

## Définitions

Pour la bonne compréhension de la suite du texte, les définitions suivantes sont utiles à connaître :

- Un **point de mesure** est le lieu géographique d'implantation d'un instrument destiné à mesurer un paramètre d'état de l'atmosphère ou à observer un phénomène caractéristique du temps sensible.
- Un **poste de mesure** est un ensemble cohérent de points de mesures instrumentés et d'une centrale d'acquisition installés sur un site donné.
- Le **site** est la « configuration du lieu et du terrain où s'élève un poste de mesures, et la manière dont il est situé du point de vue de son utilisation » (cf. *Le Robert*)

## Introduction

Les postes du réseau Radome<sup>1</sup> doivent alimenter les bases de données opérationnelles et institutionnelles de Météo-France en données pour les utilisations de surveillance, d'alerte ou de prévision. Pour ces applications, l'objectif recherché est que les données utilisables aient la qualité décrite dans le tableau I ci-dessous.

Or, plusieurs éléments interviennent dans la qualité finale de ces données :

- Les caractéristiques intrinsèques des instruments de mesure ou des méthodes de mesure. Ces caractéristiques intrinsèques des systèmes de mesure sont généralement fixées et contrôlées par la DSO (Direction des Systèmes d'Observation, ex-SETIM), en cohérence avec les objectifs ci-dessus.

Paramètres	Erreurs tolérées	Commentaires
Température	± 0,5 °C	± 0,1 °C sonde ± 0,1 °C acquisition ± 0,4 °C abri (extrêmes en particulier)
Humidité	± 6 %	sur toute la gamme d'humidité (5 à 100 %) et de température (-20 °C à 40 °C)
Vent	± 10 % ± 10°	vitesse direction
Précipitations	± 5 % ± 10 %	précipitations liquides précipitations solides
Rayonnement	± 5 % ± 10 %	données quotidiennes données horaires

Tableau I - Qualité requise pour les données fournies par les postes du réseau Radome.

- Les opérations de maintenance nécessaires au maintien en conditions nominales de fonctionnement, les opérations d'étalonnage étant considérées comme des opérations de maintenance.
- La représentativité du site.

L'environnement du site de mesure peut générer des erreurs de mesures supérieures aux erreurs instrumentales. Traditionnellement, il a été consacré plus d'énergie sur les caractéristiques des instruments eux-mêmes que sur l'environnement de la mesure. C'est néanmoins souvent l'environnement qui peut dégrader une mesure et sa représentativité, particulièrement si le site est censé représenter une zone de 100 à 1 000 km<sup>2</sup>.

Les règles de dégagement des capteurs préconisées par l'OMM et Météo-France sont décrites dans la note technique n° 31 du SETIM. Très succinctement, il est requis un dégagement de quatre fois la hauteur des obstacles environnants pour la mesure des précipitations et un dégagement de dix fois la hauteur des obstacles environnants pour la mesure du vent (qui doit être effectuée à 10 m), mais ce n'est pas suffisant pour réaliser une classification opératoire des sites de mesures.

1 - **RADOME** : Réseau **Automatisé** D'Observation Météorologique Etendues, réseau propriété de Météo-France d'une densité moyenne d'une station pour 1 000 km<sup>2</sup>.

## Classification d'un site

Il existe des sites qui ne respectent pas les règles de dégagement rappelées plus haut. Il est donc utile de définir une classification permettant de documenter la représentativité d'un site. C'est pourquoi on définit une classification des sites de mesure pour déterminer leur représentativité à petite échelle (influence de l'environnement proche). La classe 1 correspond aux normes de l'OMM. La classe 5 correspond à des conditions de mesure qui ne devraient jamais exister pour des postes de mesure. Chaque point de mesure d'un site possède sa propre classification.

Cette classification, associée à un niveau d'incertitude pour les mesures, permet de définir des niveaux à respecter par une station pour être incluse dans le réseau Radome de Météo-France, ou pour être utilisée pour une application donnée.

Par convention, pour un paramètre donné, **on mettra en Classe 1 tout site respectant les critères de l'OMM.**

La classification d'un site sera l'ensemble des classes affectées aux différentes mesures (qui sont souvent de niveau différent).

