

Note technique

Travaux financés par le ministère chargé de l'environnement

NOTE DE CADRAGE POUR L'UTILISATION DES CAPTEURS ET SYSTEMES CAPTEUR POUR LA MESURE DES POLLUANTS GAZEUX ET PARTICULAIRES

Synthèse des travaux 2017-2020 issus du Groupe de Travail (GT) « Micro-Capteurs pour l'évaluation de la qualité de l'air »

Membres du Groupe de Travail (GT) « Micro-Capteurs pour l'évaluation de la qualité de l'air »

1. CONTEXTE

Tant au niveau national qu'au niveau européen, il existe, en matière de surveillance de la qualité de l'air et d'amélioration de celle-ci, un contexte réglementaire fort et un besoin de définir et de prioriser les actions d'amélioration à mettre en place. Ainsi, depuis près d'une trentaine d'années et la publication de la [loi sur l'air et l'utilisation rationnelle de l'énergie](#) (dite Loi LAURE)¹, la France a déployé une infrastructure pour la mesure de plusieurs polluants gazeux et particulaires présents dans l'air ambiant. Cette infrastructure repose sur plus de 600 stations de mesures réparties sur le territoire national² et sur la mise en œuvre de la modélisation et s'inscrit dans le dispositif national de surveillance de la qualité de l'air³ qui regroupe le ministère en charge de l'Environnement, le LCSQA (Laboratoire Central de Surveillance de la Qualité de l'Air), les 18 AASQA régionales (Associations Agréées de Surveillance de la Qualité de l'Air) et le consortium PREV'AIR.

¹ Loi n° 96-1236 du 30 décembre 1996 sur l'air et l'utilisation rationnelle de l'énergie

² <https://www.lcsqa.org/fr/les-zones-administratives-et-stations-de-surveillance>

³ <https://www.lcsqa.org/fr/les-acteurs> ; Arrêté du 19 avril 2017

Cependant, les citoyens sont désireux d'en savoir plus sur la pollution atmosphérique et plus particulièrement sur la qualité de l'air qu'ils respirent au quotidien (type de polluant, sources, niveaux de concentrations, etc.). Face à cette volonté citoyenne de disposer de données individualisées de pollution en temps réel, une multitude de systèmes capteur sont disponibles commercialement à des coûts modérés. Ils permettent un recueil collaboratif des données et une démultiplication des observations afin de pouvoir réaliser un diagnostic rapide, de partager rapidement les informations et d'échanger au sein d'une communauté. Certains de ces systèmes capteur ont déjà été mis en œuvre par les AASQA afin d'étudier par exemple :

- L'évolution (en absolu ou en relatif) en temps réel des concentrations en polluants réglementés gazeux et particulaires ou de certains polluants émergents ;
- Les tendances à court (< 1 mois) et moyen termes (< 1 an) des teneurs en polluants réglementés ou non ;
- Une source ponctuelle de pollution dans l'air (ambient, intérieur, etc.) ;
- L'implantation d'une nouvelle station fixe de surveillance de la qualité de l'air ;
- La mise en œuvre de la surveillance d'une zone ou un territoire limité dans le temps (mesures mobile ou fixe) ;
- L'exposition individuelle des personnes à des polluants ciblés ;
- La réalisation de cartographies de polluants avec un maillage plus fin (données capteurs mobiles ou fixes) que ce qui est effectué à partir des données des stations fixes de mesures ou avec une meilleure intégration des données capteurs dans les modèles utilisés ;
- La sensibilisation de la population ou d'une cible de population aux diverses problématiques de qualité de l'air (ambient, intérieur, etc.).

Cette grande variété d'applications des capteurs et des systèmes capteur⁴ montre un besoin commun à tout le dispositif national de surveillance de la qualité de l'air d'être en capacité de pouvoir identifier le(s) système(s) qui est (sont) adapté(s) à un usage prédéfini et de définir plus précisément un cadre d'utilisation de ces outils pour la surveillance des polluants réglementés et d'intérêt national.

⁴ Les travaux du Groupe d'experts AFNOR sur les capteurs AFNOR/X43D-GEcapteurs, démarrés en 2020 et auxquels participent notamment des membres du LCSQA et des AASQA, visent à rédiger un fascicule de documentation (FD) incluant un ensemble de définitions relatives à l'utilisation de dispositifs de type « système capteur » destinés à la qualification de la qualité de l'air (extérieur et/ou intérieur, en fixe et/ou en mobile) à l'exclusion des émissions des locaux à pollutions spécifiques (atmosphères de travail). La définition actuelle donnée au terme « capteur » est la suivante : « Dispositif équipé d'au moins un élément sensible servant à la prise d'informations relatives à la grandeur à mesurer ainsi que d'un système électronique pour l'acquisition et le traitement de données ». Celle pour le terme « système capteur » est la suivante : « Matériel intégrant au moins un capteur (ou un élément sensible) et un logiciel pour détecter une quantité et/ou mesurer une concentration de composés (gaz, aérosol) sur un pas de temps prédéfini » (FD X43-121, version projet, février 2021). **Dans le présent document, c'est le terme « système capteur » qui est utilisé.**

2. PRESENTATION DE LA METHODOLOGIE APPLIQUEE ET DES TERMES RETENUS

Une liste de « critères de performance » a été définie (voir Tableau 1), couvrant de nombreuses caractéristiques pouvant être prises en compte pour un système capteur en fonction de son usage. Ces critères ont été répartis en deux sous-catégories selon qu'ils étaient jugés « qualitatifs » ou « quantitatifs ». Par ailleurs, quand cela était nécessaire, un complément a été apporté afin notamment de définir plus précisément le contenu du critère ou de son mode d'évaluation.

Tableau 1 : Liste des « critères de performance » pouvant être pris en compte pour l'utilisation de systèmes capteur « qualité de l'air »

Critère de « performance »	Commentaire	Qualitatif (lié à l'outil)	Quantitatif (lié à la mesure)
Energie	Type d'alimentation (secteur, batterie, énergie renouvelable, ...) / Autonomie	X	
Fiabilité	Taux de recouvrement des données « p » lors de la période d'essai $p \text{ (en \%)} = (\text{nombre de données acquises par le système capteur} \div \text{nombre total de données possibles durant la campagne}) \times 100$		X
Taux de saisie	A calculer selon le guide LCSQA Calcul des statistiques relatives à la qualité de l'air ⁵ . Equivalent à un taux de validité des données (\leq fiabilité)		X
Données GPS	Géolocalisation accessible directement sur le capteur ou par un autre moyen externe en utilisant une fonction de couplage	X	
Données météo (ex. : température, ensoleillement, humidité, précipitations, etc.)	Données accessibles soit directement sur le système capteur soit par d'autres moyens externes en utilisant une fonction de couplage	X	
Autres polluants	Données accessibles directement sur le système capteur ou par d'autres moyens externes en utilisant une fonction de couplage	X	
Autres mesures (ex. : vibration, luminosité, niveau acoustique, etc.)	Données accessibles directement sur le système capteur ou par d'autres moyens externes en utilisant une fonction de couplage	X	
Accès au statut des données (ex. : brutes, traitées, étalonnées, etc.)		X	
Présence d'un système de visualisation de la donnée (ex. : codes couleurs, afficheur, etc.)		X	
Mise en œuvre du système capteur (ex. : installation physique, électrique et maintenance, temps de mise en route, etc.)	Présence ou non d'éléments de fixation, facilité de mise en place, étanchéité, etc. Alimentation fournie ou non, compatibilité avec la prise secteur, longueur de câble, etc. Présence ou non d'une documentation technique (version papier, téléchargeable), manuel d'utilisation, fiche d'évaluation des performances en usine, contrôles QA/QC	X	

⁵ LCSQA, Guide méthodologique pour le calcul des statistiques relatives à la qualité de l'air, Rapport, 88 p., juin 2016.

Critère de « performance »	Commentaire	Qualitatif (lié à l'outil)	Quantitatif (lié à la mesure)
Accessibilité de la donnée (= possibilité de récupérer les valeurs)	Accessibilité de la donnée (dématérialisée ou non, locale ou à distance, avec ou sans fil) Si locale : nécessité d'un câble, d'une action de démontage, d'un logiciel tiers, ...	X	
Transmission des données à distance	Accès aux données sans intervention physique in situ	X	
Accès aux données en temps réel		X	
Ajustage « Rendez Vous » (RDV) (= inter-étalonnage des systèmes capteur et/ou synchronisation temporelle)	Ajustage à un instant donné ou à fréquence donnée d'un pool de systèmes capteur géoréférencés par rapport à une mesure prise en référence	X	X
Variabilité	Ecart de reproductibilité entre différents réplicas d'un même système, estimée par l'incertitude entre réplicas (« moyenne des écarts »)		X
Pente	Pente de la fonction linéaire de corrélation établie par comparaison à un outil pris en référence		X
R²	R ² de la droite de corrélation établie par comparaison à un outil pris en référence		X
Incertitude de mesure	Incertitude de mesure calculée à une valeur prise en référence (ex. : 80% de la valeur pleine échelle du système capteur, à hauteur d'un seuil réglementaire)		X
Dérives (en laboratoire, court, moyen et long-termes)	A calculer selon protocoles LCSQA ^{6,7} . Correspond à une comparaison de mesures effectuées au niveau zéro et à une valeur prise en référence (ex. : 80% de la valeur pleine échelle du système capteur) à réception du système et après des durées correspondantes aux 3 niveaux de dérive		X
Temps de réponse (défini en laboratoire, = temps de montée ou temps de descente)	A calculer selon protocoles LCSQA ^{6,7} . Capacité du système capteur à suivre les variations de la grandeur à mesurer.		X
Sensibilité aux interférents	Pente de la fonction linéaire de corrélation en présence de l'interférent		X
Coût		X	
Période d'échantillonnage	Durée minimale entre deux mesures (à différencier de la fréquence d'affichage)	X	X
Compatibilité avec le poste central ou un équivalent		X	

Par ailleurs, sur la base des différentes utilisations faites ou envisagées avec des systèmes capteur par l'ensemble des acteurs du dispositif national, différentes catégories d'usage ont été identifiées et un ou plusieurs domaines d'utilisation y ont été associés (voir Tableau 2).

⁶ LCSQA, Etablissement d'un protocole de détermination en laboratoire des caractéristiques de performance métrologique des micro-capteurs pour la mesure indicative des polluants gazeux inorganiques, Rapport, 39 p., mars 2016 ; LCSQA, Protocole de détermination des caractéristiques de performance métrologique des micro-capteurs - étude comparative des performances en laboratoire de micro-capteurs de NO₂, Rapport, 59 p., mars 2017.

⁷ LCSQA, Faisabilité de la mise en œuvre d'un protocole pour l'évaluation en laboratoire de micro-capteurs pour la mesure des concentrations massiques particulières, Note technique, 30 p., juillet 2018 ; LCSQA, Développement d'un protocole pour l'évaluation en laboratoire des capteurs de PM, Rapport, 17 p., décembre 2019.

Tableau 2 : Types d'usage identifiés dans le cadre du groupe de travail national, pour les systèmes capteur « qualité de l'air » et domaines d'utilisation associés. Les champs grisés suivis du symbole (*) indiquent que des usages précis ont été répertoriés pour ce champs mais sans que le recul nécessaire pour définir l'importance des critères de performances à y associer soit suffisant à ce jour. Les *champs en italique* indiquent que des critères de performance associés font référence à des exigences réglementaires.

Types d'usage	Domaines d'utilisation associés			
Surveillance réglementaire (arrêté du 19 avril 2017, etc.) et évaluation préliminaire	<i>Mesure de référence (mesure fixe)</i>	<i>Mesure indicative / évaluation préliminaire</i>	<i>Estimation objective</i>	
Cartographie	Air ambiant statique	Mobilité embarquée ⁸	Air intérieur ^(*)	Multi-environnements ^{9, (*)}
Recherche de sources	Air ambiant statique	Mobilité embarquée ⁸	Air intérieur	
Amélioration de la couverture temporelle	Air ambiant statique	Mobilité embarquée ⁸	Air intérieur	
Amélioration de la résolution temporelle	Air ambiant statique	Mobilité embarquée ⁸	Air intérieur	
Amélioration de la couverture spatiale	Air ambiant statique	Mobilité embarquée ⁸	Air intérieur	Multi-environnements ⁹
Recherche et étude d'implantation de sites de mesure	Air ambiant statique	Mobilité embarquée ⁸		
Evaluation de sortie de modèles	Air ambiant statique	Mobilité embarquée ⁸		
Evaluation de l'exposition individuelle	Multi-environnements			
Autre surveillance (Hors Directives 2004/107/CE, 2008/50/CE et 2015/1480)	Air ambiant statique	Mobilité embarquée ^{8, (*)}	Air intérieur ^(*)	Multi-environnements ^{9, (*)}
Gestion de procédés (ex. : régulation ventilation tunnel, aération bâtiment, etc.)	Air intérieur			Multi-environnements ^{9, (*)}
Sensibilisation / Vecteur de communication ^(*)	Multi-environnements ^{9, (*)}			

Pour finir, la liste des critères de performance (Tableau 1) a été considérée pour chaque usage individuel et son/ses domaine(s) d'utilisation associé (Tableau 2) ; ce qui a donné lieu aux matrices présentées dans les Annexes 1 à 10.

⁸ Le terme « mobilité embarquée » est à associer à une mesure effectuée par un système capteur en mouvement et destinée à évaluer un environnement spécifique (air ambiant, air intérieur). Ce terme n'est pas à confondre avec l'usage « évaluation de l'exposition individuelle », qui a pour but de documenter l'ensemble des environnements dans lesquels évolue une personne.

⁹ Le terme « multi-environnements » est à associer à des mesures qui sont réalisées par un système soit dans des environnements intérieurs ou en air ambiant avec des passages de l'un à l'autre des compartiments rapides et/ou fréquents.

Pour les usages « surveillance réglementaire » et « évaluation préliminaire » (Annexe 1), lorsque les critères de performance faisaient référence à des exigences inscrites dans le cadre réglementaire actuel ou en construction du dispositif de surveillance national ([arrêté du 19 avril 2017](#)¹⁰, [référentiel technique national](#)¹¹, etc.) des exigences chiffrées à respecter ont été indiquées, dépendantes des domaines de déploiement des capteurs. En complément, pour les autres critères de performance (i.e. hors champ réglementaire), un poids d'importance a été accordé, sans exigences chiffrées et selon la classification suivante :

- *** : Critère indispensable : le capteur doit disposer de cette fonctionnalité pour pouvoir être utilisé et les exigences de l'utilisateur sur les performances obtenues sur ce critère doivent être élevées. A ce stade, il n'est pas défini de valeurs cibles à atteindre, mais elles pourront être précisées dans l'avenir pour les usages qui s'inscrivent dans le champ d'actions du LCSQA.
- ** : Critère de forte importance : rejoint les attentes de la classe *** ci-dessus, sans la notion d'obligation ;
- * : Critère a minima : connaître la performance ou le statut de la fonctionnalité (i.e. disponible ou non-disponible sur le système) mais pas d'attente vis-à-vis du taux de performance à atteindre ;
- - : Aucune attente particulière sur ce critère et il n'est pas obligatoire d'avoir d'information précise à son sujet (= information complémentaire).

Pour tous les autres usages, seule une notation selon la **classification ci-dessus** (i.e. : ***, **, etc.) a été attribuée aux différents critères. A noter qu'en fonction de l'usage individuel et du domaine d'application, l'importance accordée à un critère de performance est variable.

Dans le cas où **plusieurs usages simultanés** sont envisagés ou **plusieurs domaines d'utilisation** sont prévus pour un même système, **c'est le critère le plus exigeant de l'ensemble des usages/domaines considérés qui doit être retenu**. Par exemple, si, pour trois usages simultanés, la fiabilité est notée *** dans le premier usage, ** dans le deuxième et *** dans le dernier, le critère retenu devra être ***.

Il est à noter que la présente note définit les exigences à satisfaire pour un usage donné, mais ne précise pas la méthodologie à suivre pour évaluer les différents critères de performance considérés. Ce point est en cours de traitement par le dispositif national de surveillance de la qualité de l'air dans le cadre de la [vérification de la conformité technique des appareils de mesure](#) (cas des mesures indicatives et de l'estimation objective)¹².

¹⁰ Arrêté du 19 avril 2017 modifié relatif au dispositif national de surveillance de la qualité de l'air ambiant (modifié par l'arrêté du 17 juillet 2019).

¹¹ La version en vigueur du référentiel technique national est disponible à l'adresse suivante : <https://www.lcsqa.org/fr/referentiel-technique-national>.

¹² Le processus de vérification de la conformité technique (VCT) des appareils de mesure de polluants réglementés de l'air ambiant est disponible à l'adresse suivante : <https://www.lcsqa.org/fr/conformite-technique-appareils-mesure>.

3. APPLICATION DE LA METHODOLOGIE AU CAS DE LA SURVEILLANCE REGLEMENTAIRE EN « MESURE FIXE »

Pour illustrer la méthodologie mise en œuvre pour définir les exigences à satisfaire pour un usage donné et un domaine d'application associé, les critères de performance pour les usages « *surveillance réglementaire* » et « *évaluation préliminaire* » sont donnés dans l'Annexe 1 et commentés ci-après.

Pour les usages « *surveillance réglementaire* » et « *évaluation préliminaire* », 3 colonnes présentent les exigences relatives aux 3 niveaux d'Objectifs de Qualité de Données inscrits dans la Directive 2008/50/CE : « mesures fixes »¹³, « mesures indicatives »¹⁴ et « estimation objective »¹⁵. