre de postes est lié à la complexité du contrôle aérien local, puisque les orientations des pupitres* se diversifient en conséquence. Pour une tour située sur le front des installations, il peut être avantageux de tenter une vigie ovale, afin que tout le monde ait une vue vers la piste, mais avec des décalages pour mieux apercevoir les approches et les parkings (voir hors-texte page 14).

Précisons que dans de grandes vigies il est possible que certains contrôleurs soient affectés au contrôle d'une piste secondaire ou

* Voir lexique

**Exemple d'une
vigie à 3 postes
positionnée de 3
façons différentes
sur un même site.**

**Orienter cor-
rectement les
pupitres**



**Cas d'une darse ou
de 2 sites**

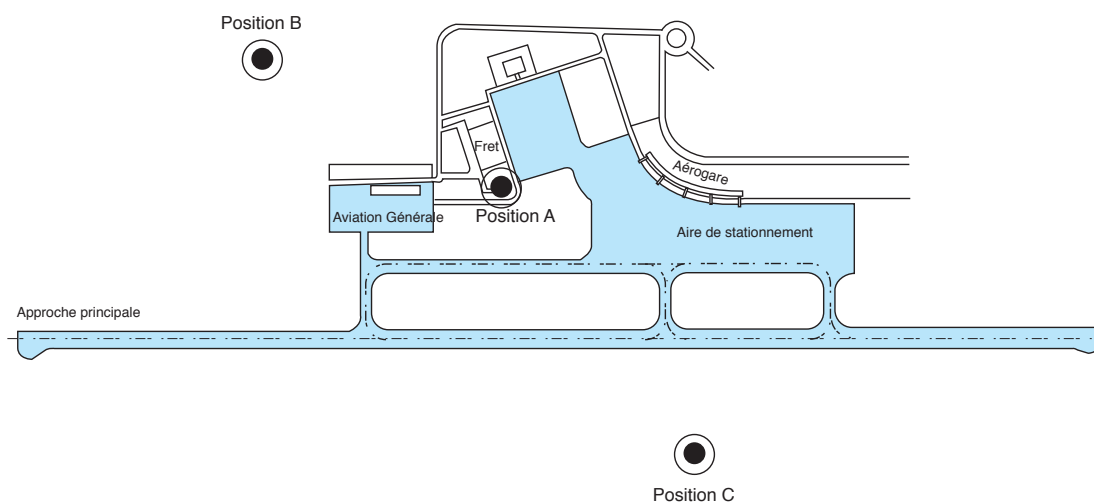


schéma 1

autre, ce qui rend la proximité moins critique. Les dimensions des meubles de contrôle dépendent du niveau de contrôle souhaité. Il va de soi que les grands aérodromes de catégorie A* vont nécessiter des pupitres plus équipés, donc plus encombrants que ceux d'une vigie de petit aérodrome.

Néanmoins, les caractéristiques dimensionnelles doivent être définies dès l'esquisse du projet, quitte à légèrement surdimensionner. La profondeur d'un pupitre de contrôle est généralement comprise entre 0,82 m et 1,40 m ; elle est d'environ 1,20 m dans les cas les plus courants. La largeur quant à elle est comprise entre 1,20 m et 2,40 m pour atteindre 2,64 m dans le cas de postes doubles (formation,...).

Un poste correspond à une fonction (contrôle sol, local,...). Un meuble ou un pupitre peut être double, c'est-à-dire recevoir deux postes (sol, coordination), ou un poste plus un élève en cours de formation.

Choisir une largeur de coursive

Après avoir attribué les espaces nécessaires à la fonction de contrôle, il faut étudier les caractéristiques de celle de maintenance, en particulier le mode d'intervention des agents sur les pupitres. Soit celui-ci s'effectue par l'avant (côté contrôleur), soit par l'arrière pour ne gêner en rien les contrôleurs dans leurs tâches (photos 3 et 4). Dans le deuxième cas, il faut prévoir un moyen d'accès der-

Un pré dimensionnement des pupitres doit être prévu dès le début de la conception. Il convient qu'il soit tout à la fois généreux et astucieux, tout l'art des programistes et concepteurs de meubles y sera le bienvenu

Le type de coursive dépend du mode de maintenance envisagé. C'est un paramètre essentiel du dimensionnement de la vigie

rière les pupitres, ce qui se traduit par l'aménagement d'une coursive*, assez large pour permettre l'accès des chariots nécessaires au transport des matériels lourds. La largeur minimale d'un tel chariot étant de 80 cm. La coursive aura une largeur minimum de 90 cm (une unité de passage).

De fait il est recommandé de prendre 1 m, voire 1,10 m pour les grosses vigies, (en respectant les débâtements nécessaires dans les angles).

Une coursive de ce type est préconisée pour les vigies de plus de 5 postes. A moins de quatre postes, une telle largeur n'est pas nécessaire. Et de 4 à 5 postes, le choix reste possible.