La classification d'un site doit être revue périodiquement, car l'environnement peut varier dans le temps. Dans ce qui suit, le titre de la classe est (parfois) complété d'une estimation des erreurs liées à la représentativité.

## Température et humidité

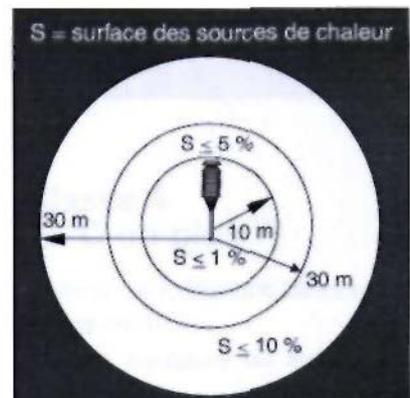
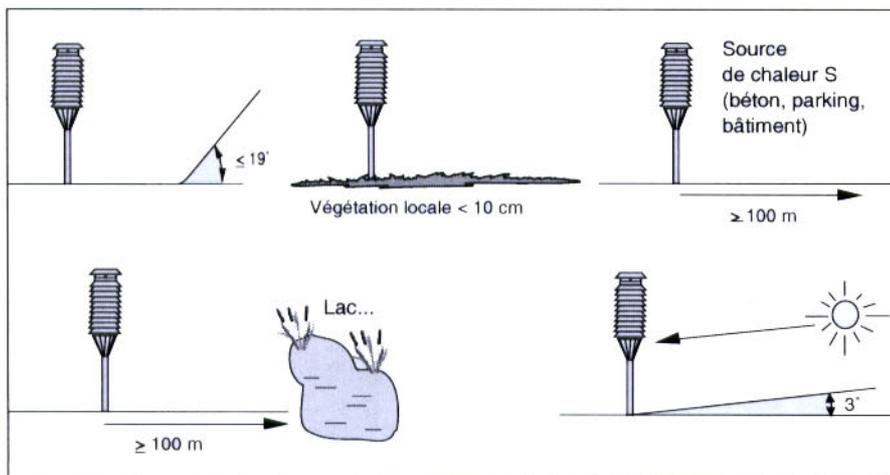
Les capteurs à l'intérieur de l'abri doivent être installés à une hauteur standard de 1,5 m. La hauteur ne doit être en aucun cas inférieure à 1,5 m. Une hauteur supérieure (jusqu'à 2 m) est admissible et n'a pas d'influence majeure sur la mesure (les différences entre 1,5 et 2 m ne dépassent pas 0,2 °C). Les ombres portées citées s'appliquent pour des obstacles non représentatifs du relief de la région.

L'importance relative des perturbations apportées par des surfaces bétonnées et des ombres portées reste à établir. Il est possible que les critères définis ci-dessous soient modifiés, en particulier pour les ombres portées. C'est pourquoi il est demandé dans un premier temps d'établir un classement séparé pour les ombres portées, de façon à pouvoir réajuster la classe finale dans le futur.

### Classe 1

- **Terrain plat et horizontal**, entouré d'une surface de dégagement dont la pente est inférieure à 1/3 (19°)
- **Sol recouvert d'herbe ou de végétation basse** (< 10 cm) représentative de la région (ainsi que son albedo).
- **Point de mesure situé :**
  - à **plus de 100 m** de sources de chaleur artificielles ou réfléchissantes (bâtiment, aires bétonnées, parking, etc.) ;
  - à **plus de 100 m** d'étendues d'eau (sauf si elles sont significatives de la région) ;
  - à **l'écart de toute ombre portée lorsque la hauteur du Soleil est supérieure à 3°.**

Une source de chaleur (ou une étendue d'eau) est considérée comme gênante si elle occupe une portion de surface supérieure à 10 % dans un cercle de rayon de 100 m autour de l'abri, ou une portion de 5 % dans une couronne de rayons de 10 à 30 m, ou une portion de 1 % dans un rayon de 10 m.

