

CHAPITRE VII: FORMULES UTILISEES POUR LA SIMULATION SOUS MATLAB DU LOCALIZER

VII.1 Simulation sous MATLAB des diagrammes de rayonnements du localizer ^[60]

VII.1.1 Rayonnement du signal porteur (CSB) pour un réseau impair

Le signal $S(t)$ est rayonné selon un diagramme de rayonnement $P(\alpha)$ qui est le groupement de (n) antennes identiques alimentées par des courants égaux par paire et un déphasage nul.

Le diagramme propre d'une antenne s'écrit : $f(\alpha) = \cos(\alpha)$

Avec α : l'angle entre l'axe de piste et la position de l'avion.

Le signal CSB avant rayonnement c'est-à-dire le signal modulé.

$$S(t) = \cos(\omega t)(1 + M90 \sin(3\delta t) + M150 \sin(5\delta t)) \quad (26)$$

Avec : $M90=M150=20\%=(0.2)$ selon les normes de l'OACI)

$$3\delta = 2\pi * 90 \quad \text{et} \quad 5\delta = 2\pi * 150$$

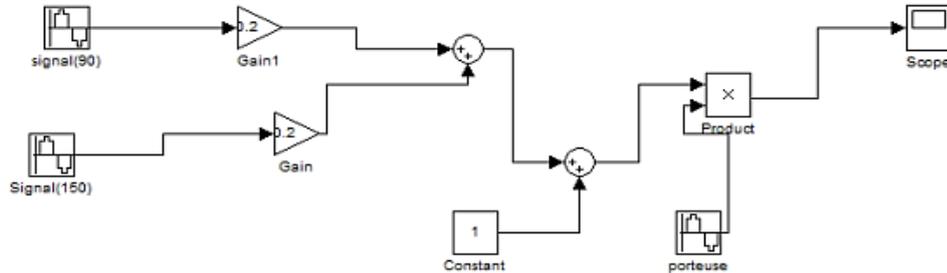


Figure 111: Signal CSB sous SIMULINK

Source : Ihedrane Yasmine El Abiad Sara, Lesequipementsradionavigation_Elabiadsara_1299

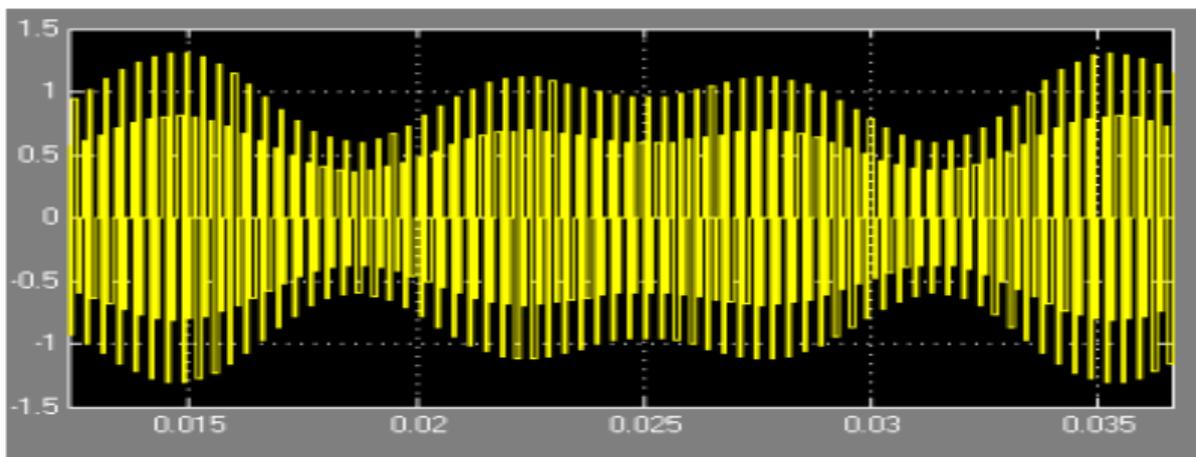


Figure 112: Signal CSB Modulé

Source : Ihedrane Yasmine El Abiad Sara, Lesequipementsradionavigation_Elabiadsara_1299

