

***NOTE  
TECHNIQUE***

***N° 35B***

***Classification d'un site***

***Michel Leroy  
Mise à jour Gaëtan Lèches***

***Novembre 2014***

**DIRECTION  
DES SYSTEMES  
D'OBSERVATION**



**METEO FRANCE**



# Sommaire

---

<b>BIBLIOGRAPHIE .....</b>	<b>4</b>
<b>Préambule.....</b>	<b>5</b>
<b>Définitions .....</b>	<b>6</b>
<b>Introduction à la classification de sites.....</b>	<b>6</b>
<b>Température et humidité .....</b>	<b>8</b>
Classe 1.....	8
Classe 2.....	9
Classe 3 (erreur supplémentaire due au site inférieure ou égale à 1°C) .....	9
Classe 4 (erreur supplémentaire due au site inférieure ou égale à 2°C) .....	10
Classe 5 (erreur supplémentaire due au site inférieure ou égale à 5°C) .....	10
<b>Précipitations .....</b>	<b>10</b>
Classe 1.....	11
Classe 2 (erreur supplémentaire due au site inférieure ou égale à 5%) .....	11
Classe 3 (erreur supplémentaire due au site inférieure ou égale à 15%) .....	12
Classe 4 (erreur supplémentaire due au site inférieure ou égale à 25%) .....	12
Classe 5 (erreur supplémentaire due au site inférieure ou égale à 100%) .....	12
<b>Vent de surface.....</b>	<b>13</b>
Rugosité.....	13
Classe d'environnement.....	13
Classe 1.....	14
Classe 2 (erreur supplémentaire due au site inférieure ou égale à 30%, correction possible) .....	14
Classe 3 (erreur supplémentaire due au site inférieure ou égale à 50%, correction impossible) .....	15
Classe 4 (erreur supplémentaire due au site supérieure à 50%) .....	15
Classe 5 (erreur supplémentaire due au site impossible à déterminer) .....	16
<b>Rayonnement global et diffus.....</b>	<b>16</b>
Classe 1.....	16
Classe 2.....	16
Classe 3.....	17
Classe 4.....	17
Classe 5.....	17
<b>Rayonnement direct et durée d'insolation.....</b>	<b>18</b>
Classe 1.....	18
Classe 2.....	18
Classe 3.....	18
Classe 4.....	18
Classe 5.....	19

La version précédente de la note technique n°35 a servi de base à l'élaboration de la classification OMM de l'environnement des sites de mesure de surface, qui est désormais intégrée dans le chapitre 1 du Guide CIMO (Document OMM n°8). Il existe quelques différences de seuils dans les critères retenus dans la classification OMM par rapport à la version précédente de la note n°35. Ces différences sont plus contraignantes pour la classification du vent, moins contraignantes pour la classification de la température et du rayonnement (voir tableau du préambule).

De nombreux autres pays appliquent cette classification ou sont en cours d'application : USA, Suisse, Norvège, Canada, Japon, Pologne... L'OMM dispose d'une page Web d'aide à la mise en application de cette classification : <http://www.wmo.int/pages/prog/www/IMOP/SitingClassif/SitingClassif.html>.

La classification OMM a été également proposée à l'ISO pour devenir une norme. Le processus ISO de consultation des états a conduit à quelques modifications de texte, sans modification des critères de classement. A la date d'écriture de la présente note, la norme ISO reste à éditer sous le n° 19289.

Cette note reprend la classification OMM dans son intégralité et s'applique à Météo-France à compter du 1<sup>er</sup> Janvier 2015 en lieu et place de la note technique 35. A compter du 1<sup>er</sup> Janvier 2015, toutes les mises à jours (au moins tous les 5 ans) des classes ou la classification des nouveaux sites seront faites selon la présente note.

### ***BIBLIOGRAPHIE***

OMM n° 8 : Guide des instruments et méthodes d'observation, édition 2010

**SETIM/QMR**, : Règles de dégagement des capteurs, note technique du SETIM n° 31

**Wieringa J**, 1986 : Roughness-dependent geographical interpolation of surface wind speed averages, Quarterly Journal of the Royal Meteorological Society, vol 112, p 867-889

**Hervé Cadiou**, novembre 1996 : La mesure du vent : sa perturbation par les obstacles, note technique du SETIM n° 33

## Préambule

Le tableau ci-dessous résume les différences entre les classifications de la note technique n°35 et celle de la note technique n°35B (classification OMM). Ne sont indiquées que les différences entre les deux classifications. Pour la classification OMM, les différences sont indiquées en rouge si elle sont plus contraignantes et en vert si elles le sont moins.