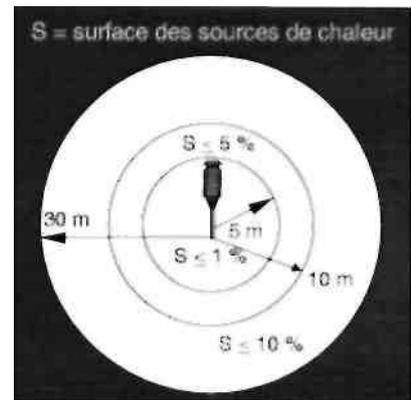
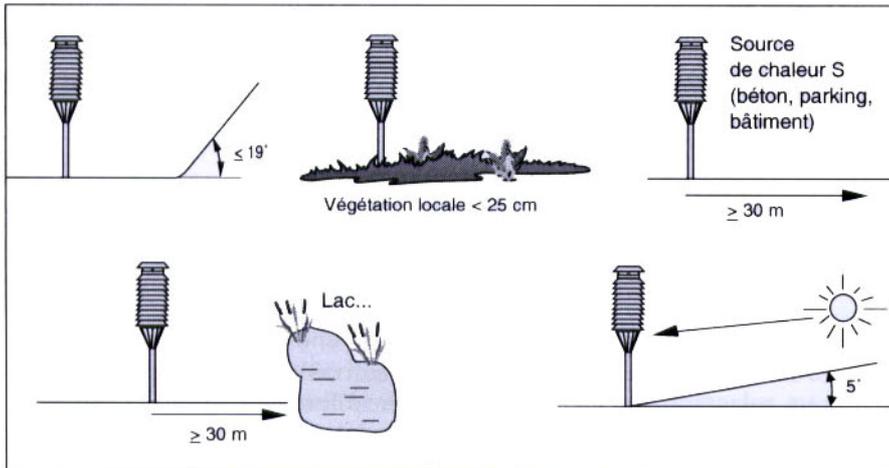


## Classification d'un site

### Classe 2

- **Terrain plat et horizontal**, entouré d'une surface de dégagement dont la pente est inférieure à  $1/3$  ( $19^\circ$ )
- **Sol recouvert d'herbe ou de végétation basse** ( $< 25$  cm) représentative de la région (ainsi que de son albedo).
- **Point de mesure situé :**
  - **entre 30 et 100 m** des sources de chaleur artificielles ou réfléchissantes (bâtiment, aires bétonnées, parking, etc.) ;
  - **entre 30 et 100 m** d'étendues d'eau (sauf si elles sont significatives de la région) ;
  - **à l'écart de toute ombre portée lorsque la hauteur du soleil est supérieure à  $5^\circ$ .**

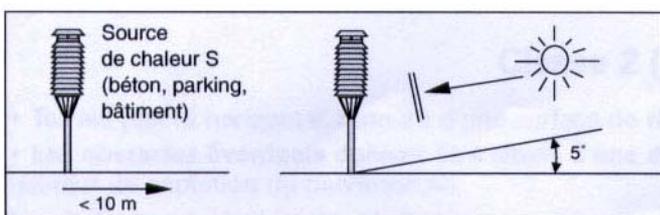
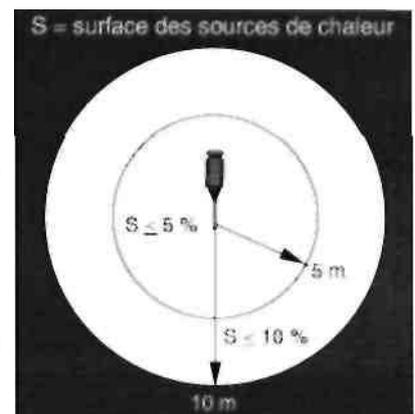
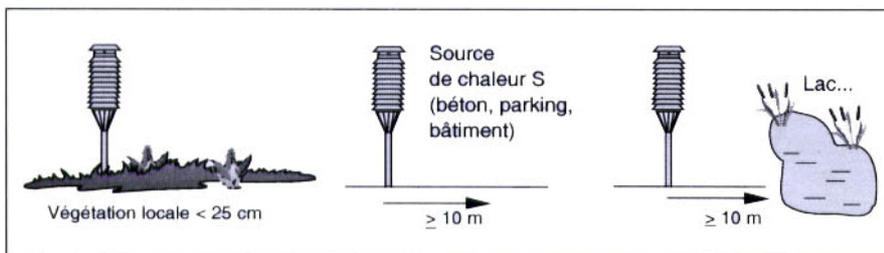
Une source de chaleur (ou une étendue d'eau) est considérée comme gênante si elle occupe une portion de surface supérieure à 10 % dans un cercle de rayon de 30 m autour de l'abri, ou une portion de 5 % dans un rayon de 5 à 10 m, ou une portion de 1 % dans un rayon de 5 m.