Cependant, même pour des vigies plus modestes où l'on n'envisage pas de maintenance par l'arrière des pupitres, une coursive éventuellement plus étroite de 40 ou 50 cm reste fortement recommandée, afin que le nettoyage des vitrages puisse être assuré sans avoir à monter sur les allèges* et les pupitres - ce qui est dangereux - et sans risquer un écoulement de liquide sur les appareils. Une telle coursive s'avère utile lors d'opérations de rajout de matériels, et permet également d'accéder aux allèges où passent différents réseaux : gaines de climatisation, eaux de pluie, etc. Enfin, la coursive permet de tenir compte des décalages entre les pieds et le haut des meubles et offre une souplesse de conception et de mise en œuvre appréciable.



La maintenance des pupitres peut s'effectuer soit par l'arrière

* voir lexique



soit par l'avant

Optimiser la surface devant les pupitres de contrôle

Les contrôleurs doivent avoir suffisamment de place devant leurs pupitres pour bouger et atteindre toutes les commandes nécessaires, sans se gêner mutuellement. Cependant, ils doivent être suffisamment proches les uns des autres pour effectuer leur travail en équipe.

L'expérience et le respect de certaines normes d'ergonomie ont permis de dimensionner les espaces devant les pupitres destinés à la fonction contrôle.

Devant l'ensemble des pupitres, une zone doit être réservée au travail des contrôleurs assis ou reculant sur leur siège. La distance du contrôleur assis au pupitre est de 0,50 m. La zone de recul, elle, sera comprise entre 0,5 et 1 m, suivant que la maintenance s'effectue par l'arrière des pupitres ou par l'avant.

On prévoira en outre une zone dite «de passage» permettant la circulation de personnes derrière les contrôleurs sans les déranger. A cet égard, une profondeur de 0,5 à 0,8 m supplémentaire est suffisante. Cette zone peut être biaisée sur les côtés mais obligatoirement continue avec au moins une zone de passage associée à un autre pupitre (sauf cas d'une vigie à un seul poste). L'ensemble de ces trois surfaces engendre l'aire réservée à la fonction contrôle, appelée aussi surface podium (cf. schéma 3).

Prévoir et vérifier l'accessibilité

Un « meuble critique »* doit être déterminé pour dimensionner les différents accès. Ses cotes dépendront des mobiliers ou des équipements les plus contraignants en volume. Deux types d'accès sont à examiner : l'escalier et le balcon extérieur.

En tout état de cause, il faut que le « meuble critique » puisse atteindre sa place définitive sans que l'on soit obligé de tout déménager. Précisons que plusieurs « meubles critiques » peuvent être définis suivant les accès envisagés. Leur cheminement jusqu'aux pupitres doit être aisé car il peut s'agir de matériel

Il faut offrir des surfaces suffisantes devant le pupitre afin que le contrôleur puisse travailler dans de bonnes conditions de confort spatial sans être gêné par ses voisins ou un autre utilisateur

La taille des différents accès-escaliers, monte-charge ou balcon doit être en relation directe avec les dimensions d'un meuble dit "critique" qui intègre les mobiliers et équipements envisagés les plus volumineux.

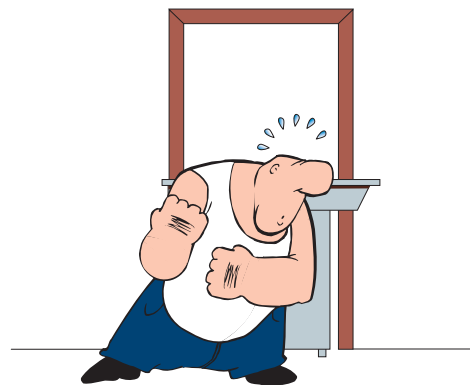
lourd et encombrant. Là aussi un cheminement de 1 m à 1,10 m de large est préconisé, ou plus si le meuble critique l'exige. (cf. schéma 2)

Le cheminement influe fortement sur la superficie de la vigie, de même que les trémies* à réserver pour les escaliers et monte-charges. Rappelons que, conformément aux normes de construction, un escalier doit avoir au moins 0,80 m de large (une unité de passage).

Toutefois, même si cette valeur est envisageable pour les vigies (à 1 ou 2 postes), il est vivement conseillé d'attribuer à ces escaliers une largeur de 1 ou 1,10 m. Les paliers intermédiaires et d'arrivée quant à eux auront une surface de 1 à 1,20 m².

Un éventuel monte-charge aura généralement 1,10 m ou 1,20 m de large, mais pourra être plus petit, ou plus grand suivant le «meuble critique» retenu. Cette solution est de plus en plus abandonnée. En effet, il a été constaté que le monte-charge n'est pratiquement jamais utilisé ; d'une part du fait de la complexité de sa mise en œuvre, d'autre part des contraintes de maintien de conditions de fonctionnement en toute sécurité.

