

## **NOTE TECHNIQUE**

*n°45*

### ***Normes applicables aux capteurs météorologiques sur aérodrome en présence de parcs photovoltaïques***

*Gwenaëlle HELLO – Frédérique MORAND - Gaëtan LECHES*

*Mai 2023*

DIRECTION  
DES SYSTEMES  
D'OBSERVATION



# Sommaire

---

|  |          |
|--|----------|
| <b>Contexte .....</b>  | <b>4</b> |
| <b>Propos liminaires : Qualité et représentativité des mesures météorologiques .....</b> | <b>4</b> |
| <b>1– Normes par paramètres .....</b>  | <b>5</b> |
| a) pour la fourniture de la RVR et des couches nuageuses .....                           | 5        |
| b) pour la fourniture des températures de l'air et du point de rosée.....                | 5        |
| c) pour la fourniture des vitesses et directions du vent en surface.....                 | 5        |
| d) pour la pression et le temps présent.....   | 7        |
| <b>2- Tableaux de synthèse des normes .....</b>  | <b>7</b> |
| Aérodromes de niveau N1 .....  | 7        |
| Aérodromes de niveau N1+HBN .....  | 7        |
| Aérodromes de niveau N2 ou N3 ou N4 .....  | 8        |
| Aérodromes de niveau N2+RVR, N3+RVR, N4+RVR, N5 ou N6 .....                              | 8        |
| <b>ANNEXE .....</b>  | <b>9</b> |
| 1.1.1. Capteur de temps présent PWD22.....   | 9        |
| 1.1.2. Diffusomètre DF320 .....  | 10       |
| 1.1.3. Diffusomètre FS11.....  | 13       |

Ce document présente les différentes normes applicables aux capteurs météorologiques pour le service MET à la navigation aérienne sur aéroport en présence de panneaux photovoltaïques.

## Bibliographie

- |   |
|---|
| (1) Note Technique n°35B : Classification de l'environnement des sites – Météo France<br>(2) Règlement UE 2017/373 ATM-ANS – EASA<br>(3) Norme ISO 19289 - Météorologie – Classifications des sites pour les stations terrestres d'observation<br>(4) Guide N°8 de l'OMM (Guide CIMO) |
|---|

## Contexte

L'objectif de ce document est de présenter les normes (en présence de parcs de panneaux photovoltaïques)

- applicables aux capteurs météorologiques

- et nécessaires au maintien de la conformité des mesures permettant de rendre le service météorologique à la navigation aérienne (service MET).

En l'absence du respect des normes listées pour l'emplacement et le dégagement des équipements, Météo-France, prestataire du service météorologique à la Navigation Aérienne, ne sera pas en mesure de garantir la qualité et la représentativité requises des données mesurées fournies.

En effet, les fermes photovoltaïques constituent des obstacles qui peuvent altérer la qualité de la mesure et sa représentativité.

Cette note est destinée au Guichet Unique de la DGAC

<https://guichet-unique-obstacles.aviation-civile.gouv.fr/>

sur lequel tout projet d'installation de panneaux photovoltaïques doit être déposé en application de la Note d'Information Technique : Dispositions relatives aux avis de la DGAC sur les projets d'installations de panneaux photovoltaïques à proximités des aérodromes (révision 5, date : 10/11/2022)

afin d'être portée à la connaissance des porteurs de projet.

Pour chaque aérodrome, un niveau minimum de service météorologique est requis en fonction de l'exploitation opérée (défini dans le protocole technique entre la DTA et Météo-France<sup>1</sup>).

Le niveau de service opéré est indiqué dans chaque convention signée entre l'exploitant d'aérodrome et Météo-France.

## Propos liminaires : Qualité et représentativité des mesures météorologiques

L'environnement d'un site de mesures météorologiques peut influencer la qualité de celles-ci ainsi que leur représentativité spatiale. Pour s'assurer de la qualité des mesures météorologiques, il est donc nécessaire de prendre en compte à la fois les caractéristiques de l'environnement ainsi que celles des instruments de mesure.

Tout d'abord, il est indispensable de **respecter les surfaces de dégagement de certains capteurs** afin d'éviter les perturbations sur les mesures. Ces contraintes de dégagement dépendent de l'instrument et sont spécifiées par le constructeur, indépendamment de Météo-France. Elles sont rappelées en annexe par instrument. **Toute installation de panneaux photovoltaïques sur ces surfaces est donc à proscrire.**

D'autre part, pour qualifier la représentativité des mesures météorologiques, l'OMM a défini une classification (Guide OMM n°8 Guide des instruments et des méthodes d'observation dont est issue la note technique DSO 35B) permettant de spécifier pour chaque paramètre mesuré (température, vent, etc) une classification des sites de mesure sur une échelle de 1 à 5 en fonction de l'environnement de la mesure. Un site de classe 1 est considéré comme un site de référence (qui répond aux recommandations OMM), tandis qu'un site de classe 5 sera un site où des obstacles proches créent un environnement inapproprié à l'exécution de mesures météorologiques pour que celles-ci soient représentatives d'une zone étendue. Plus le site obtient un classement proche du classement de référence (1), plus la mesure est représentative d'une zone étendue. La classification des sites fait également l'objet de la norme ISO 19289.

La classification OMM ne recouvre pas les mesures de visibilité, de RVR (Portée visuelle de piste), de temps présent, des couches nuageuses et de pression.

---

<sup>1</sup><https://www.bulletin-officiel.developpement-durable.gouv.fr/notice?id=Bulletinofficiel-0032568&reqId=cca4fd06-1655-437c-97b7-a5037d15a506&pos=1>

## 1– Normes par paramètres

### a) pour la fourniture de la RVR et des couches nuageuses

L'emplacement précis des télémètres et des visibilimètres a peu d'importance lorsqu'il s'agit de déterminer la visibilité dominante et les couches nuageuses de l'aérodrome pour les besoins du METAR.

En revanche, pour les besoins des messages locaux à destination de la tour de contrôle : **les visibilités et les RVR doivent être représentatives des conditions le long des pistes et les couches nuageuses et hauteur de base des nuages doivent être représentatives de la zone d'approche.** Dans ce contexte, la réglementation applicable (en particulier les règlements UE 2017/373 et 139/2014) contraint la localisation des visibilimètres lorsqu'ils sont utilisés pour déterminer une RVR et la localisation des télémètres en cas d'approche de précision (Règlement UE 2017/373, AMC1 MET.TR.210(b)(1), AMC1 MET.TR.210(b)(2), AMC1 MET.TR.210(c)(1), AMC1 MET.TR.210(e)(2)). Dans ces cas là, **les visibilimètres et les télémètres ne peuvent pas être déplacés en des endroits incompatibles avec le règlement UE 2017/373** pour laisser place à l'installation de panneaux photovoltaïques. Toutes demandes de déplacement devra être étudiée par Météo-France pour assurer que la nouvelle localisation soit conforme avec les exigences du règlement (UE) 2017/373.

*La contrainte associée est celle liée aux surfaces de dégagement des capteurs fournies par le constructeur. La position des capteurs est prescrite par la réglementation et le niveau de service.*

### b) pour la fourniture des températures de l'air et du point de rosée

L'AMC1 MET.TR.210(f) du règlement UE 2017/373 exige que les mesures des températures de l'air et du point de rosée doivent être représentatives de l'ensemble des pistes de l'aérodrome. En conséquence, les mesures doivent avoir une bonne représentativité spatiale.

En outre, le règlement UE 2017/373 via son GM2 MET.TR.210 propose des recommandations sur les précisions de 1°C pour une utilisation opérationnelle des températures de l'air et du point de rosée.

Selon la classification de l'OMM et la norme ISO 19289, ces précisions sont garanties pour les températures de l'air et du point de rosée tant que la classe n'excède pas la classe 3. Ainsi afin de garantir la précision recommandée et une bonne représentativité de la température et de l'humidité, la classe 3 ne doit pas être dépassée pour ces deux paramètres (voir note MF/DSO 35B).