	NT35	NT35B OMM
Vent classe 1	Dégagement de 10 fois la hauteur des obstacles environnants On néglige les obstacles de hauteur < 2 m	Dégagement de 30 fois la hauteur des obstacles environnants On néglige les obstacles de hauteur < 4 m La rugosité est au maximum de classe 4
Vent classe 2	On néglige les obstacles de hauteur < 3 m	On néglige les obstacles de hauteur < 4 m La rugosité est au maximum de classe 5
Vent classe 3	On néglige les obstacles de hauteur < 3 m	On néglige les obstacles de hauteur < 4 m
Température/Humidité classe 1	Pas d'ombre portée pour des angles > 3°	Pas d'ombre portée pour des angles > 5°
Température/Humidité classe 2 ou 3	Pas d'ombre portée pour des angles > 5°	Pas d'ombre portée pour des angles > 7°
Précipitations classe 1	Terrain plat et horizontal, entouré d'une surface de dégagement dont la pente est inférieure à 1/3 (19°)	Ajout de la condition : Pluviomètre entouré d'obstacles de hauteur uniforme comprise entre 14 et 26,5° sauf si le pluviomètre est artificiellement protégé du vent (dans ce cas tout autre obstacle se situe à une distance d'au moins quatre fois sa hauteur)
Précipitations classe 4	Obstacles proches (à moins d'une fois leur hauteur)	Les obstacles éventuels se situent à une distance supérieure à la moitié de leur hauteur.
Précipitations classe 5	Obstacles situés au-dessus du pluviomètre (arbre, toit,...)	Les obstacles se situent à une distance inférieure à la moitié de leur hauteur (arbre, toit, mur, etc.).
Rayonnement Global/Diffus classe 1	Aucune ombre portée sur le capteur lorsque le soleil est à une hauteur > 2°	Aucune ombre portée sur le capteur lorsque le soleil est à une hauteur > 5°
Rayonnement Global/Diffus classe 2	Aucune ombre portée sur le capteur lorsque le soleil est à une hauteur > 5°	Aucune ombre portée sur le capteur lorsque le soleil est à une hauteur > 7°
Rayonnement Global/Diffus classe 3	Aucune ombre portée sur le capteur lorsque le soleil est à une hauteur > 7° Aucun obstacle réfléchissant, sans ombre portée, vu à une hauteur > 10°	Aucune ombre portée sur le capteur lorsque le soleil est à une hauteur > 10° Aucun obstacle réfléchissant, sans ombre portée, vu à une hauteur > 15°
Rayonnement Direct/Durée d'insolation	Aucune classe définie	Classes 1 à 5 définies

## 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.

## Introduction à la classification de sites

Les postes des réseaux opérés par Météo France 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 1 ci-dessous ainsi qu'une bonne représentativité.

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), en cohérence avec les objectifs ci-dessus.

Paramètres	Erreurs tolérées <sup>1</sup>	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 1 : 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 d'un site de mesure peut engendrer des erreurs de mesure supérieures aux erreurs instrumentales. On accorde en général davantage d'attention aux caractéristiques de l'instrument qu'à l'environnement de la mesure ; c'est pourtant souvent cet environnement qui fausse le résultat et altère sa représentativité, en particulier lorsqu'un site est censé représenter une zone relativement étendue (par exemple entre 100 et 1 000 km<sup>2</sup>).

<sup>1</sup> Erreurs tolérées dans 95% des cas

Dans le Guide des instruments et des méthodes d'observation météorologiques (OMM-N° 8), l'OMM dicte les règles de dégagement applicables aux différents capteurs. Mais que faut-il faire quand les conditions décrites ne sont pas réunies ?

Il existe des sites qui ne respectent pas ces règles de dégagement. C'est pourquoi on établit une classification des sites de mesure permettant de déterminer leur représentativité à petite échelle (influence de l'environnement proche). Ainsi un site de classe 1 sera considéré comme un site de référence, tandis qu'un site de classe 5 sera un site où des obstacles proches créent un environnement inapproprié à l'exécution de mesures météorologiques censées être représentatives d'une zone étendue (d'au moins quelques dizaines de kilomètres carrés) et où il est déconseillé d'exécuter de telles mesures. Mieux le site sera classé et plus la mesure sera représentative d'une zone étendue. Bien que comportant des obstacles altérant les mesures, un site de classe médiocre (chiffre de classe élevé) peut néanmoins présenter un intérêt pour une application particulière.

À chaque type de mesures exécutées dans un site correspond une classification distincte.

La présente classification, à laquelle est associé un niveau d'incertitude pour les mesures, permet de définir des niveaux à respecter pour qu'une station puisse appartenir à un réseau ou puisse être utilisée dans le cadre d'une application donnée. L'idéal serait que tous les sites appartiennent à la classe 1, mais, dans la réalité, la perfection étant difficile à atteindre, certains compromis se révèlent nécessaires. Il est donc préférable d'accepter cette situation et de la décrire, ce qui est proposé dans cette classification des sites de mesure.

À en juger par l'expérience acquise à Météo-France, le processus de classification aide les acteurs et les directeurs de réseaux à mieux prendre en considération les règles de dégagement, ce qui a souvent pour conséquence d'améliorer le choix du site. Quel que soit le site, les métadonnées permettent d'en connaître les caractéristiques. Il est évidemment possible et recommandé d'établir une description complète du site, mais l'augmentation de la complexité des métadonnées risque d'en restreindre l'emploi, ce qui est souvent le cas en exploitation. C'est pourquoi cette classification des sites de mesure se propose de condenser l'information pour faciliter l'exploitation effective des métadonnées.

Cette classification ne s'applique pas directement à l'ensemble d'une station d'observation, puisque, en fait, une classe est attribuée à chaque paramètre qu'on y mesure, le niveau pouvant parfois varier en fonction des paramètres. S'il s'avère nécessaire de classer l'ensemble d'un site, il est alors possible d'utiliser la classe de chiffre de code supérieur, parmi celles attribuées aux différents paramètres qui y sont mesurés.

Il y a lieu de revoir périodiquement la classification d'un site, car son environnement peut varier dans le temps. Il est recommandé de procéder chaque année à une vérification visuelle systématique et de déterminer ainsi s'il y a lieu de relancer le processus de classification quand certains aspects des alentours ont évolué. Il y a lieu de ne pas laisser passer plus de cinq ans entre chaque actualisation complète des classes attribuées aux sites.