### Classe 3 (erreur $1^\circ\text{C}$ ?)

- Sol recouvert d'herbe ou de végétation basse ( $< 25$  cm) représentative de la région.
- **Point de mesure situé :**
  - **entre 10 et 30 m** des sources de chaleur artificielles ou réfléchissantes (bâtiment, aires bétonnées, parking, etc.) ;
  - **entre 10 et 30 m** d'étendues d'eau (sauf si elles sont significatives de la région) ;

Une source de chaleur (ou une étendue d'eau) est considérée comme gênante si elle occupe une portion de surface supérieure à 10 % dans un cercle de rayon de 10 m autour de l'abri, ou une portion de 5 % dans un rayon de 5 m.



### Classe 4 (erreur $2^\circ\text{C}$ ou plus ?)

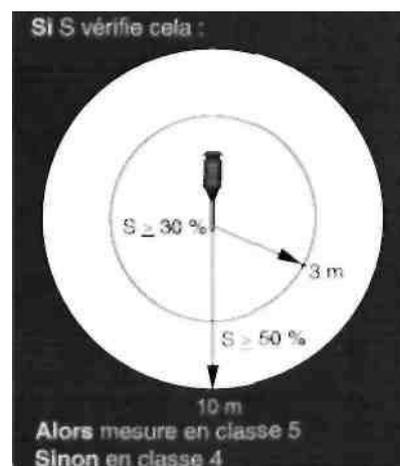
- Sources de chaleur artificielles (bâtiment, aires bétonnées, parking, etc.) à moins de 10 m.
- Ombres portées pour des hauteurs de soleil supérieures à  $5^\circ$ .

## Classe 5 (erreur 5 °C ou plus ?)

- Abri situé au milieu de sources de chaleur artificielles (sur un parking, sur le toit d'un bâtiment).

Si une source de chaleur occupe une portion de surface supérieure à 50 % dans un cercle de rayon de 10 m autour de l'abri, ou une portion de 30 % dans un rayon de 3 m, alors le site est de classe 5, sinon il est de classe 4.

Les hauteurs de végétation indiquées correspondent aux hauteurs de végétation que l'on pourrait obtenir sur le site avec un entretien « normal ». Il convient donc de faire la différence entre une hauteur de végétation structurelle (fonction du type de végétation sur le site) et une hauteur liée à un mauvais entretien. Il est donc demandé de classer le site en considérant celui-ci comme entretenu (sauf si un tel entretien est structurellement impossible). Si un site est mal entretenu, cela doit être noté.