D'après les deux figures on remarque qu'il s'agit d'un signal CSB impair, le digramme de rayonnement d'un réseau d'antenne est :

$$P(\alpha) = \epsilon r * [K_c + 2 * \sum_{i=1}^n K_i * \cos\left(\frac{\pi d i}{\lambda}\right) * \sin(\alpha) + \varphi] \quad (26)$$

$\epsilon r = \left(\frac{1}{r}\right) * \cos\left(\omega t - \frac{2\pi r}{\lambda}\right)$: L'expression du champ qui serait reçu à la distance en provenance d'une antenne.

K_i : Représente le nombre d'antenne, excepter l'antenne centrale ;

K_c : Représente l'antenne centrale ;

d_i : La distance séparant chacune des antennes ;

φ : Le déphasage ;

λ : La longueur d'onde ;

r : Le rayon du champ ;

ω : La pulsation ;

α : L'angle entre l'axe de piste et la position de l'avion.

Le signal rayonné s'écrit sous la forme :

$$cbs(\alpha, t) = f(\alpha) * s(t) * p(\alpha)$$

D'où :

$$CBS(\alpha, t) = f(\alpha) * \epsilon r * \cos(\omega t) (1 + 0.2 \sin(3\delta t) + 0.2 \sin(5\delta t)) * [K_c + 2 * \sum_{i=1}^n K_i * \cos\left(\frac{2\pi d i}{\lambda}\right) * \sin(\alpha) + \varphi] \quad (27)$$

VII.1.2 Rayonnement du signal porteur (SBO) pour un réseau pair

Le signal S(t) est rayonné selon un diagramme de rayonnement P(α) qui est le groupement de (n)antennes identiques alimentées par des courants égaux par paire et un déphasage de 180°.

Le signal rayonné après modulation s'écrit sous la forme :

$$SBO(\alpha, t) = f(\alpha) * s(\alpha) * p(\alpha) \quad (28)$$

Avec $f(\alpha) = \cos(\alpha)$: Diagramme propre d'une antenne.

Le signal SBO avant rayonnement s'écrit :

$$S(t) = 0.2 * \cos(\omega t) [\sin((2\pi * 150)t) - \sin((2\pi * 90)t)] \quad (29)$$

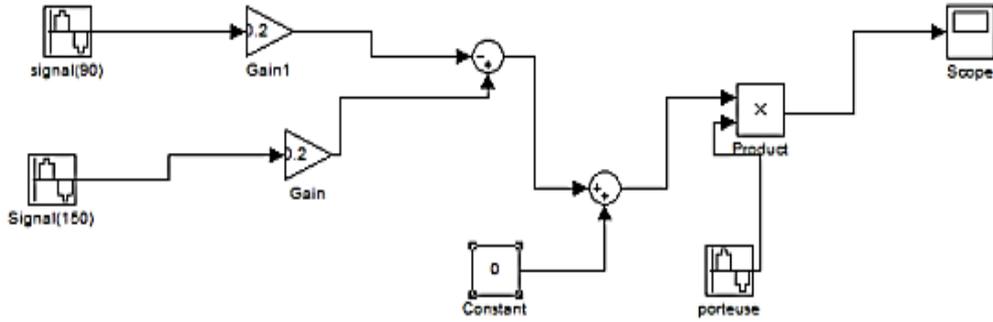


Figure 113: SBO modulé sous SIMULINK

Source : Ihedrane Yasmine El Abiad Sara, Lesequipementsradionavigation_Elabiadsara_1299