D'autres éléments enfin entrent dans le calcul de superficie de la vigie ; les meubles autres que ceux directement liés au contrôleur (rangement, tables) et surtout, dans le cas des grandes vigies, le pupitre réservé au chef de quart (position dite non intégrée).



Le concepteur se doit de vérifier l'accessibilité en vigie des personnes, du mobilier et des équipements

* voir lexique

Dimensions minimales

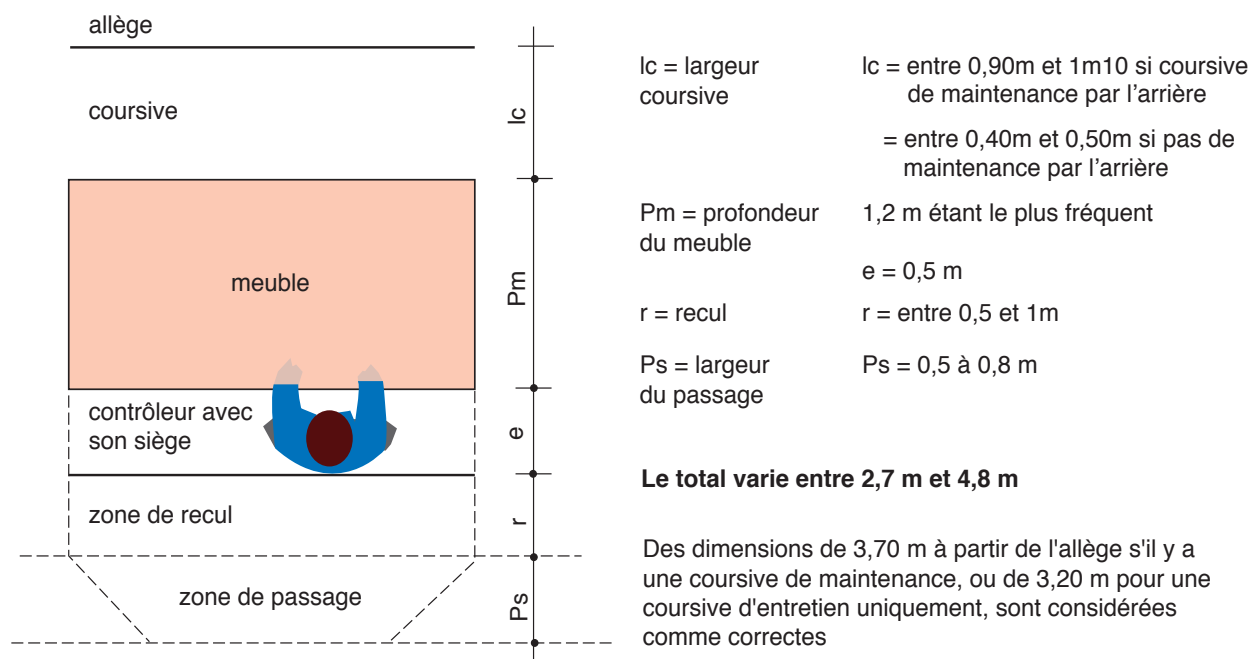


schéma 2

Existe-t-il des ratios de surface pour les vigies ?

Le raisonnement précédemment détaillé permet de déterminer la vigie dans sa forme puis, dans une première approche, sa surface globale. Toutefois, l'approche budgétaire exige généralement une première évaluation en matière de superficies. C'est pourquoi le STAC a mené une étude comparant plusieurs types de vigie en fonction du nombre de postes envisagé et des logiques de fonctionnement en prenant plusieurs largeurs et profondeurs de coursive, de zone de passage, de

L'essentiel pour la conception d'une vigie est d'ordre strictement fonctionnel. Il consiste à traduire dans l'espace la logique et le déroulement des tâches techniques qui s'y effectuent

monte-charge, etc., sans tenir compte toutefois des positions non intégrées et des meubles autres que les pupitres. Ces simulations conduisent à des surfaces utiles minimales qui dépendent de deux paramètres principalement :

- la largeur du meuble (l)
- la profondeur meuble plus coursive (p).

Le tableau suivant indique quelques résultats donnés avec approximation :

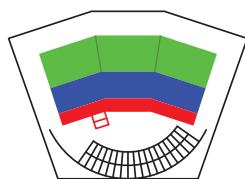
Rappelons enfin que le coût d'une vigie n'est pas une fonction directe de sa surface et qu'une petite unité coûtera plus cher au mètre carré qu'une grande.