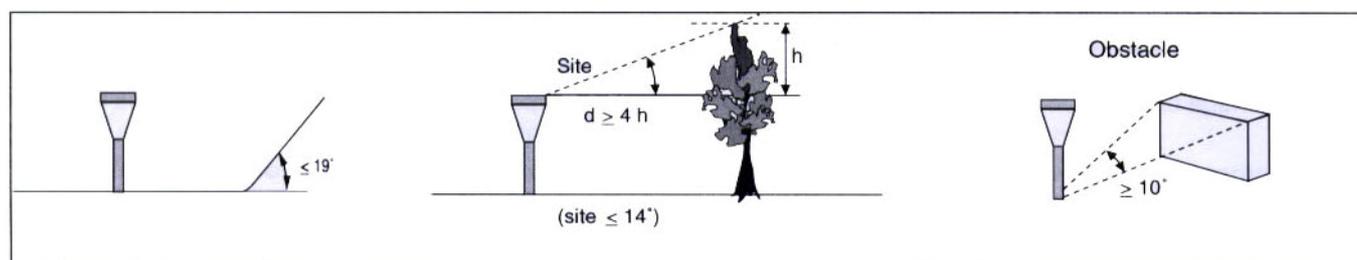
## Précipitations

Le vent est le phénomène perturbateur le plus important pour la mesure des précipitations. Les conditions idéales d'implantation décrites par l'OMM correspondent à une installation en un lieu entouré **uniformément** d'obstacles de hauteur **uniforme**. La distance de ces obstacles au pluviomètre devrait être comprise entre une et deux fois la hauteur de l'obstacle (hauteur angulaire des obstacles comprise entre 30 et 45°). L'idéal est donc une implantation dans une clairière dont la hauteur des arbres environnants respecterait les critères précédents. Le choix d'un tel site est incompatible avec les contraintes de dégagement des autres mesures. Elles sont aussi pratiquement irréalistes. Si les obstacles ne sont pas uniformes, ils génèrent alors des turbulences gênantes pour la mesure. C'est pourquoi des règles de dégagement plus réalistes demandent un éloignement des obstacles. L'orientation des obstacles par rapport à la direction des vents dominants n'est volontairement pas prise en compte. En effet, des précipitations fortes sont souvent associées à des phénomènes convectifs, pour lesquels la direction du vent n'est pas forcément dans la direction des vents dominants.

### Classe 1

- Terrain plat et horizontal, entouré d'une surface de dégagement dont la pente est inférieure à 1/3 (19°). Cette notion de terrain plat s'applique sur une grande surface de telle sorte que la vitesse du vent ne soit pas perturbée par l'orographie proche.
- Les obstacles éventuels doivent être situés à une distance d'au moins quatre fois leur hauteur (par rapport à la hauteur de captation du pluviomètre).

Un obstacle est un objet dont la largeur angulaire est de 10° ou plus.

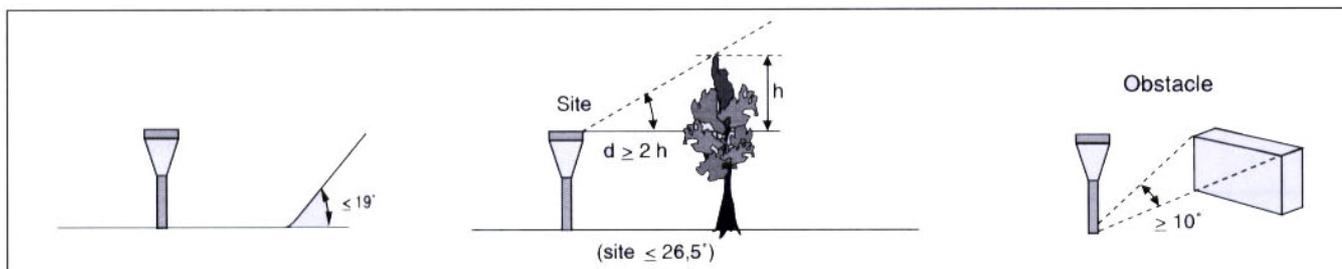


### Classe 2 (erreur 5 % ?)

- Terrain plat et horizontal, entouré d'une surface de dégagement dont la pente est inférieure à 1/3 (19°).
- **Les obstacles éventuels doivent être situés à une distance d'au moins deux fois leur hauteur** (par rapport à la hauteur de captation du pluviomètre).

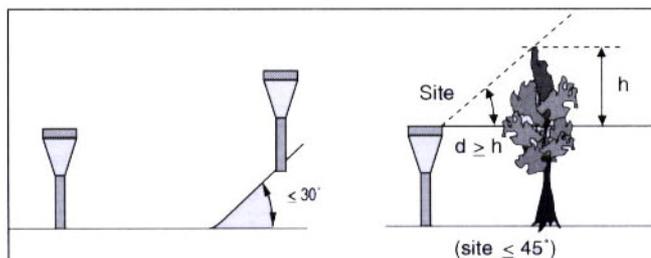
Un obstacle est un objet dont la largeur angulaire est de 10° ou plus.

## Classification d'un site



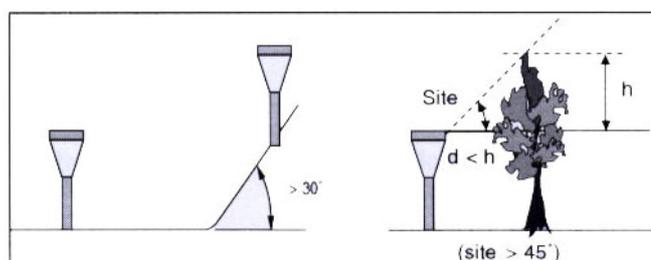
### Classe 3 (erreur 10 à 20 % ?)

- Terrain entouré d'une surface de dégagement dont la pente est inférieure à 1/2 ( $< 30^\circ$ ).
- Pas d'obstacles à moins d'une fois leur hauteur.



### Classe 4 (erreur > 20 % ?)

- Terrain avec forte pente ( $> 30^\circ$ ).
- Obstacles proches (à moins d'une fois leur hauteur).



### Classe 5 (erreur > 50 % ?)

Obstacles situés au-dessus du pluviomètre (arbre, toit,...).

## Vent

Les règles de dégagement classiques de l'OMM (et de la plupart des pays dont la France) sont de placer les capteurs à 10 m au-dessus du sol et sur un terrain dégagé. Un terrain dégagé est une surface où les obstacles sont situés à une distance d'au moins dix fois leur hauteur (voir plus de détails dans la classe 1).

La mesure du vent n'est pas perturbée uniquement par les obstacles environnants ; la rugosité des terrains exerce une influence. Pour l'OMM, le vent de surface est le vent qui soufflerait à une hauteur géométrique de 10 m sur un site ayant une longueur de rugosité égale à 0,03 m.

C'est en quelque sorte un vent de référence dont on connaît les conditions exactes de mesure.

La classification proposée pour la mesure du vent est donc double. Une première classification concerne la rugosité du terrain environnant. La seconde concerne l'environnement proche et les obstacles éventuels.



### Classe d'environnement

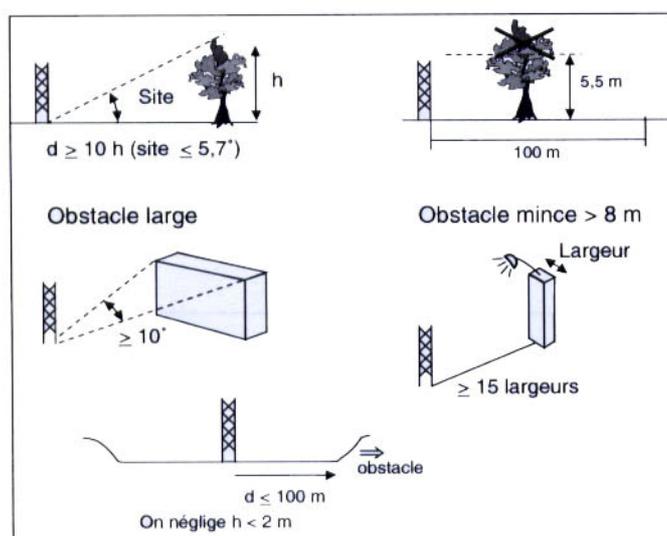
Un relevé de la hauteur angulaire des obstacles autour du site de mesure permet de caractériser les obstacles proches. La méthode et le matériel nécessaire font l'objet d'un document séparé.

La présence d'obstacles se traduit (presque toujours) par une diminution du vent moyen. Généralement les extrêmes du vent sont aussi diminués, mais pas toujours. Des obstacles augmentent la turbulence et peuvent donc conduire à des augmentations (aléatoires) du vent instantané (d'où est dérivé le vent maximum).

Les classes qui suivent considèrent toutes que la mesure est effectuée à 10 m, qui est la hauteur conventionnelle pour les mesures météorologiques. Dans le cas de mesures à 2 m parfois réalisées pour des besoins agro-climatologiques, le même type de classe est utilisable, en remplaçant les hauteurs de 10 m par des hauteurs de 2 m. Cela conduit en général à des classes de rang élevé et milite donc en faveur de mesures à 10 m, plus représentatives (ces mesures pouvant être ramenées à 2 m, en appliquant une hypothèse de profil logarithmique).