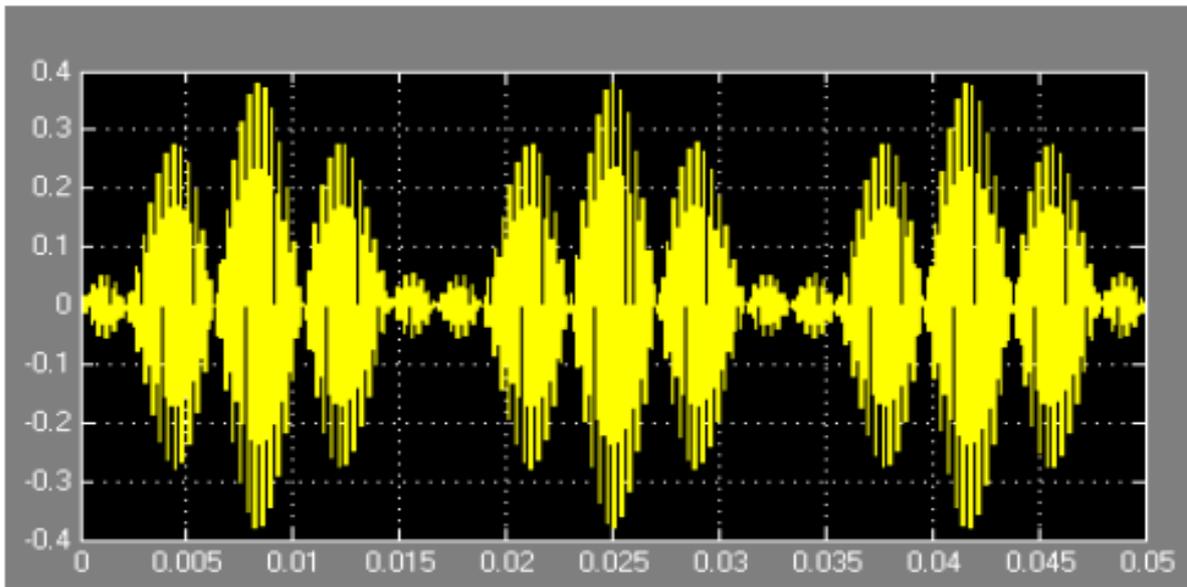


Figure 114: Signal SBO Module

Source : Ihedrane Yasmine El Abiad Sara, Lesequipementsradionavigation_Elabiadsara_1299

On remarque qu'il s'agit d'un signal SBO pair et d'une sur-modulation, cela est dû à l'inversion de phase. Le diagramme de rayonnement du réseau d'antenne $p(\alpha)$ est :

$$P(\alpha) = \epsilon r * [2 * \sum_{i=1}^n Ki * \cos\left(\frac{2\pi di}{\lambda}\right) * \sin(\alpha) + \varphi] \quad (30)$$

Alors le signal rayonné s'écrit sous la forme :

$$SBO(\alpha, t) = f(\alpha) * \epsilon r * \cos(\omega t) (0.2 \sin(5\delta t) - 0.2 \sin(3\delta t)) * [2 * \sum_{i=1}^n Ki * \cos\left(\frac{2\pi di}{\lambda}\right) * \sin(\alpha) + \varphi] \quad (31)$$

CHAPITRE VIII: EMBLACEMENT DES INSTRUMENTS AUX AÉRODROMES ^[61]

VIII.1 Généralités

Il est beaucoup plus difficile de placer correctement les instruments météorologiques, ou les capteurs qui sont reliés aux instruments, sur les aérodromes qu'aux stations météorologiques synoptiques. Dans les deux cas, les instruments servent à obtenir des renseignements aussi exacts que possible sur certaines variables météorologiques mais, aux stations météorologiques synoptiques, il suffit que les instruments soient convenablement exposés. Sur les aérodromes, outre l'exposition appropriée des instruments, il faut satisfaire à toute une gamme de besoins et de conditions, dont les suivants :

- a) mesure représentative pour l'aérodrome dans son ensemble et, en particulier, pour les manœuvres de décollage et d'atterrissage ;
- b) respect des dispositions relatives à la limitation des obstacles ;
- c) implantation dans certaines zones opérationnelles, qui exige que le support des instruments soit frangible ;
- d) emplacement adéquat du point de vue du relief, de l'alimentation électrique et des moyens de communication.

La présente partie traite de l'emplacement des principaux types d'instruments et systèmes d'instruments météorologiques utilisés sur les aérodromes, c'est-à-dire de ceux qui servent à mesurer le vent de surface, la portée visuelle de piste (RVR), la hauteur de la base des nuages, la température et la pression. Les renseignements fournis ne peuvent être que relativement généraux car les aérodromes sont très différents les uns des autres, tant en ce qui concerne les types de vol pour lesquels ils sont utilisés que la nature du terrain, facteurs susceptibles d'avoir une grande influence sur l'emplacement des instruments.

VIII.2 Environnement aéroportuaire

Avant d'aborder l'emplacement des instruments sur les aérodromes, il faut donner une brève description de l'environnement aéroportuaire en général. C'est un environnement très complexe et parfois d'une grande étendue, avec des pistes atteignant 4 km de longueur. Le réseau de pistes peut se trouver à proximité de zones bâties comprenant des secteurs publics, administratifs ou techniques.

Sur une aire aussi vaste et complexe qu'un aérodrome, on éprouve souvent de très grandes difficultés à fournir en temps utile des mesures météorologiques représentatives :

- a) le réseau de pistes est souvent trop étendu pour pouvoir être représenté par un seul instrument ou capteur ;

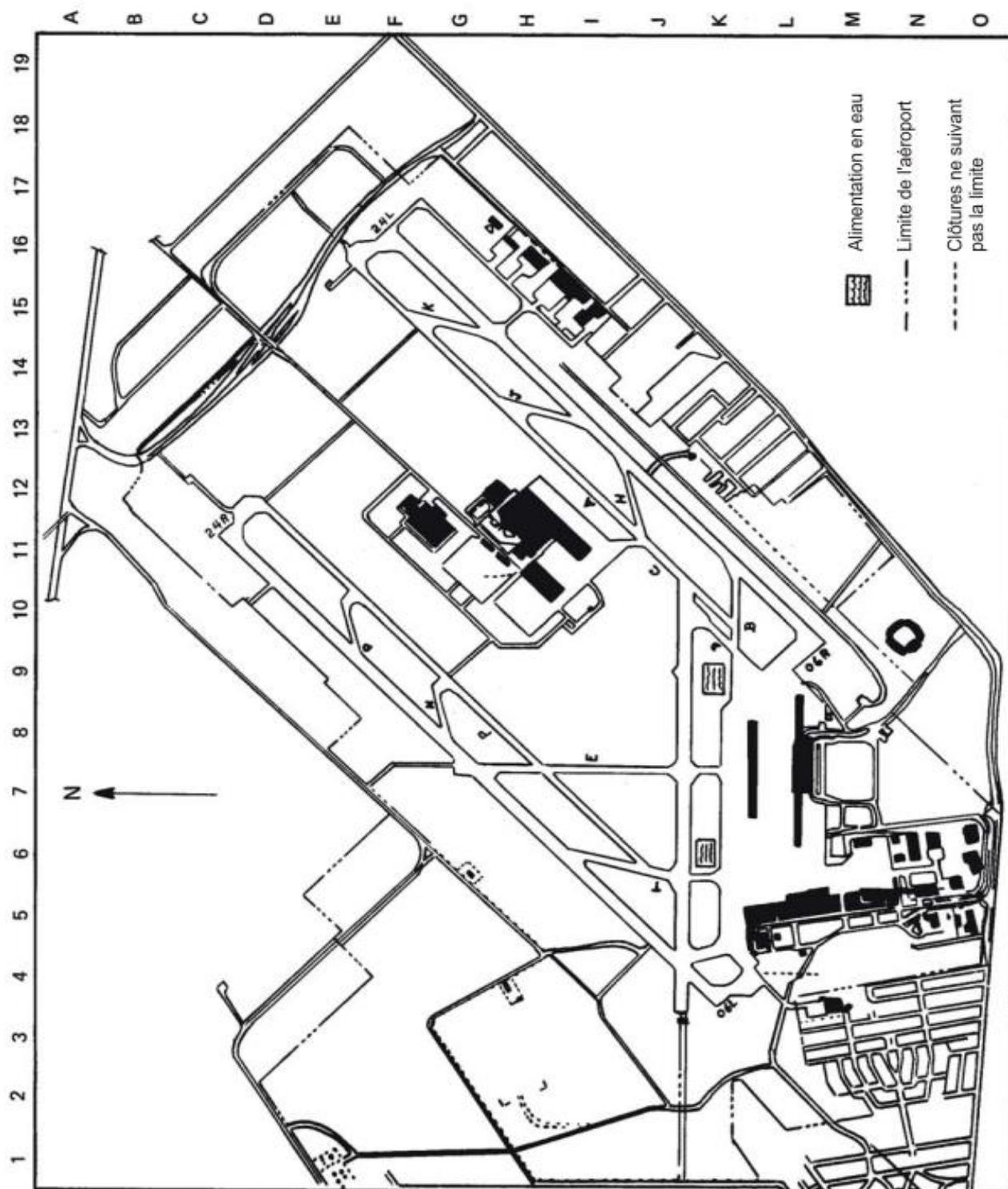


Figure 115: **Représentation schématique d'un aérodrome et de ses éléments caractéristiques les plus importants**

Source : **Manuel des pratiques de météorologie aéronautique**

- b) la difficulté d'accéder à certaines parties de l'aérodrome peut empêcher de situer les instruments aux endroits les plus appropriés ou en gêner l'entretien ;
- c) les règlements en matière de limitation des obstacles peuvent avoir des effets analogues ;
- d) les dimensions des bâtiments et autres constructions (tours, pylônes, etc.) peuvent empêcher une exposition appropriée des instruments ;

- e) les mouvements des aéronefs et le souffle des réacteurs (notamment au cours des manœuvres au sol et dans les virages), ainsi que les grands parcs de stationnement d'automobiles et les émissions correspondantes, produisent aussi leurs effets.