Surface utile approximative d'une vigie (en m²)

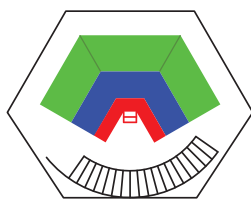
Nombre de pupitres	Dimensions des pupitres (l x p) en m				
	1,32 x 64	2,20 x 1,40	2,20 x 2,20	2,64 x 2,20	2,64 x 2,30
1	18				
2	25	27			
3	28	37	46	55	
4		47	56	64	75
5			66	82	93
6			78	94	105
7			93	111	125

Formes de vigies définissant des surfaces mini- males

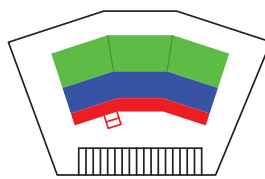
3 positions



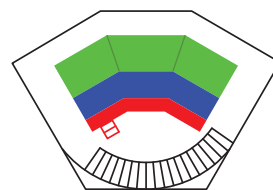
43.00m²



49.00m²

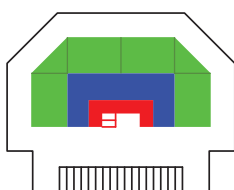


46.00m²



47.00m²

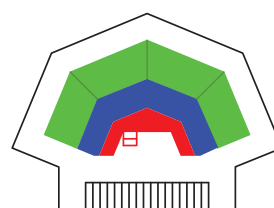
4 positions



51.00m²

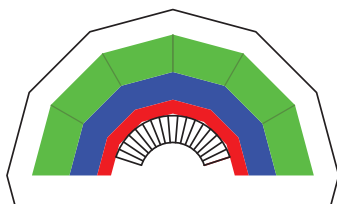


52.00m²

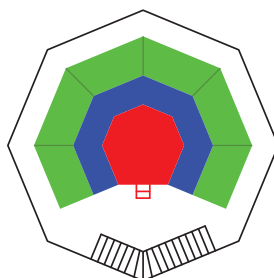


52.00m²

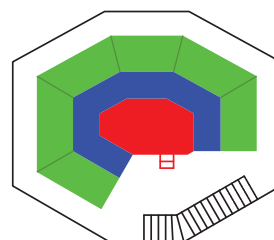
6 positions



71.00m²

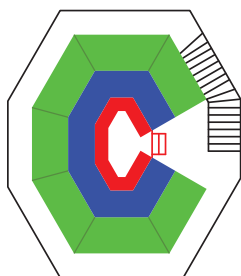


72.00m²

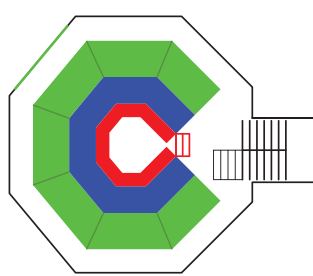


72.00m²

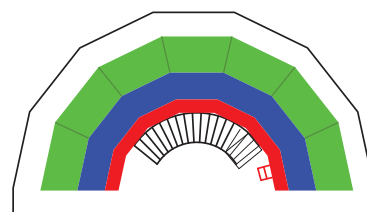
7 positions



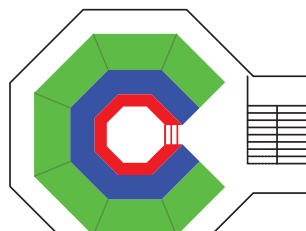
66.00m²



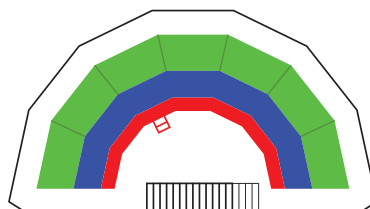
78.00m²



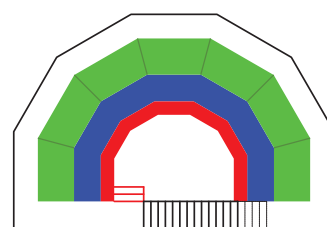
82.00m²



80.00m²



82.00m²



82.00m²

Contraintes retenues pour la réalisation de ces schémas

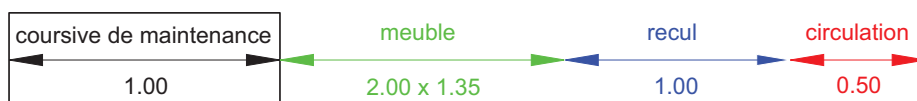


schéma 3

De l'utilité d'établir une coupe de la vigie

Le fait de disposer d'une place suffisante à l'intérieur d'une vigie ne garantit pas évidemment une bonne visibilité. La visibilité, elle, se définit par ses angles de vision correcte ρ_a , ρ_d et α tels que définis au fascicule 2 où :

- α représente l'angle de visibilité vers le haut nécessaire pour apercevoir un aéronef situé à 200 m au-dessus de l'axe de piste,
- ρ_a l'angle de visibilité vers le bas en position assise nécessaire pour voir toutes les voies de circulation,
- ρ_d l'angle de visibilité vers le bas en position debout nécessaire pour apercevoir au moins l'empennage des avions au stationnement.

Hypothèse : œil du contrôleur situé à 1,20 - 1,22 m au-dessus du plancher en position assise et à 1,60 - 1,62 m en position debout.

Ces angles et ces quotas sont à respecter tout au long de la phase de conception. Ainsi, par exemple, aucun élément horizontal lié aux meubles, allèges ou garde-corps* ne doit se situer à l'intérieur de la zone définie par ces angles. On comprend dès lors qu'une étude en coupe de la vigie est primordiale (cf. figures 4-2, 4-3, 4-4). C'est d'ailleurs grâce à ces coupes que la hauteur nécessaire de vitrage peut être calculée. Des formules mathé-

Les angles de visibilité, la profondeur des pupitres et celle de la course sont des déterminants majeurs de l'espace de la vigie

matiques montrent qu'elle est liée aux angles ρ_d , α , β_v (angle du vitrage par rapport à la verticale) et à la profondeur du pupitre ajoutée à la largeur de la course ($p_m + L_c$), mais les résultats obtenus par l'épure de la coupe sont très satisfaisants.

Nous avons donné ici un principe qui permet une bonne approche spécifique du problème; mais il arrive que l'axe de vision le plus contraignant ne soit pas perpendiculaire au pupitre. Il convient donc de vérifier les angles pour chaque secteur devant être vu, de retenir le plus contraignant et de le traduire sur les axes de visée perpendiculaires. On ne pourra réduire ces angles que grâce à l'orientation des pupitres.

De plus, la coupe doit être complétée pour étudier les problèmes de visibilité vers l'avant comme vers l'arrière.

En effet, dans certains cas, généralement en raison de l'existence d'un tour de piste arrière, il est nécessaire de dégager la vue derrière les contrôleurs également. Dans ces conditions, tout meuble de plus de 1,20 m de haut par rapport au sol où se trouvent les usagers (podium ou faux plancher) doit être proscrit. Un angle de visibilité vers le haut doit alors être défini et préconisé, et exceptionnellement un autre vers le bas (cf. figure 4-5).

De plus, le programme technique doit s'efforcer de préciser les zones devant être vues et dans quelles conditions, afin d'orienter correctement les pupitres, comme on l'a vu mais également pour préciser les zones où des masques verticaux éventuellement nécessités par la structure porteuse sont tolérables ou non (cf. figure 4-6). On veillera, à chaque étape de la conception, à effectuer des vérifications précises à ce sujet.



Un calcul des angles d'accessibilité doit inclure tous les équipements, et le concepteur de meuble doit tenir compte de ces angles pour que l'accessibilité soit correcte