Dans le texte qui suit, la classification est complétée (parfois) par une estimation de l'incertitude due au site, qu'il faut ajouter à l'incertitude associée à la mesure. Cette estimation découle d'études bibliographiques ou de certains tests comparatifs.

La classification a pour objectif premier de décrire la présence d'obstacles dans les alentours immédiats du site de mesure. Il est donc possible qu'il ne soit pas tenu compte du relief naturel si celui-ci est éloigné (par exemple, distance supérieure à 1 km). Pour établir si le relief propre au paysage alentour est représentatif, il suffit de se demander si le fait de déplacer la station sur une distance de 500 m en changerait la classification. Si la réponse est négative, c'est que le relief constitue une caractéristique naturelle de la région et qu'il n'est pas à prendre en compte.

En terrain complexe (comme par exemple en zone de montagne) ou en zone urbaine, les classes attribuées sont en général celles des rangs à grands chiffres de code. Dans ce cas, il est possible d'ajouter, après le numéro des classes 4 ou 5, l'indicateur «S» pour signifier qu'il s'agit d'un environnement particulier ou d'une application spéciale (exemple : 4S).

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).

## Température et humidité

En France, 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. Ce sont donc les ombres portées par des obstacles proches qu'il faut éviter.

Les plus grands écarts sont causés par les surfaces artificielles et par les ombres portées.

(a) Les obstacles se trouvant autour de l'abri influent sur son équilibre radiatif. Un abri installé près d'un obstacle vertical risque d'être «protégé» du rayonnement solaire ou du refroidissement radiatif nocturne de l'air, se trouvant sous l'influence du rayonnement infrarouge relativement chaud de l'obstacle ou du rayonnement que celui-ci réfléchit.

(b) Il y a lieu d'éviter de positionner des capteurs près de surfaces artificielles qui risquent de réchauffer l'air. L'importance de leur influence est fonction des conditions de vent, car le vent influe sur les échanges d'air. Les surfaces artificielles à prendre en compte sont les sources de chaleur, les surfaces réfléchissantes (bâtiments, aires bétonnées, parcs de stationnement, etc.) et les étendues d'eau (mares, lacs, zones irriguées, etc.).

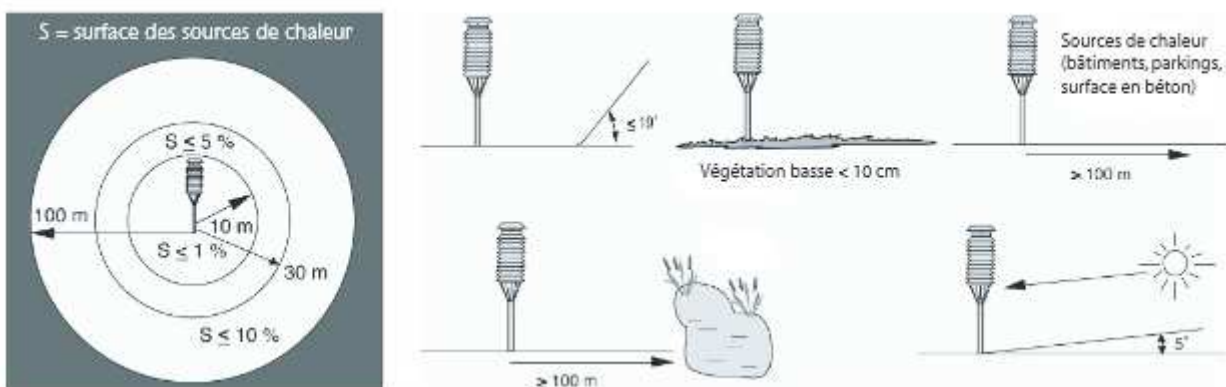
Il y a lieu d'éviter les ombres portées dues aux obstacles proches. La classification ne tient pas compte des ombres portées correspondant au relief naturel (voir ci-dessus).

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. C'est pourquoi il est demandé de classer le site en considérant qu'il est entretenu (sauf si un tel entretien est structurellement impossible).

### Classe 1

- Terrain plat et horizontal, entouré d'une surface de dégagement dont la pente est inférieure à 1/3 (19°);
- Sol recouvert de végétation naturelle basse (< 10 cm) représentative de la région;
- Point de mesure situé:
  - À plus de 100 m de sources de chaleur artificielles ou surfaces réfléchissantes (bâtiments, aires bétonnées, parcs de stationnement, 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 5°.

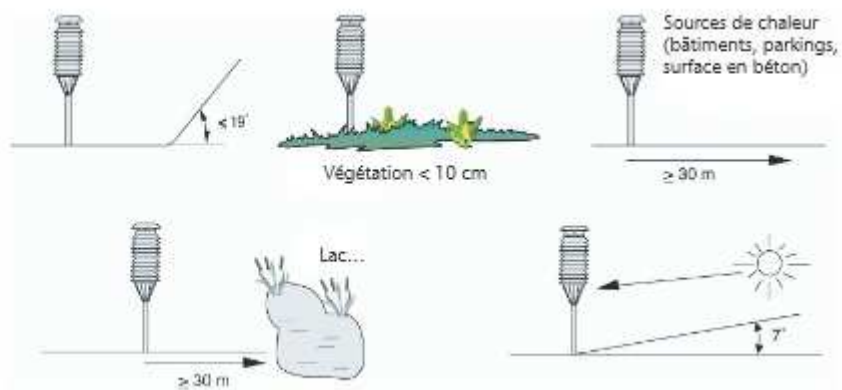
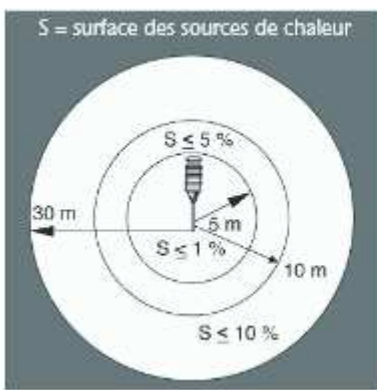
Une source de chaleur (ou une étendue d'eau) est considérée comme gênante si elle occupe une portion de surface supérieure à 10 % dans un cercle de rayon de 100 m autour de l'abri, ou une portion de 5 % dans une couronne de rayon de 10 à 30 m, ou une portion de 1 % dans un rayon de 10 m.