En présence d'obstacles nombreux de hauteur supérieure à 2 m, l'OMM recommande d'élever la hauteur de mesure de façon que les capteurs se trouvent à 10 m au-dessus de la hauteur moyenne de ces obstacles. Cette méthode permet ainsi de minimiser l'influence de ces obstacles proches. Elle a été pour l'instant peu appliquée en France, mais c'est une solution permettant de s'affranchir en partie de la présence de certains obstacles. Elle présente l'inconvénient de nécessiter un mât plus grand (donc plus cher) et moins standard. Elle devrait être envisagée pour certains sites. Dans ce cas, la hauteur des obstacles à considérer est la hauteur au dessus du niveau situé 10 m en dessous des capteurs.

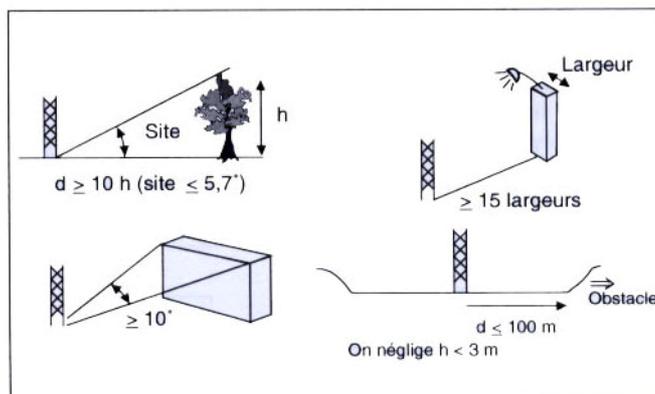
## Classe 1



- Le pylône doit être installé à une distance au moins égale à dix fois la hauteur des obstacles environnants.
- Un objet est considéré comme un obstacle s'il présente une largeur angulaire supérieure à  $10^\circ$ .
- Les obstacles ne doivent pas dépasser une hauteur de 5,5 m dans un rayon de 100 m autour du pylône.
- Les obstacles de hauteur inférieure à 2 m peuvent être négligés.
- Un changement de relief dans un rayon de 100 m est aussi considéré comme un obstacle.
- Les capteurs doivent être situés à une distance minimale de quinze fois la largeur d'un obstacle mince (mât, arbre mince) dépassant une hauteur de 8 m.

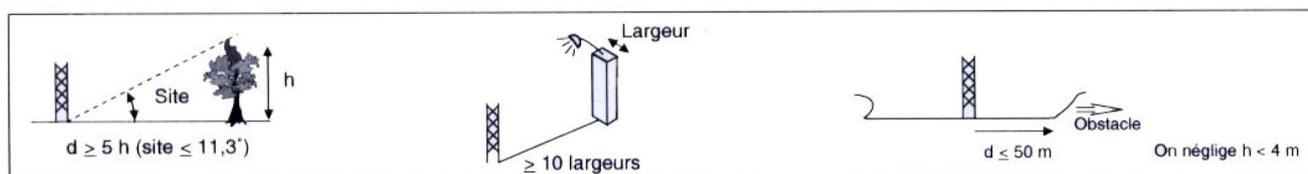
## Classe 2 (erreur 10 % ?)

- Le pylône doit être installé à une distance au moins égale à dix fois la hauteur des obstacles environnants.
- Un objet est considéré comme un obstacle s'il présente une largeur angulaire supérieure à  $10^\circ$ .
- Les obstacles de hauteur inférieure à 3 m peuvent être négligés.
- Un changement de relief dans un rayon de 100 m est aussi considéré comme un obstacle.
- Les capteurs doivent être situés à une distance minimale de quinze fois la largeur d'un obstacle mince (mât, arbre mince) dépassant une hauteur de 8 m.



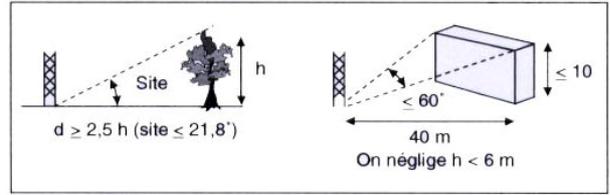
## Classe 3 (erreur 20 % ?)