* voir lexique

Angles de visibilité

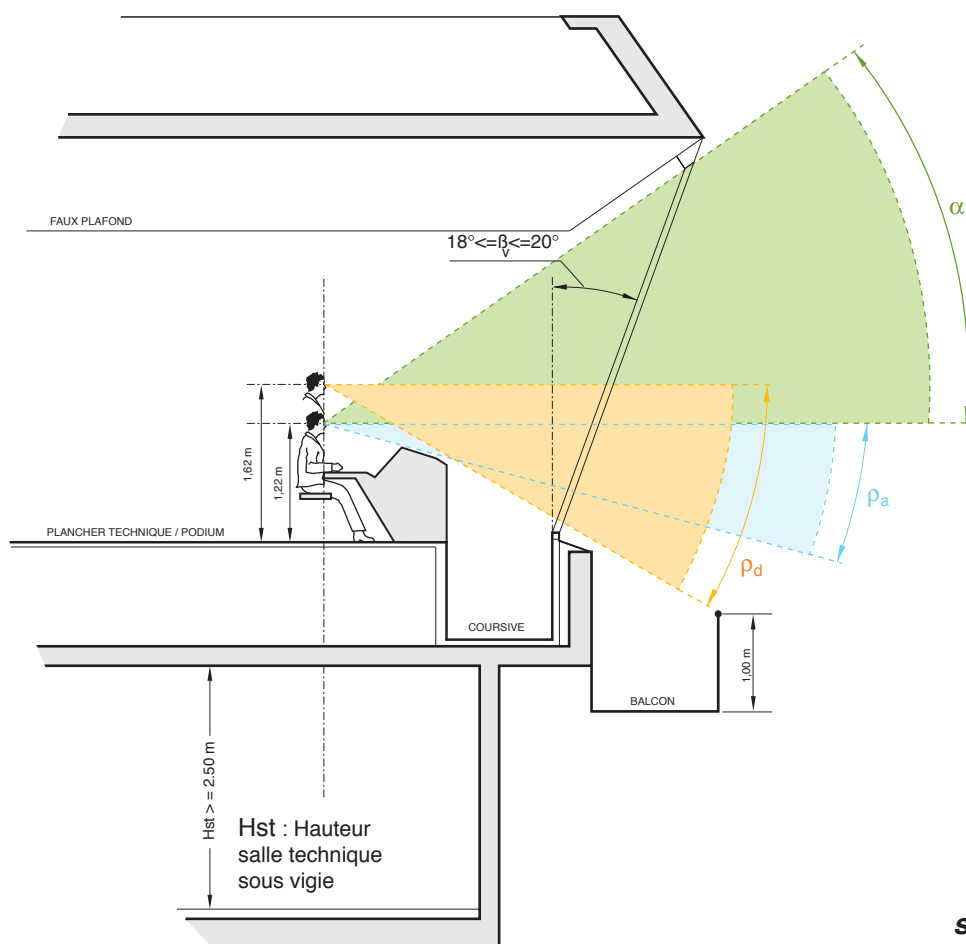


schéma 4

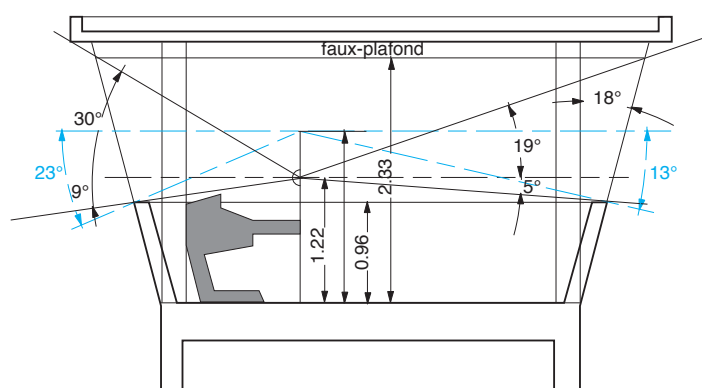
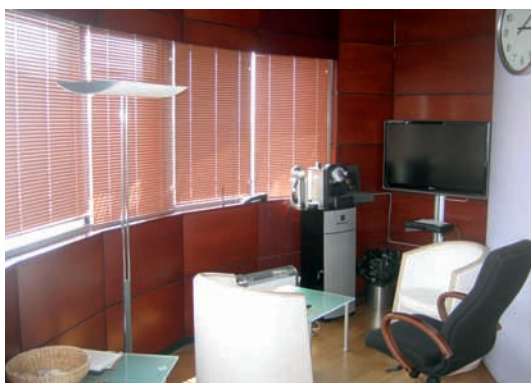


schéma 5



Un local vie proche de la vigie s'avère être une nécessité



Organiser en conséquence l'espace sous vigie

L'espace sous-vigie est un lieu privilégié car c'est le plus proche de la vigie et qu'il en commande l'accès. Il convient donc de réaliser l'étude des deux espaces simultanément.

L'organisation de l'espace sous vigie peut se faire sur un ou plusieurs niveaux. Il doit comporter :

- un local vie* pour les contrôleurs, le plus proche possible de la vigie. Il doit être suffisamment grand pour accueillir au moins un coin détente, une table, une kitchenette et des sanitaires (soit 12 m² minimum hors sanitaires),

- un local technique sous vigie, les baies techniques regroupant les équipements électroniques ont un gabarit de 2 à 2,14 m de haut pour 0,80 m à 1,00 m de large et 0,80 m de profondeur, et ont besoin d'un espace libre au dessus ; il faut également considérer la circulation autour des baies,

- éventuellement un local d'appoint pour les appareils de climatisation (10 m² minimum, et une hauteur libre sous plafond de 2,40 m au moins, certains appareils de climatisation pouvant être plus hauts).

La particularité de l'espace sous vigie est que l'on y trouve la juxtaposition de plusieurs réseaux (électricité domestique pour la navi-

gation aérienne, fluides pour la climatisation, alimentation en eau et évacuation des eaux usées et de pluie). Il faut donc prévoir la place en conséquence sachant qu'une partie d'entre-eux peut être en faux plancher ou/et en faux plafond.