Pour surmonter ces difficultés, l'administration météorologique doit rester en contact étroit avec l'autorité chargée de l'aérodrome et de son plan de masse. Le contact doit être assuré non seulement au quotidien mais aussi dans le cadre d'une planification à long terme, car l'aménagement des sites des instruments, la pose des câbles et autres activités connexes ne doivent ni gêner le fonctionnement des autres systèmes de l'aérodrome, ni perturber son fonctionnement normal, ni entraîner de dépenses excessives. Une étroite collaboration avec les exploitants, dont les besoins déterminent souvent l'emplacement des instruments, est aussi nécessaire. Enfin, l'autorité locale des services de la circulation aérienne (ATS) fait également face à ce type de difficultés, car ses organismes utilisent souvent des répéteurs et peuvent avoir des besoins qui leur sont propres quant à l'emplacement des capteurs correspondants.

La détermination des emplacements les plus appropriés pour les instruments nécessite non seulement une étroite collaboration avec l'administration aéroportuaire, l'autorité ATS et les exploitants, mais aussi une analyse détaillée faite sur les lieux par un météorologiste. Cette analyse pourrait comprendre des essais sur le terrain, surtout lorsque la topographie ou les conditions météorologiques dominantes sont complexes, alors que, dans des cas plus simples, une inspection des lieux peut suffire.

Remarque : *Dans le cas d'un nouvel aérodrome, il est de coutume d'établir une station d'observation ou, tout au moins, un ensemble minimal d'instruments avant de le construire, afin de recueillir des renseignements sur les conditions météorologiques qui risquent d'influer sur l'exploitation à cet aérodrome.*

VIII.3 Limitations relatives aux obstacles

Pour choisir les emplacements des instruments sur un aérodrome, il faut tenir compte, d'abord et avant tout, des limitations applicables aux obstacles sur cet aérodrome. Les instruments météorologiques considérés comme des objets qui peuvent constituer des « obstacles » sont les anémomètres, les célomètres et les transmissomètres/ diffusomètres à diffusion vers l'avant.