## Classe 2

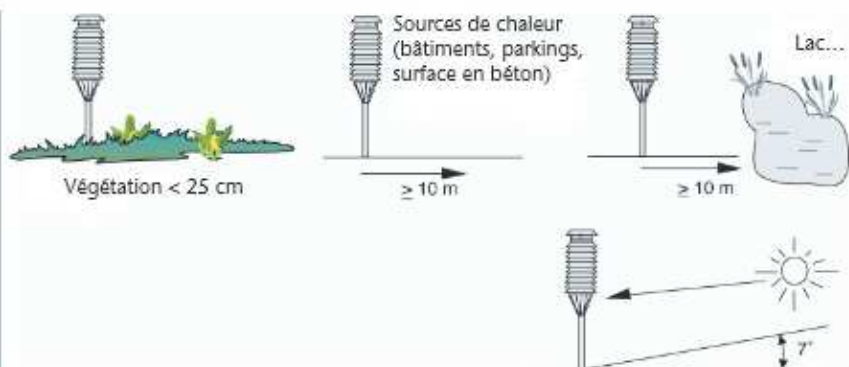
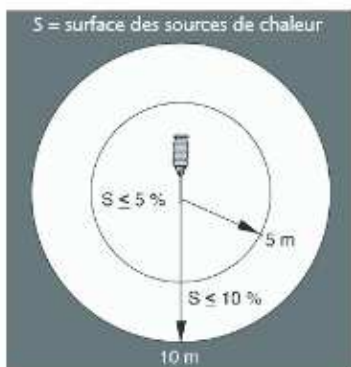
- Terrain plat et horizontal, entouré d'une surface de dégagement dont la pente est inférieure à 1/3 (19°);
- Sol recouvert de végétation naturelle basse (< 10 cm) représentative de la région;
- Point de mesure situé:
  - À plus de 30 m de sources de chaleur artificielles ou surfaces réfléchissantes (bâtiments, aires bétonnées, parcs de stationnement, etc.);
  - À plus de 30 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 7°.
  - 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 une couronne de rayon de 5 à 10 m, ou une portion de 1 % dans un rayon de 5 m.



## Classe 3 (erreur supplémentaire due au site inférieure ou égale à 1°C)

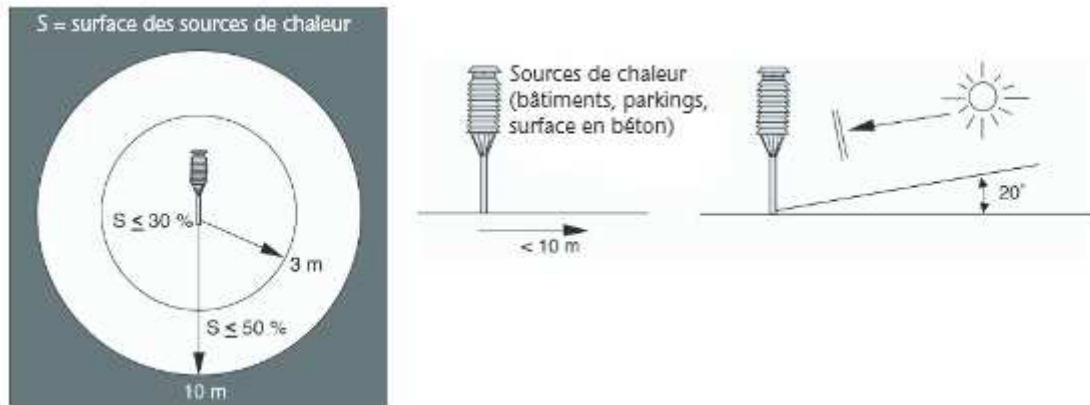
- Sol recouvert de végétation naturelle basse (< 25 cm) représentative de la région;
- Point de mesure situé:
  - À plus de 10 m de sources de chaleur artificielles ou surfaces réfléchissantes (bâtiments, aires bétonnées, parcs de stationnement, etc.);
  - À plus de 10 m d'étendues d'eau (sauf si elles sont significatives de la région);
  - À l'écart de toute ombre portée lorsque la hauteur du soleil est supérieure à 7°.

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 supplémentaire due au site inférieure ou égale à 2°C)

- Sources de chaleur artificielles ou surfaces réfléchissantes (bâtiments, aires bétonnées, parcs de stationnement, etc.) ou étendues d'eau (sauf si elles sont significatives de la région) proches représentant:
  - Moins de 50 % de la surface dans un rayon de 10 m autour de l'abri;
  - Moins de 30 % de la surface dans un rayon de 3 m autour de l'abri.
- Point de mesure situé à l'écart de toute ombre portée lorsque la hauteur du soleil est supérieure à 20°.