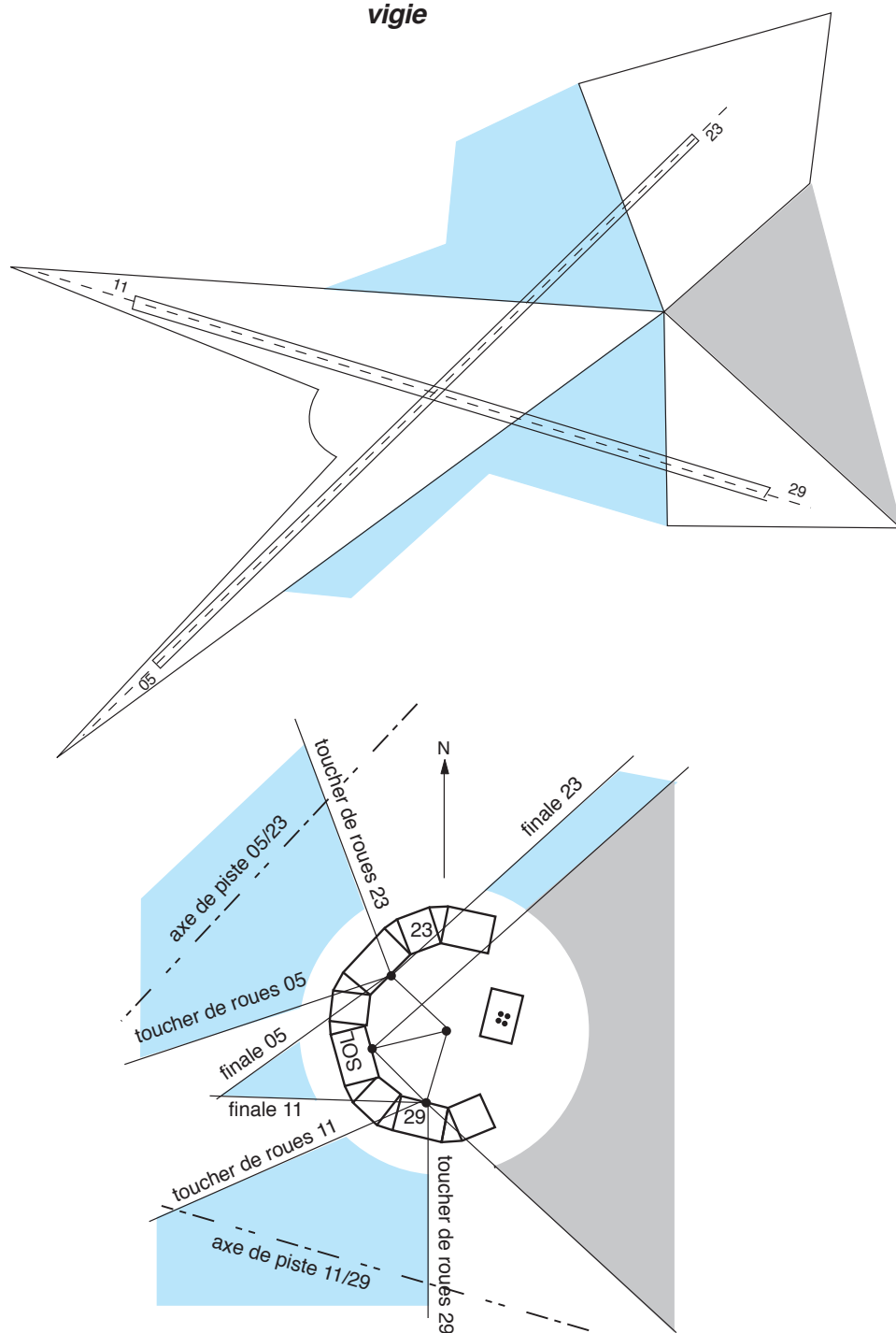
On fera aussi particulièrement attention aux accès. C'est, en effet, généralement à l'étage sous vigie que s'arrêtent l'ascenseur et l'escalier du fût. Un escalier pour la vigie doit être bien placé pour une bonne circulation et pour qu'il n'y ait aucune conséquence néfaste aux deux étages.

Il est également possible de prévoir dans l'espace sous vigie une salle IFR*, réservée au contrôle des approches aux instruments. Cette position peut être avantageuse mais n'est pas obligatoire. Une telle salle peut aussi se situer dans le bloc technique, au rez-de-chaussée ou à l'étage, contiguë à la salle technique principale par exemple.

* L'aménagement d'un coin vie proche de la vigie doit être considéré comme une obligation. En effet, les contrôleurs doivent pouvoir se restaurer et se reposer en un lieu proche qui leur permettrait un retour très rapide à leur poste de travail en cas de nécessité. Cela doit leur permettre en outre des conditions de travail plus souples où n'interfèrent pas la fonction et le repos.

* voir lexique

**Plan de principe
des positions
de travail en
vigie**



- SOL Position moyenne des contrôleurs sol
- 23 Position moyenne des contrôleurs sur piste 05 23 en service
- 29 Position moyenne des contrôleurs sur piste 11 29 en service
- ☼ Pupitre chef de tour
- Pas de masque
- Masque ≤ 15 mètres à une distance de 1200 m
- Masque ≤ 220 mètres à une distance de 2500 m

schéma 6

Détermination de la surface d'une vigie

Pour déterminer la surface utile d'une vigie (hors balcon), il faut tenir compte des éléments suivants :*

*le nombre de pupitres nécessaires,
- il dépend directement du nombre de postes de contrôle et du besoin éventuel en formation, ainsi que des extensions prévisibles.*

*le modèle et l'encombrement du pupitre choisi,
- sa profondeur est généralement comprise entre 0,82 m et 1,40 m, la valeur de 1,20 m étant la plus courante. La largeur minimum est de 1,20 m. Elle peut atteindre 2,40 m voire 2,64 m, en fonction de l'importance du contrôle exercé et de l'intention d'y exercer des postes doubles.*

L'éloignement du contrôleur assis par rapport à la limite frontale du pupitre peut être considéré comme constante, et égale à 0,50 m. Elle est applicable sur toute la largeur du ou des meubles (norme NFX 35.104).

une zone dite de recul ou de dégagement dans laquelle le contrôleur peut reculer son siège, sans y rencontrer d'obstacle. Il faut la prendre entre 0,5 m et 1 m.