- Le pylône doit être installé à une distance au moins égale à cinq fois la hauteur des obstacles environnants.
- Les obstacles de hauteur inférieure à 4 m peuvent être négligés.
- Un changement de relief dans un rayon de 50 m est aussi considéré comme un obstacle.
- Les capteurs doivent être situés à une distance minimale de dix fois la largeur d'un obstacle mince (mât, arbre mince) dépassant une hauteur de 8 m.



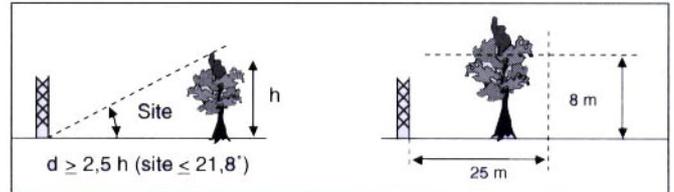
### Classe 4 (erreur 30 % ?)

- Le pylône doit être installé à une distance au moins égale à 2,5 fois la hauteur des obstacles environnants.
- Les obstacles de hauteur inférieure à 6 m peuvent être négligés.
- Il ne doit pas y avoir d'obstacles, vus sur une largeur angulaire supérieure à 60°, et d'une hauteur supérieure à 10 m, dans un rayon de 40 m.

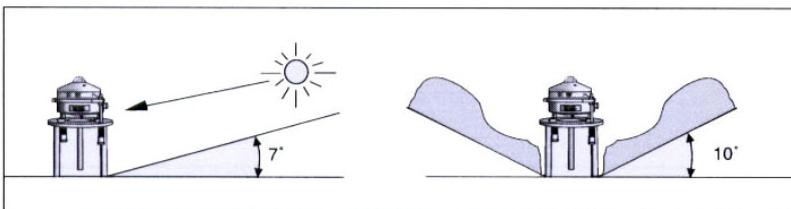
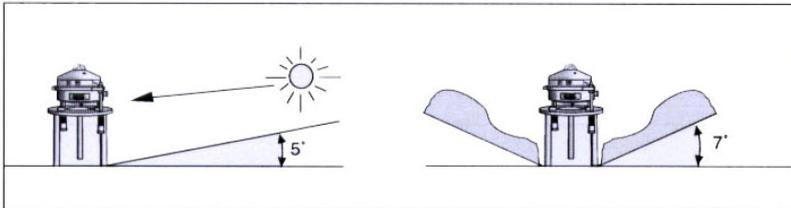
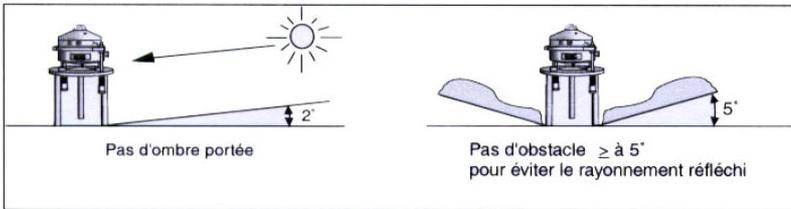


### Classe 5 (erreur > 40 % ?)

- Site ne respectant pas les conditions de la classe 4.
- Il existe des obstacles de hauteur supérieure à 8 m, dans un rayon de 25 m.



## Rayonnement



### Classe 1

- Aucune ombre portée sur le capteur lorsque le Soleil est à une hauteur angulaire supérieure à 2° (sauf relief naturel de la région).
- Aucun obstacle vu avec une hauteur angulaire supérieure à 5°.

### Classe 2

- Aucune ombre portée sur le capteur lorsque le Soleil est à une hauteur angulaire supérieure à 5°.
- Aucun obstacle vu avec une hauteur angulaire supérieure à 7°.

### Classe 3

- Aucune ombre portée sur le capteur lorsque le Soleil est à une hauteur angulaire supérieure à 7°.
- Aucun obstacle vu avec une hauteur angulaire supérieure à 10°.

### Classe 4

- Ombre portée ou obstacles ne respectant pas les classes précédentes, sans être de classe 5.

### Classe 5

- Ombre portée pendant au moins 30 % du temps (ou encore, obstacle sur au moins 30 % de la course de l'astre solaire).