*Ainsi, Météo-France demande une classe environnementale maximale de 3 pour la mesure des températures ce qui équivaut à ne pas avoir de panneaux PV à moins de 10 m du point de mesure.*

### c) pour la fourniture des vitesses et directions du vent en surface

L'AMC1 MET.TR.210(a) exige que pour le METAR, les mesures de vent soient représentatives de l'ensemble des pistes de l'aérodrome et que pour les besoins des METREPORT et SPECIAL, la ou les mesures soient représentatives de la zone de toucher des roues ou des conditions de vent le long de la piste. Ainsi les mesures de vent sont installées de manière à garantir une bonne représentativité spatiale tout en assurant la représentativité de chaque piste.

Le GM2 MET.TR.210 propose des recommandations sur les précisions pour une utilisation opérationnelle des mesures de vent :

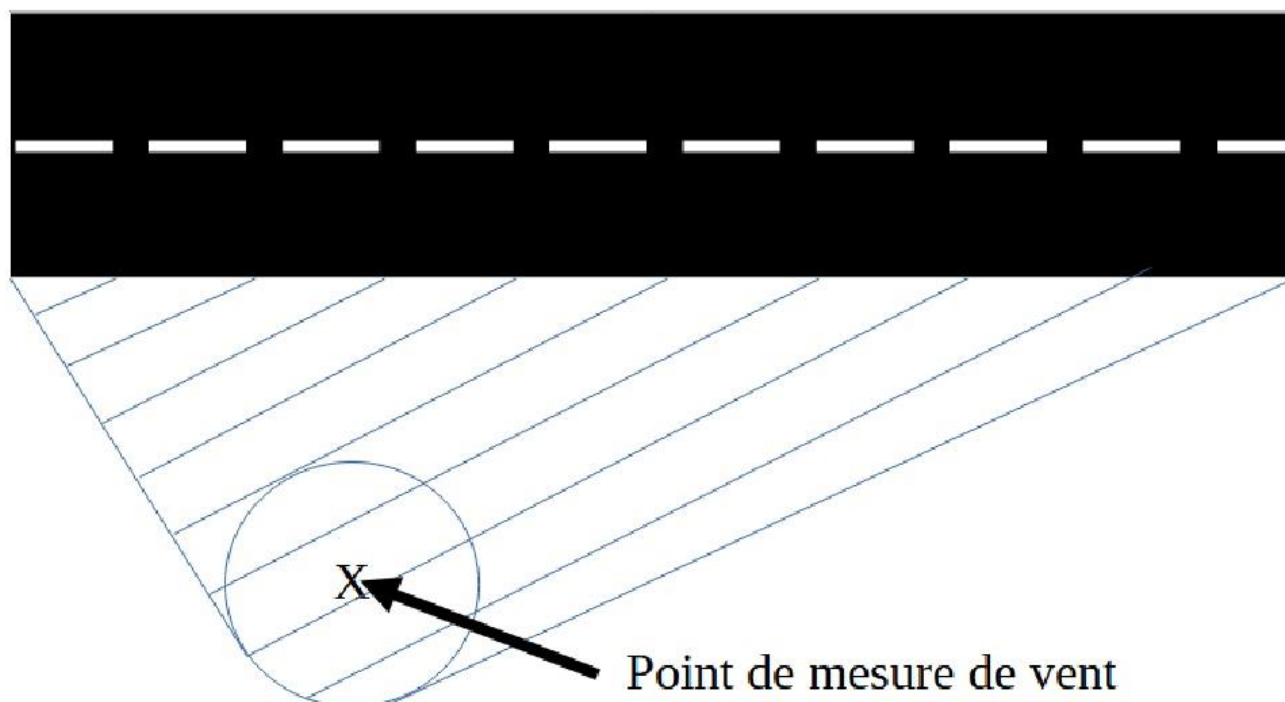
- 10 % pour les vitesses de vent quand celles-ci sont supérieures à 10 kt ou 1 kt pour les valeurs de vent inférieures
- et 10° pour les directions de vent.

Pour les besoins du METAR, Météo-France garantit la représentativité de la mesure lorsque qu'une classe 3 est respectée.