*une zone dite de passage,
- cette zone doit permettre le passage derrière les contrôleurs sans que l'on aie à leur demander de se déplacer. Pour cela, une profondeur de 0,50 à 0,80 m est nécessaire. Cette zone peut être biaisée, mais doit rester contiguë à une autre zone de passage sur*

toute la profondeur.

*la coursive entre l'allège et le pupitre,
- cette coursive doit avoir une largeur de 1 m - 1,10 m si on veut pouvoir effectuer de la maintenance derrière le pupitre. Sinon une largeur de 0,40 m à 0,50 m est suffisante.*

*l'épaisseur de l'allège,
- elle doit être suffisamment dimensionnée pour que les gaines et les bouches de ventilation puissent y être installées. Une profondeur minimum de 15 cm est à retenir.*

l'encombrement des meubles divers (rangements, table,...), y compris celui du chef de quart si celui-ci est placé en retrait.

les trémies d'escalier et de monte-charge, le cas échéant ; en se souvenant bien que de leur dimension dépend l'accès du meuble critique.

les cheminements entre les accès et les pupitres ; qu'il s'agisse des escaliers, des paliers, monte-charges ou portes donnant sur les balcons. Ces cheminements doivent être concrètement praticables et de leurs dimensions comme de celles des trémies dépendent l'accès du meuble critique. Une largeur de 1 m à 1,10 m sera généralement suffisante.

la zone au sol réservée à l'éventuelle échelle intérieure donnant accès à la toiture de la vigie - 1 m² suffit en général ⁿ.

Hors-texte

Lexique

Aérodrome de catégorie A	aérodromes destinés aux services à grande distance assurés normalement en toutes circonstances (Article R 222-5 du code de l'aviation civile).
Allège	élément solide fixe d'une construction constituant le support d'une partie vitrée
Bloc technique	bâtiment fonctionnellement lié à la tour de contrôle, abritant essentiellement la salle technique ; il peut abriter cependant d'autres fonctions
Coin vie	en général c'est un espace de détente (zone vie) ; dans le cas particulier d'une vigie cet espace est réservé au repos et à la restauration des contrôleurs
Contrôleur aérodrome	agent contrôlant les mouvements des aéronefs sur l'aérodrome et dans ses espaces associés en donnant les autorisations nécessaires
Contrôleur approche	agent contrôlant les aéronefs à l'approche
Contrôleur local	agent contrôlant l'utilisation de la piste en donnant les autorisations nécessaires
Contrôleur sol	agent contrôlant les mouvements des aéronefs sur les aires de manoeuvre hors la piste
Coursive	passage libre entre les meubles et les parois de la vigie
Garde-corps ou rambarde	élément solide d'une construction destiné à empêcher les chutes des personnes depuis un plancher
Meuble critique	meuble fictif dont l'enveloppe est l'union des enveloppes de tous les meubles devant passer par l'accès considéré. Ce meuble est défini pour chaque accès
Monte-charge	appareil servant à monter des fardeaux d'un étage à l'autre
Pupitre	petit meuble à plans inclinés où sont regroupés les commandes nécessaires au contrôle
Salle IFR	salle où sont rassemblés les contrôleurs d'approche quand ceux-ci sont trop nombreux pour être en vigie
Salle technique	lieu où sont regroupés tous les équipements nécessaires au bon fonctionnement des installations aéronautiques de l'aéroport
Surface utile	Surface intérieure des locaux, déduction faite des circulations, locaux techniques et sanitaires.
Trémie	Espace réservé dans un plancher, généralement pour permettre le passage d'un niveau à un autre

Document réalisé par le service technique de l'aviation civile

Rédaction : département Aménagement, capacité, environnement

Conception : département SINA, groupe Documentation et diffusion des connaissances

Impression : atelier de reprographie

Septembre 2009



direction générale
de l'Aviation civile

**service technique
de l'Aviation civile**

31, avenue du Maréchal Leclerc
94381 Bonneuil-sur-Marne cedex
téléphone : 01 49 56 80 00
télécopie : 01 49 56 82 19
www.stac.aviation-civile.gouv.fr

ISBN 978-2-11-094290-6