### Classe 5 (erreur supplémentaire due au site inférieure ou égale à 5°C)

Site ne respectant pas les critères de la classe 4.

## Précipitations

Le vent est le phénomène perturbateur le plus important pour la mesure des précipitations, en raison de l'effet de l'instrument sur l'écoulement de l'air. À moins que les pluviomètres soient protégés artificiellement contre le vent, à l'aide d'un écran par exemple, les sites qui conviennent le mieux sont souvent des clairières au milieu de forêts ou de vergers, des terrains entourés d'arbres ou situés dans des forêts de broussailles ou d'arbustes ou encore des terrains où d'autres obstacles constituent des coupe-vent efficaces, quelle que soit la direction d'où vient le vent. Les conditions idéales d'implantation correspondent à une installation en un lieu entouré uniformément d'obstacles de hauteur uniforme. Un obstacle est un objet dont la largeur angulaire est égale ou supérieure à 10°.

Le choix d'un tel site est incompatible avec les contraintes correspondantes à la hauteur des autres instruments de mesure. De telles conditions sont pratiquement irréalistes. Si les obstacles ne sont pas uniformes, ils peuvent créer des turbulences gênantes pour la mesure, leur effet étant plus prononcé en cas de précipitations solides. 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 celle des vents dominants. On estime que les obstacles sont de hauteur uniforme quand le rapport entre le plus haut et le moins haut est inférieur à 2.

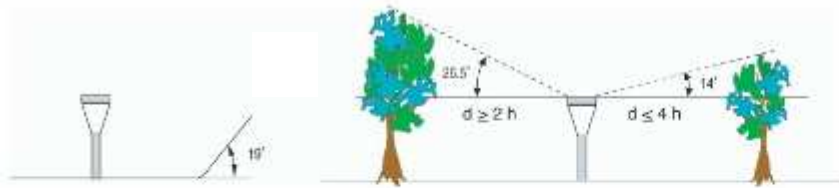
Le collecteur du pluviomètre (hauteur de captation) sert de point de référence pour mesurer la hauteur des obstacles.

## Classe 1

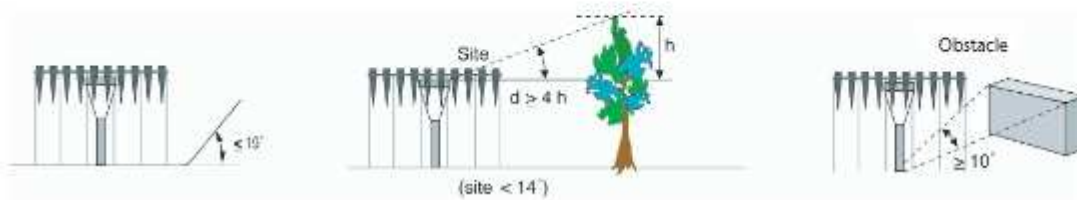
- Terrain plat et horizontal, entouré d'une surface de dégagement dont la pente est inférieure à  $1/3$  ( $19^\circ$ ). Le pluviomètre est entouré d'obstacles de hauteur uniforme, dont la hauteur angulaire est comprise entre  $14$  et  $26,5^\circ$  (et qui se situent à une distance comprise entre deux et quatre fois leur hauteur);

ou

- Terrain plat et horizontal, entouré d'une surface de dégagement dont la pente est inférieure à  $1/3$  ( $19^\circ$ ). Le pluviomètre est protégé artificiellement du vent; il n'est donc pas nécessaire qu'il soit entouré d'obstacles de hauteur uniforme. Dans ce cas, tout autre obstacle se situe à une distance d'au moins quatre fois sa hauteur.

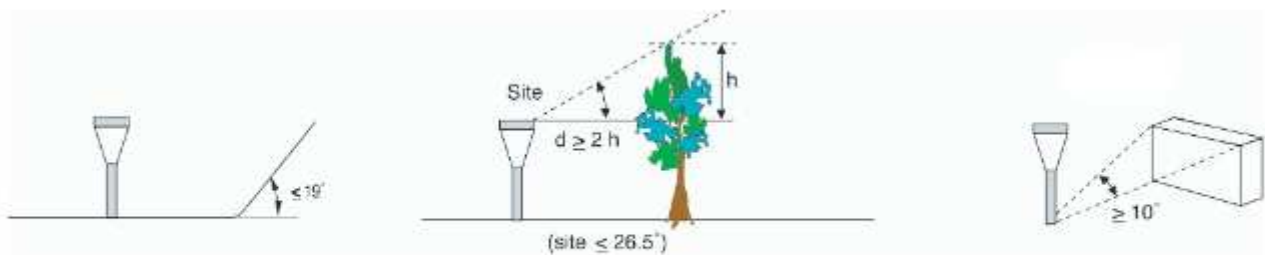


ou



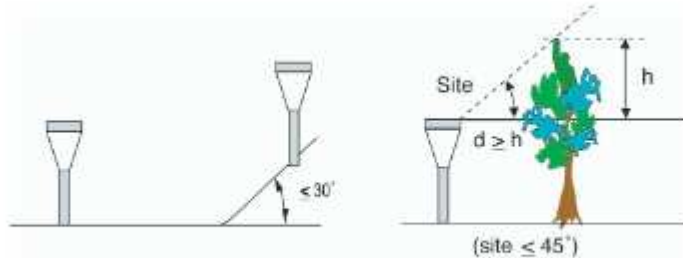
## Classe 2 (erreur supplémentaire due au site inférieure ou égale à 5%)

- Terrain plat et horizontal, entouré d'une surface de dégagement dont la pente est inférieure à  $1/3$  ( $19^\circ$ );
- Les obstacles éventuels se situent à une distance d'au moins deux fois leur hauteur (par rapport à la hauteur de captation du pluviomètre).