Pour classer les aérodromes destinés à l'aviation civile internationale, on a recours à un code de référence. Ce code fournit un moyen simple d'établir des relations entre les nombreuses spécifications relatives aux caractéristiques des aérodromes, de manière à pouvoir implanter un ensemble d'installations aéroportuaires adaptées aux avions qui doivent utiliser l'aérodrome. Ce code se compose des deux éléments indiqués au Tableau ci-dessous ; le premier élément est un chiffre (de 1 à 4) qui est lié aux performances de l'avion, et le second, une lettre (A à F) qui est liée aux dimensions de l'avion. La largeur des pistes, les bandes de piste et la pente des surfaces de limitation d'obstacles, etc., varient selon le code de référence de l'aérodrome en question.

Tableau 9: *Code de référence d'aérodrome*
Source : Manuel des pratiques de météorologie aéronautique

Élément de code 1		Élément de code 2		
Chiffre de code (1)	Distance de référence de l'avion (2)	Lettre de code (3)	Envergure (4)	Largeur hors-tout du train principal ^a (5)
1	moins de 800 m	A	jusqu'à 15 m non inclus	jusqu'à 4,5 m non inclus
2	de 800 m à 1 200 m non inclus	B	de 15 m à 24 m non inclus	de 4,5 m à 6 m non inclus
3	de 1 200 m à 1 800 m non inclus	C	de 24 m à 36 m non inclus	de 6 m à 9 m non inclus
4	1 800 m et plus	D	de 36 m à 52 m non inclus	de 9 m à 14 m non inclus
		E	de 52 m à 65 m non inclus	de 9 m à 14 m non inclus
		F	de 65 m à 80 m non inclus	de 14 m à 16 m non inclus

a. Distance entre les bords extérieurs des roues du train principal.

Du point de vue de l'implantation des instruments météorologiques, les surfaces de limitation d'obstacles qui importent sont les surfaces de transition qui limitent la hauteur des obstacles de chaque côté de la piste. Les valeurs recommandées de la largeur de piste, de la largeur de bande et de la pente des surfaces de transition sont indiquées au Tableau 11 qui a été établi d'après les dispositions de l'Annexe 14, Volume I. On peut voir que toutes les pistes devraient être protégées par une surface de transition partant du bord de la bande de piste et qui, en s'élevant, s'écarte de la piste. La largeur de la bande et la pente de cette surface de transition dépendent du chiffre de code de référence de la piste.

Une piste avec approche de précision est protégée par une deuxième surface « intérieure » de transition, et l'espace aérien situé au-dessus de la piste, entre les deux surfaces intérieures, est appelé zone dégagée d'obstacles (OFZ). Une fois que l'on a déterminé le chiffre de code de référence d'une piste donnée en consultant le Tableau 10, on peut trouver dans le Tableau 11 les valeurs minimales recommandées des dimensions et des pentes de la bande et des surfaces de transition correspondantes.

La Figure 116 représente une coupe verticale des surfaces de transition recommandées pour une piste avec approche de précision dont le chiffre de code de référence est 3 ou 4. Elle indique également les points les plus proches de la piste où divers instruments météorologiques qui peuvent être disposés sans empiéter sur les surfaces de transition. Sauf circonstances locales exceptionnelles, aucun instrument météorologique ne devrait empiéter sur l'OFZ. Si cet empiétement est inévitable pour pouvoir faire des observations représentatives, le support du capteur doit être « frangible », « éclairé » et, de préférence, masqué par une aide de navigation essentielle existante. Les dispositions les plus importantes en matière d'implantation des instruments météorologiques sont résumées sur VIII.4.