En outre, pour s'assurer de la représentativité de la mesure des conditions le long des pistes ou de la zone de toucher des roues pour les besoins des messages d'observation locaux (METREPORT et SPECIAL), Météo-France demande qu'il n'y ait pas d'obstacle entre le point de mesure et la piste. **A ce titre, l'installation de panneaux photovoltaïques entre le point de mesure et la piste est à proscrire.**

De plus, le vent des messages locaux, moyenné sur seulement 2 minutes, ainsi que les rafales, étant plus sensibles à l'environnement, les critères de la classe 3 de l'OMM (basés sur un vent moyen sur 10 minutes) ne sont pas nécessairement suffisants pour garantir des mesures pertinentes pour les opérations aériennes. **Afin de limiter les effets de rugosité, Météo-France préconise d'installer les panneaux PV à une certaine distance du pylône anémométrique. Cette distance doit être supérieure à 10 fois la hauteur des panneaux PV.**

Le schéma ci-dessous délimite la zone (hachurée) où aucun panneau photovoltaïque ne doit être installé. Le cercle autour du point de mesure a un rayon de 10 fois la hauteur des panneaux PV.



## Pas de panneaux photovoltaïques dans la zone hachurée

Le respect de ces normes peut imposer le déplacement du pylône vent plus près de la piste et en conséquence nécessiter de rendre frangible l'installation vent (exigences du règlement UE 139/2014 pour les aéroports avec certificat européen ou de l'arrêté du 3 septembre 2007 relatif à l'implantation et à la structure des aides pour la navigation aérienne installées à proximité des pistes et des voies de circulation d'aéroports pour les aéroports avec certificat français).

*La norme associée est celle liée à la précision de la mesure et à sa représentativité le long des pistes. Compte-tenu de ces deux exigences et de la nature de la mesure particulièrement sensible à son environnement, la norme prescrite par Météo-France est représentée sur la figure. La distance d'au moins 10 fois la hauteur des panneaux PV autour du capteur devra être respectée.*

N.B : le déplacement éventuel du capteur de vent peut conduire à devoir rendre frangible l'installation.

### d) pour la pression et le temps présent

La mesure de pression étant réalisée à l'intérieur d'un bâtiment, l'installation d'un parc photovoltaïque n'a pas d'influence.

L'AMC1 MET.TR.210(d)(1) du règlement UE 2017/373 exige que le temps présent doit être représentatif de l'aérodrome. Le capteur doit donc être installé dans une zone climatologiquement représentative des conditions régnant sur l'aérodrome et en l'absence de règle précise pour la localisation du capteur, respecter les contraintes du constructeur énoncées en annexe.

*Il n'y a pas de norme pour la mesure de pression quant à son emplacement. Pour le temps présent, la contrainte est donnée par le constructeur.*

## 2- Tableaux de synthèse des normes

Les conditions d'implantation de panneaux PV respectant les normes des capteurs météorologiques sont décrites dans les tableaux ci-dessous (en fonction du niveau de service). Par défaut, si ce n'est pas précisé, le capteur est déplaçable.

### Aérodromes de niveau N1

| Paramètre               | Normes à respecter pour rendre le service MET   |
|-------------------------|---|
| Vent                    | Pas de panneaux PV à une distance de moins de 10 fois la hauteur des panneaux PV depuis le point de mesure vent<br>Pas de panneaux PV entre le point de mesure et la piste selon schéma |
| Visibilité (si capteur) | Pas de panneaux PV dans les surfaces de dégagement des capteurs (voir annexe)   |
| Température de l'air    | Pas de panneaux PV à moins de 10 m du point de mesure.  |
| Pression QNH et QFE     | Pas de contrainte d'emplacement   |

### Aérodromes de niveau N1+HBN

| Paramètre                         | Normes à respecter pour rendre le service MET   |
|-----------------------------------|---|
| Vent                              | Pas de panneaux PV à une distance de moins de 10 fois la hauteur des panneaux PV depuis le point de mesure vent<br>Pas de panneaux PV entre le point de mesure et la piste selon schéma |
| Visibilité (si capteur)           | Pas de panneaux PV dans les surfaces de dégagement des capteurs (voir annexe)   |
| Nuages : HBN et couches nuageuses | Si approche de précision, capteur non déplaçable : installation en amont du seuil d'atterrissage, entre le seuil et 1200 m en amont<br>Sinon, pas de contrainte d'emplacement           |
| Température de l'air              | Pas de panneaux PV à moins de 10 m du point de mesure.  |
| Pression QNH et QFE               | Pas de contrainte d'emplacement   |