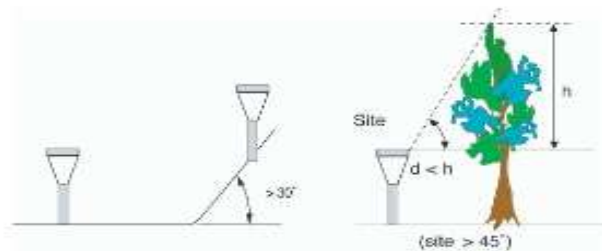
### Classe 3 (erreur supplémentaire due au site inférieure ou égale à 15%)

- Terrain entouré d'une surface de dégagement dont la pente est inférieure à  $1/2$  ( $\leq 30^\circ$ );
- Les obstacles éventuels se situent à une distance supérieure à leur hauteur.



### Classe 4 (erreur supplémentaire due au site inférieure ou égale à 25%)

- Terrain avec forte pente ( $> 30^\circ$ );
- Les obstacles éventuels se situent à une distance supérieure à la moitié de leur hauteur.



### Classe 5 (erreur supplémentaire due au site inférieure ou égale à 100%)

- Les obstacles se situent à une distance inférieure à la moitié de leur hauteur (arbre, toit, mur, etc.).



## Vent de surface

Selon les règles usuelles, les capteurs sont placés à 10 m au-dessus du sol et sur un terrain dégagé, c'est-à-dire une surface où les obstacles se situent à une distance d'au moins dix fois leur hauteur.

### Rugosité

La mesure du vent n'est pas perturbée uniquement par les obstacles environnants; la rugosité du terrain exerce aussi une influence. Pour l'OMM, le vent de surface mesuré aux stations terrestres 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 (hauteur: 10 m et longueur de rugosité: 0,03 m).

Il convient donc de décrire la rugosité du terrain autour du site de mesure. La longueur de rugosité sert à convertir le vent mesuré en vent de référence, mais cette méthode ne peut s'appliquer que si les obstacles éventuels sont suffisamment éloignés.

Voici, repris ci-dessous, le tableau de classification de la rugosité qui figure dans le Guide de la CIMO:

Classification des terrains d'après Davenport (1960), adaptée par Wieringa (1980) en terme de longueur de rugosité $z_0$		
Classe	Description du terrain	$z_0$ en mètres
1	Mer ouverte, « fetch » d'au moins 5 km	0,0002
2	Terrains bourbeux plats, terrain enneigé ; ni végétation, ni obstacles	0,005
3	Terrain plat ouvert ; herbe, rares obstacles isolés	0,03
4	Cultures basses ; larges obstacles occasionnels : $x/H > 20$	0,10
5	Cultures élevées ; obstacles dispersés : $15 < x/H < 20$	0,25
6	Terres clôturées, buissons ; obstacles nombreux : $x/H \sim 10$	0,5
7	Couverture régulière par de larges obstacles (faubourgs, forêts)	(1,0)
8	Agglomérations comprenant des bâtiments de diverses hauteurs	??

Note : x représente la distance au vent de l'obstacle et H est la hauteur des principaux obstacles correspondants

**Tableau 1 - Classes de rugosité, d'après Wieringa**

### Classe d'environnement

La présence d'obstacles se traduit (presque toujours) par une diminution du vent moyen, mais a un effet moindre sur les rafales.

Dans la classification qui suit, on considère que la mesure est effectuée à 10 m, à savoir la hauteur conventionnelle pour les mesures météorologiques.

Dans le cas de mesures exécutées à des hauteurs inférieures (à 2 m par exemple comme c'est parfois le cas à des fins agroclimatologiques), la classe de rang 4 ou 5 est attribuée (voir ci-après) avec l'indicateur «S» (situation particulière).

En présence d'obstacles nombreux de hauteur supérieure à 2 m, il est recommandé 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. C'est une solution permanente permettant de s'affranchir en partie de la présence de certains obstacles. Elle présente l'inconvénient de nécessiter un mât plus grand qui, n'étant pas standard, est donc plus cher. Elle est à envisager pour certains sites. Dans ce cas, la hauteur des obstacles à considérer et la hauteur au-dessus du niveau situé 10 m en dessous des capteurs (par exemple, pour un anémomètre installé à une hauteur de 13 m, le point de référence pour mesurer la hauteur des obstacles se situe à 3 m au-dessus du sol; donc si un obstacle mesure 7 m, on considère que sa hauteur effective est de 4 m).

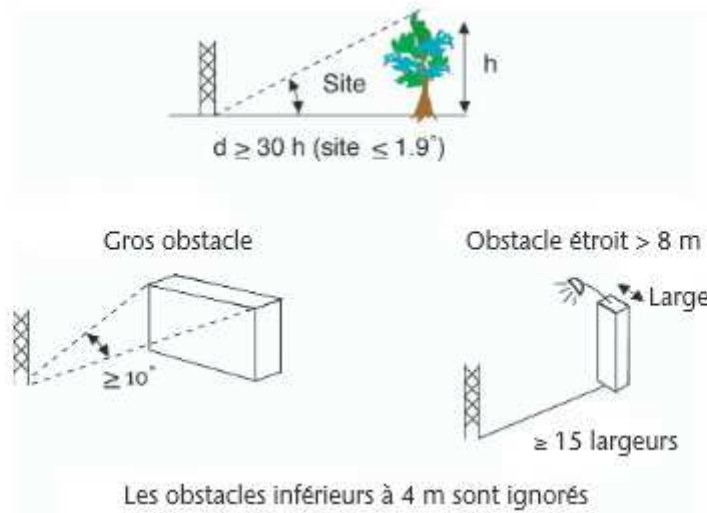
Dans ce qui suit, un objet est considéré comme un obstacle s'il présente une largeur angulaire supérieure à  $10^\circ$ , sauf s'il s'agit d'un obstacle haut et étroit, comme cela est indiqué ci-dessous.