Tableau 10: *Dimensions et pentes des surfaces de limitation d'obstacle-piste utilisées pour l'approche*
Source : Manuel des pratiques de météorologie aéronautique

PISTE										
Surface et dimensions ^a (1)	Approche à vue Chiffre de code				Approche classique Chiffre de code			Approche de précision		
	1 (2)	2 (3)	3 (4)	4 (5)	1,2 (6)	3 (7)	4 (8)	Cat. I Chiffre de code (9)	Cat. II ou III Chiffre de code (10)	Cat. II ou III Chiffre de code (11)
SURFACE CONIQUE										
Pente	5 %	5 %	5 %	5 %	5 %	5 %	5 %	5 %	5 %	5 %
Hauteur	35 m	55 m	75 m	100 m	60 m	75 m	100 m	60 m	100 m	100 m
SURFACE HORIZONTALE INTÉRIEURE										
Hauteur	45 m	45 m	45 m	45 m	45 m	45 m	45 m	45 m	45 m	45 m
Rayon	2 000 m	2 500 m	4 000 m	4 000 m	3 500 m	4 000 m	4 000 m	3 500 m	4 000 m	4 000 m
SURFACE INTÉRIEURE D'APPROCHE										
Largeur	—	—	—	—	—	—	—	90 m	120 m ^e	120 m ^e
Distance au seuil	—	—	—	—	—	—	—	60 m	60 m	60 m
Longueur	—	—	—	—	—	—	—	900 m	900 m	900 m
Pente	—	—	—	—	—	—	—	2,5 %	2 %	2 %
SURFACE D'APPROCHE										
Longueur du bord intérieur	60 m	80 m	150 m	150 m	150 m	300 m	300 m	150 m	300 m	300 m
Distance au seuil	30 m	60 m	60 m	60 m	60 m	60 m	60 m	60 m	60 m	60 m
Divergence (de part et d'autre)	10 %	10 %	10 %	10 %	15 %	15 %	15 %	15 %	15 %	15 %
Première section										
Longueur	1 600 m	2 500 m	3 000 m	3 000 m	2 500 m	3 000 m	3 000 m	3 000 m	3 000 m	3 000 m
Pente	5 %	4 %	3,33 %	2,5 %	3,33 %	2 %	2 %	2,5 %	2 %	2 %
Deuxième section										
Longueur	—	—	—	—	—	3 600 m ^b	3 600 m ^b	12 000 m	3 600 m ^b	3 600 m ^b
Pente	—	—	—	—	—	2,5 %	2,5 %	3 %	2,5 %	2,5 %
Section horizontale										
Longueur	—	—	—	—	—	8 400 m ^b	8 400 m ^b	—	8 400 m ^b	8 400 m ^b
Longueur totale	—	—	—	—	—	15 000 m	15 000 m	15 000 m	15 000 m	15 000 m
SURFACE DE TRANSITION										
Pente	20 %	20 %	14,3 %	14,3 %	20 %	14,3 %	14,3 %	14,3 %	14,3 %	14,3 %
SURFACE INTÉRIEURE DE TRANSITION										
Pente	—	—	—	—	—	—	—	40 %	33,3 %	33,3 %
SURFACE D'ATERRISSAGE INTERROMPU										
Longueur du bord intérieur	—	—	—	—	—	—	—	90 m	120 m ^e	120 m ^e
Distance au seuil	—	—	—	—	—	—	—	^c	1 800 m ^d	1 800 m ^d
Divergence (de part et d'autre)	—	—	—	—	—	—	—	10 %	10 %	10 %
Pente	—	—	—	—	—	—	—	4 %	3,33 %	3,33 %

a. Sauf indication contraire, toutes les dimensions sont mesurées dans le plan horizontal.

b. Longueur variable (voir § 4.2.9 ou 4.2.17).

c. Distance à l'extrémité de la bande.

d. Ou distance à l'extrémité de piste, si cette distance est plus courte.

e. Lorsque la lettre de code est F [colonne (3) du Tableau A2-1], la largeur est portée à 155 m. Pour des renseignements sur les avions correspondant à la lettre de code F qui sont équipés d'une avionique numérique produisant des directives de pilotage pour maintenir une trajectoire stabilisée lors d'une manœuvre de remise des gaz, voir la Circulaire 301, *Avions très gros porteurs — Empiètement sur la zone dégagée d'obstacles : Mesures à prendre en exploitation et étude aéronautique.*

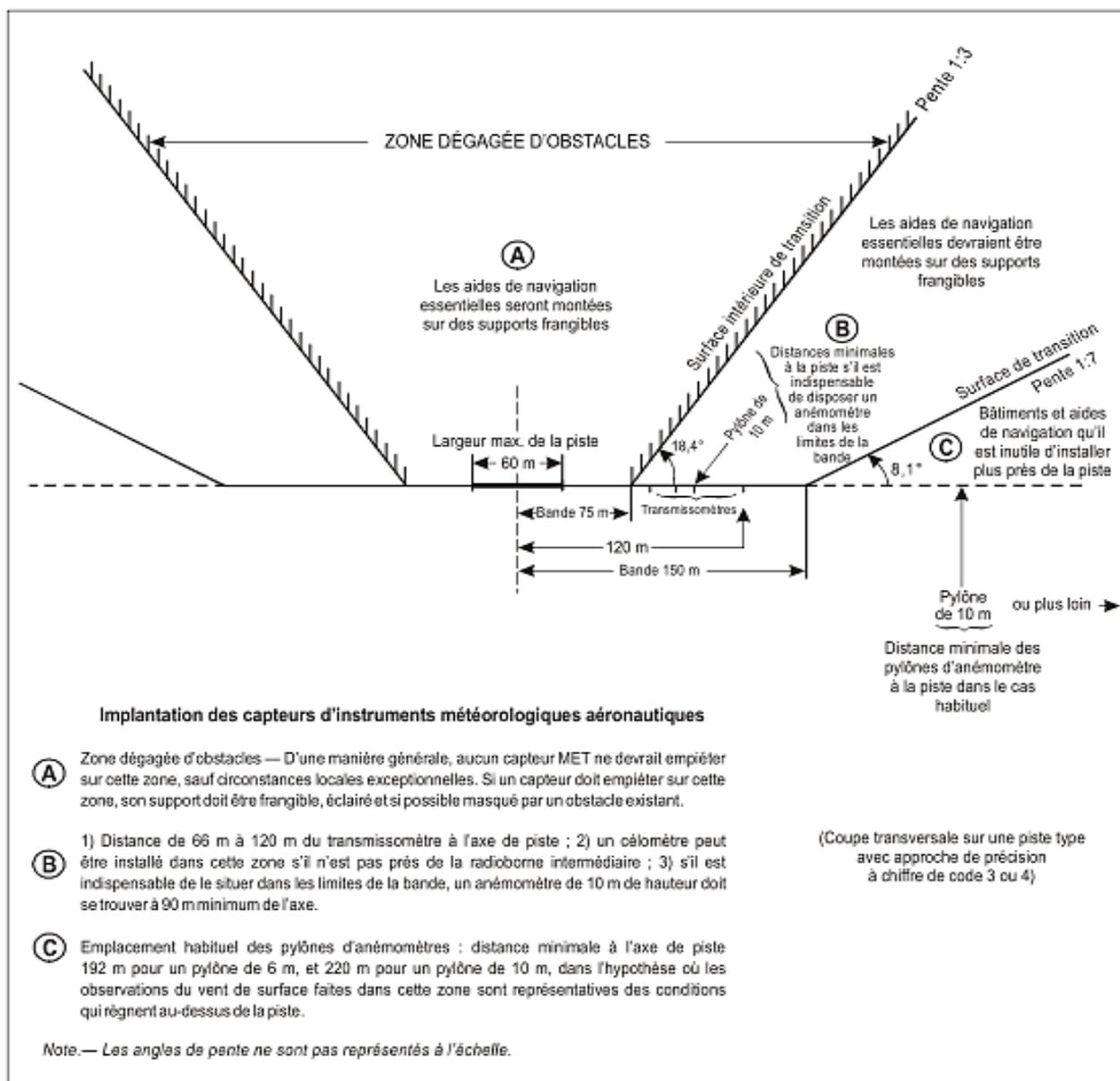


Figure 116: Surfaces de limitation d'obstacles
Source : Manuel des pratiques de météorologie aéronautique