### Aérodromes de niveau N2 ou N3 ou N4

| Paramètre   | Normes à respecter pour rendre le service MET   |
|---|---|
| Vent  | Pas de panneaux PV à une distance de moins de 10 fois la hauteur des panneaux PV depuis le point de mesure vent<br>Pas de panneaux PV entre le point de mesure et la piste selon schéma |
| Visibilité  | Pas de panneaux PV dans les surfaces de dégagement des capteurs (voir annexe)   |
| Temps Présent   | Pas de panneaux PV dans les surfaces de dégagement des capteurs (voir annexe).  |
| Nuages : HBN et couches nuageuses                     | Si approche de précision, capteur non déplaçable : installation en amont du seuil d'atterrissage, entre le seuil et 1200 m en amont<br>Sinon, pas de contrainte d'emplacement.          |
| Température de l'air et température du point de rosée | Pas de panneaux PV à moins de 10 m du point de mesure.  |
| Pression QNH et QFE                                   | Pas de contrainte d'emplacement   |

### Aérodromes de niveau N2+RVR, N3+RVR, N4+RVR, N5 ou N6

| Paramètre   | Normes à respecter pour rendre le service MET  |
|---|--|
| Vent  | Pas de panneaux PV à une distance de moins de 10 fois la hauteur des panneaux PV depuis le point de mesure vent<br>Pas de panneaux PV entre le point de mesure et la piste selon schéma  |
| Visibilité  | Pas de panneaux PV dans les surfaces de dégagement des capteurs (voir annexe)  |
| RVR   | Pas de panneaux PV dans les surfaces de dégagement des capteurs (voir annexe) et respecter l'emplacement imposé par le règlement UE 2017/373 à moins de 120 m de l'axe de la piste, capteur non déplaçable.<br>RVR du seuil d'atterrissage : emplacement du capteur à environ 300 m en aval du seuil d'atterrissage<br>RVR du point médian : emplacement du capteur à 1000 à 1500 m en aval du seuil d'atterrissage<br>RVR du seuil opposé (fin de piste) : emplacement du capteur à environ 300 m en amont de la fin de piste |
| Temps Présent   | Pas de panneaux PV dans les surfaces de dégagement des capteurs (voir annexe) .  |
| Nuages : HBN et couches nuageuses                     | Si approche de précision, capteur non déplaçable : installation en amont du seuil d'atterrissage, entre le seuil et 1200 m en amont<br>Sinon, pas de contrainte d'emplacement  |
| Température de l'air et température du point de rosée | Pas de panneaux PV à moins de 10m du point de mesure.  |
| Pression QNH et QFE                                   | Pas de contrainte d'emplacement  |

## ANNEXE

Les contraintes générales suivantes issues des constructeurs devront être satisfaites pour les capteurs listés ci-après :

- Aire stabilisée horizontale (ou de déclivité < 10° par rapport à l'horizontale mais compensée à la réalisation du socle) ;



- Aire non inondable et hors trajets de ruissellement des eaux ou résidus industriels ;
- Environnement atmosphérique réduisant la salissure des optiques.

### 1.1.1. Capteur de temps présent PWD22

La hauteur de la tête de mesure est de 2,1 m. Installé le plus souvent dans le parc à instruments météorologique, il bénéficie de la contrainte de dégagement plan de pente 19° (1/3).

Le choix du point d'implantation est avant tout déterminé par un dégagement de tout obstacle fixe ou passager et de toute source lumineuse continue ou impulsionnelle dans les volumes définis ci-dessous. Prendre en compte les possibles trajets des sources lumineuses (réfléchies ou directes), celles extérieures, comme celle du capteur lui-même (Figures 1 et 2).

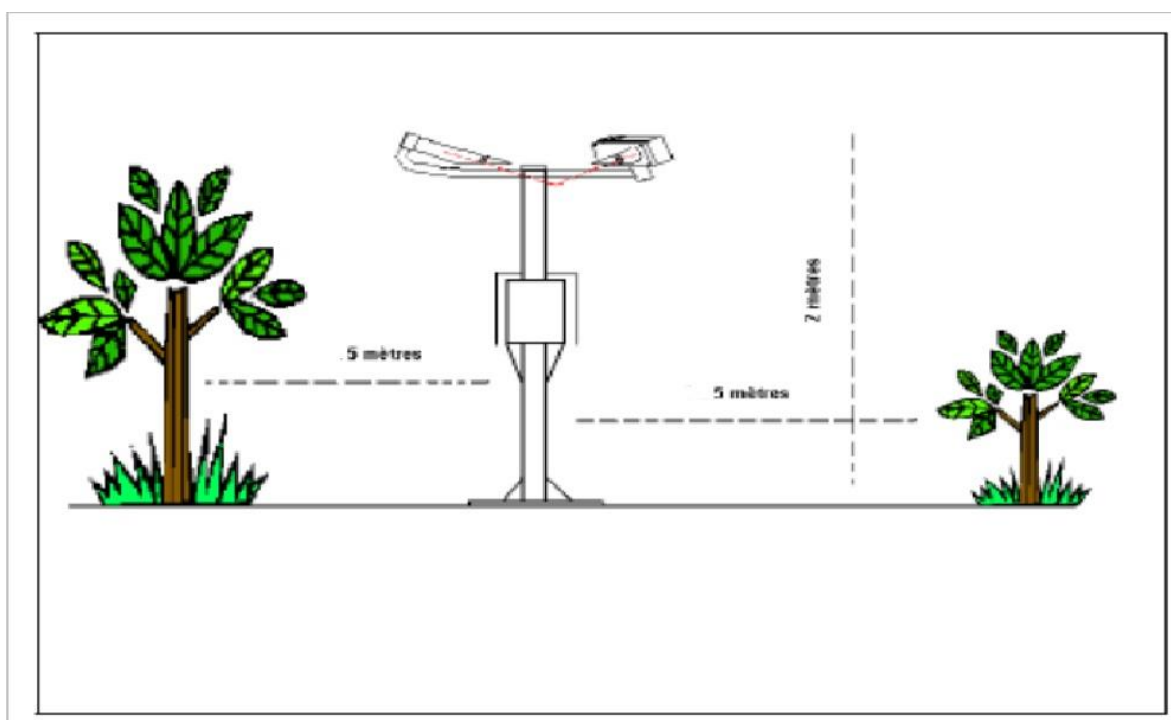
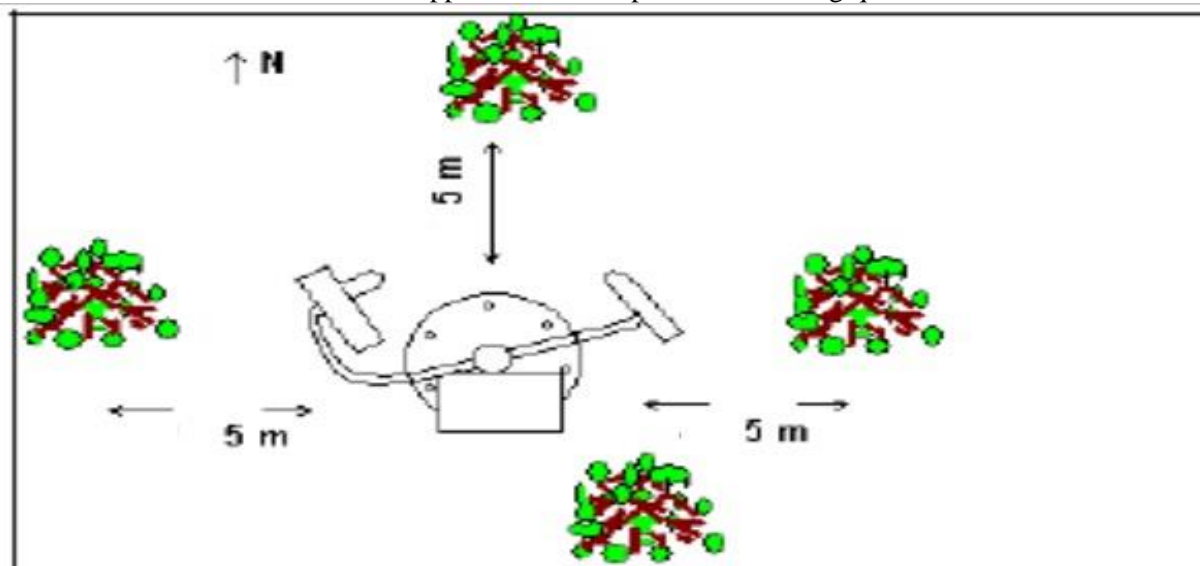