Les variations d'altitude (positives ou négatives) proches n'étant pas représentatives de la région sont considérées comme des obstacles.

### Classe 1

- Le pylône est installé à une distance au moins égale à 30 fois la hauteur des obstacles environnants;
- Les capteurs se situent à une distance au moins égale à 15 fois la largeur des obstacles étroits (mât, arbre mince) dépassant une hauteur de 8 m;

Les obstacles isolés de hauteur inférieure à 4 m peuvent être négligés.



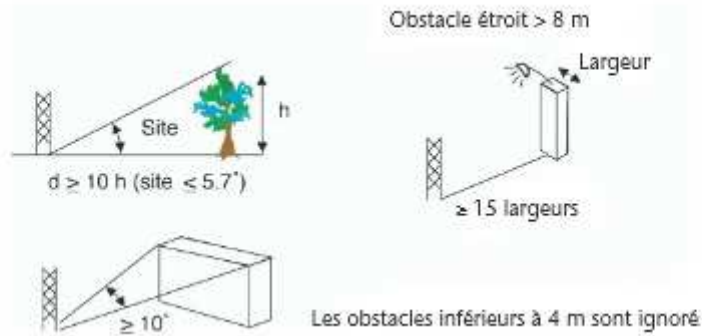
L'indice de rugosité est compris entre 2 et 4 (longueur de rugosité  $\leq 0,1$  m).



### Classe 2 (erreur supplémentaire due au site inférieure ou égale à 30%, correction possible)

- Le pylône est installé à une distance au moins égale à 10 fois la hauteur des obstacles environnants;
- Les capteurs se situent à une distance au moins égale à 15 fois la largeur des obstacles étroits (mât, arbre mince) dépassant une hauteur de 8 m;

Les obstacles isolés de hauteur inférieure à 4 m peuvent être négligés.



- L'indice de rugosité est compris entre 2 et 5 (longueur de rugosité  $\leq 0,25$  m).

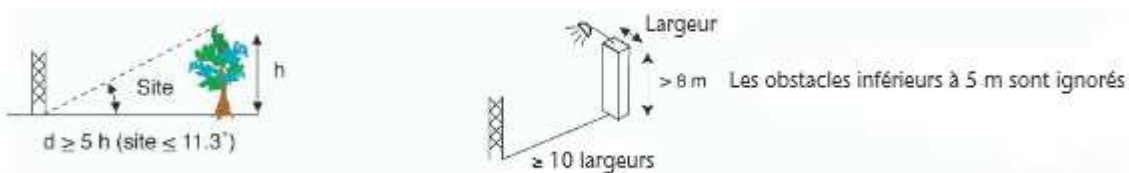


Remarque: Si le pylône se situe à une distance au moins égale à 20 fois la hauteur des obstacles environnants, il est possible d'appliquer une correction (voir le chapitre portant sur la mesure du vent dans le Guide de la CIMO). Quand les obstacles se situent à une distance inférieure, il est encore possible d'appliquer une correction dans certaines situations.

### Classe 3 (erreur supplémentaire due au site inférieure ou égale à 50%, correction impossible)

- Le pylône est installé à une distance au moins égale à 5 fois la hauteur des obstacles environnants;
- Les capteurs se situent à une distance au moins égale à 10 fois la largeur des obstacles étroits (mât, arbre mince) dépassant une hauteur de 8 m.
- 

Les obstacles isolés de hauteur inférieure à 5 m peuvent être négligés.

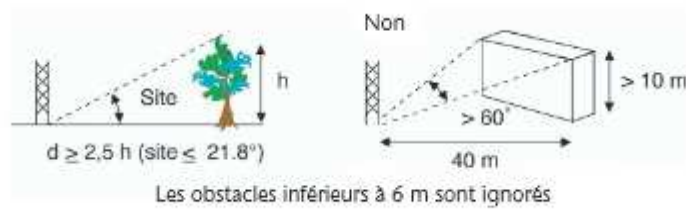


### Classe 4 (erreur supplémentaire due au site supérieure à 50%)

- Le pylône est installé à une distance au moins égale à 2,5 fois la hauteur des obstacles environnants;
- il ne doit pas y avoir d'obstacles, vus sur une largeur angulaire supérieure à  $60^\circ$ , et d'une hauteur supérieure à 10 m, dans un rayon de 40 m.

Les obstacles isolés de hauteur inférieure à 6 m peuvent être négligés, à condition que les mesures soient exécutées à une hauteur minimale de 10 m.





### Classe 5 (erreur supplémentaire due au site impossible à déterminer)

Site ne respectant pas les critères de la classe 4.

## Rayonnement global et diffus

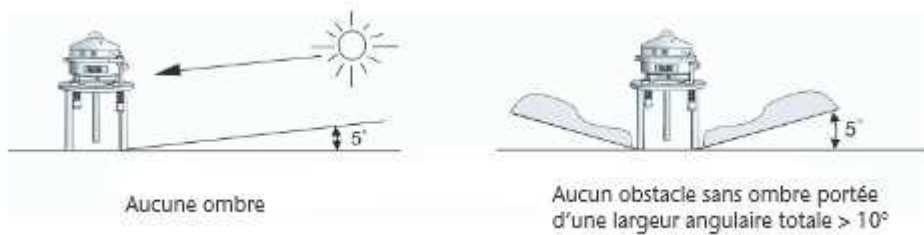
Il convient d'éviter les sites comprenant des obstacles relativement proches. La classification ne tient pas compte des ombres portées correspondant au relief naturel.

Les obstacles non réfléchissants se situant sous l'horizon visible peuvent être négligés. On considère qu'un obstacle est réfléchissant si son albédo est supérieur à 0,5.

L'élément sensible de l'instrument constitue le point de référence des angles de site.

### Classe 1

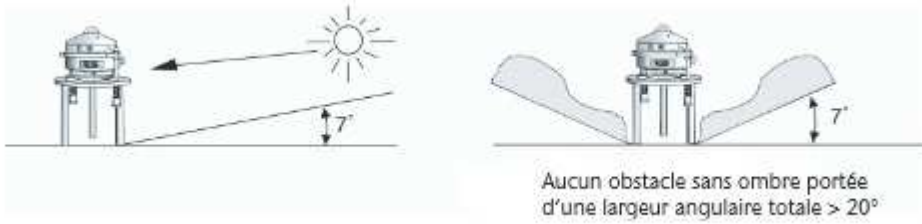
- Aucune ombre portée sur le capteur lorsque le soleil est à une hauteur angulaire supérieure à  $5^\circ$ . Pour les régions situées sous des latitudes  $\geq 60^\circ$ , cette limite passe à  $3^\circ$ ;
- Aucun obstacle réfléchissant, sans ombre portée, vu à une hauteur angulaire supérieure à  $5^\circ$  et d'une largeur angulaire totale supérieure à  $10^\circ$ .



### Classe 2

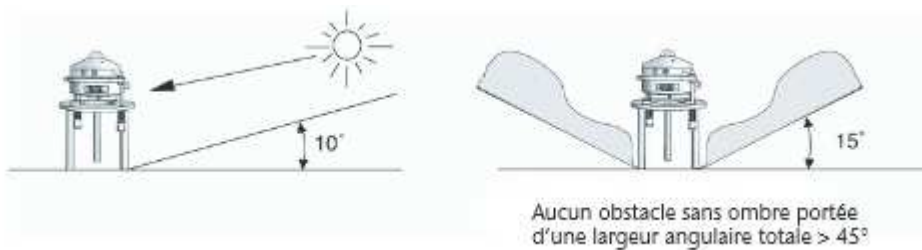
- Aucune ombre portée sur le capteur lorsque le soleil est à une hauteur angulaire supérieure à  $7^\circ$ . Pour les régions situées sous des latitudes  $\geq 60^\circ$ , cette limite passe à  $5^\circ$ ;
- Aucun obstacle réfléchissant, sans ombre portée, vu à une hauteur angulaire supérieure à  $7^\circ$  et d'une largeur angulaire totale supérieure à  $20^\circ$ .





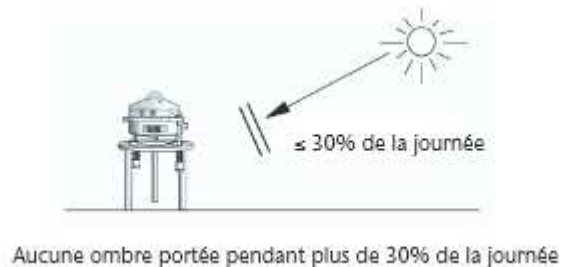
### Classe 3

- Aucune ombre portée sur le capteur lorsque le soleil est à une hauteur angulaire supérieure à  $10^\circ$ . Pour les régions situées sous des latitudes  $\geq 60^\circ$ , cette limite passe à  $7^\circ$ ;
- Aucun obstacle réfléchissant, sans ombre portée, vu à une hauteur angulaire supérieure à  $15^\circ$  et d'une largeur angulaire totale supérieure à  $45^\circ$ .



### Classe 4

- Aucune ombre portée sur le capteur pendant plus de 30 % de la journée, quel que soit le jour de l'année.



### Classe 5

- Ombre portée sur le capteur pendant plus de 30 % de la journée, au moins un jour dans l'année.

## Rayonnement direct et durée d'insolation

Il convient d'éviter les sites comprenant des obstacles relativement proches. La classification ne tient pas compte des ombres portées correspondant au relief naturel. Les obstacles non réfléchissants se situant sous l'horizon visible peuvent être négligés.

L'élément sensible de l'instrument constitue le point de référence des angles de site.

### Classe 1

- Aucune ombre portée sur le capteur lorsque le soleil est à une hauteur angulaire supérieure à  $3^\circ$ .



### Classe 2

- Aucune ombre portée sur le capteur lorsque le soleil est à une hauteur angulaire supérieure à  $5^\circ$ .



### Classe 3

- Aucune ombre portée sur le capteur lorsque le soleil est à une hauteur angulaire supérieure à  $7^\circ$ .



### Classe 4

- Aucune ombre portée sur le capteur pendant plus de 30 % de la journée, quel que soit le jour de l'année.



## **Classe 5**

- Ombre portée sur le capteur pendant plus de 30 % de la journée, au moins un jour dans l'année.