Figure 1 :  
Contraintes  
de

*positionnement d'un capteur de temps présent PWD22*

Figure 2 :



Contraintes d'implantation d'un capteur de temps présent PWD22 (vue du dessus)

Compte tenu de la hauteur d'installation du capteur et de l'angle de visée des optiques, le plus important est d'avoir un dégagement de 5 m par rapport au système dans l'axe émetteur/récepteur (figure 3). Un volume dégagé de 7 x 7 x 2 m de hauteur convient bien. Les distances horizontales peuvent être réduites de 30 % en cas d'obstacles de hauteur inférieure à 70 centimètres.

L'orientation de la tête réceptrice du PWD22 entre elle aussi en compte dans la qualité de la mesure et la recommandation à suivre est de diriger dans l'hémisphère nord, l'émetteur vers le nord et donc le récepteur vers le sud et l'inverse dans l'hémisphère sud.

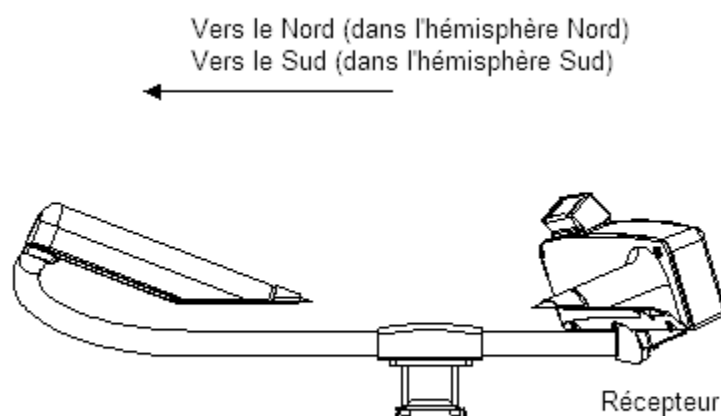


Figure 3 : Orientation du capteur

### 1.1.2. Diffusomètre DF320

Le choix du point d'implantation est déterminé réglementairement par l'exploitation de la mesure requise (Capteurs de visibilité et de Portée Visuelle de Piste (RVR: Runway Visual Range)).

Par ailleurs l'emplacement est avant tout déterminé par son dégagement de tout obstacle fixe ou passager (une double réflexion dirigée vers le récepteur va limiter l'excursion vers les fortes valeurs de visibilité) et de toute source lumineuse continue ou impulsionnelle dans les volumes définis ci-dessous qui correspond au cas le plus contraignant, i.e avec une tête de mesure à H=4m ( dans l'hémisphère Nord). Si la tête de mesure du capteur est placée plus bas (H inférieure à 4 m mais supérieure à 1,5 m), la zone à laisser dégagée au sol est plus petite.

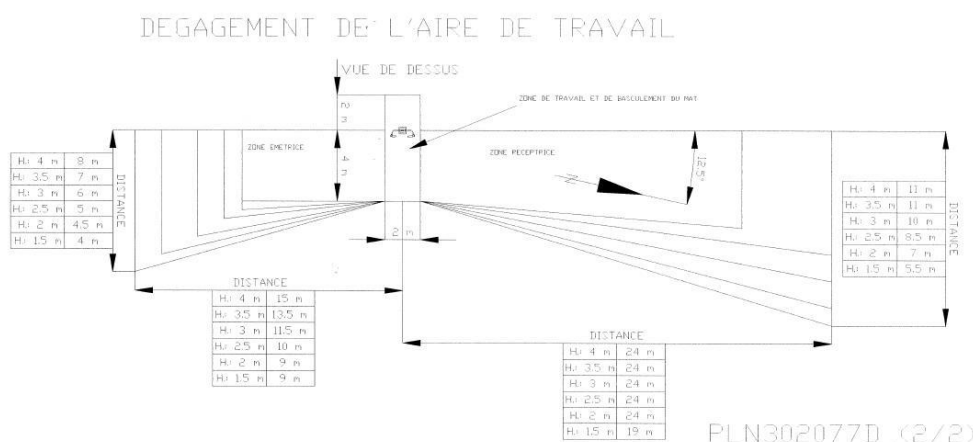
Il convient d'écartier du choix les zones où le revêtement du sol est trop clair au profit de zones gazonnées rases de hauteur maximale 20 cm, les zones avec passage de fumées industrielles et de façon générale toute zone susceptible d'affecter, de façon significative, la représentativité du volume d'analyse de l'air.

Les contraintes générales suivantes devront être également satisfaites :

- Aire stabilisée horizontale (ou de déclivité  $< 10^\circ$  par rapport à l'horizontale mais compensée à la réalisation du socle) ;
- Aire non inondable et hors trajets de ruissellement des eaux ou résidus industriels ;
- Environnement atmosphérique réduisant la salissure des optiques ;
- Accès viabilisé pour un véhicule léger de maintenance ;
- Protection d'accès à l'équipement par une personne non habilitée.

Remarque : Le visibilimètre est réputé fragile par déformation au regard d'une percussioin par un aéronef de 3 tonnes roulant à 50 km/h.

La figure ci-après donne la surface de dégagement au sol à respecter, pour différentes hauteurs de la tête de mesure.



*Contraintes de dégagement (au sol) du diffusomètre DF320, en fonction de la hauteur de sa tête de mesure au-dessus du sol*

### 1.1.3. Diffusomètre FS11

Outre l'aspect réglementaire, l'emplacement est déterminé par son dégagement de tout obstacle fixe ou passager (une double réflexion dirigée vers le récepteur va limiter l'excursion vers les fortes valeurs de visibilité) et de toute source lumineuse continue ou impulsionnelle dans les volumes définis ci-dessous :

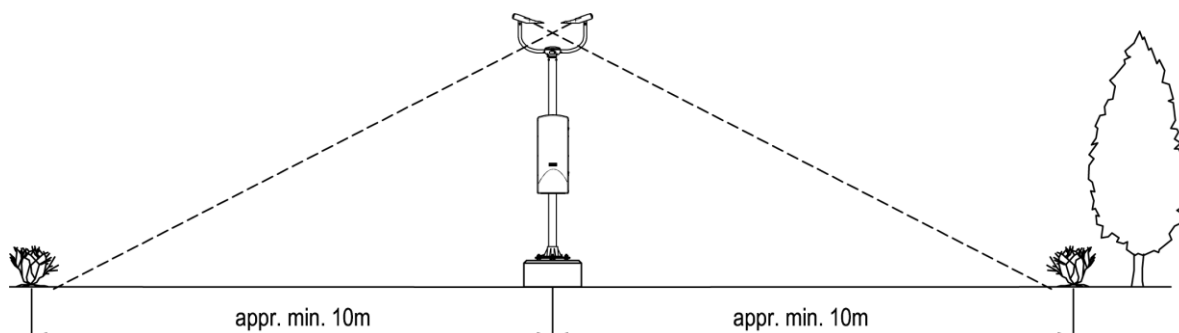


Figure 1: Recommandation d'implantation du FS11

Par ailleurs il convient d'écarter du choix les zones où le revêtement du sol est trop clair (au profit de zones gazonnées rases de hauteur maximale 20 cm), les zones avec passage de fumées industrielles et de façon générale toute zone susceptible d'affecter, de façon significative, la représentativité du volume d'analyse de l'air.

Les contraintes générales suivantes devront être également satisfaites :

- Aire stabilisée horizontale (ou de déclivité  $< 10^\circ$  par rapport à l'horizontale mais compensée à la réalisation du socle) ;
- Aire non inondable et hors trajets de ruissellement des eaux ou résidus industriels ;
- Environnement atmosphérique réduisant la salissure des optiques ;
- Accès viabilisé pour un véhicule léger de maintenance ;
- Protection d'accès à l'équipement par une personne non habilitée.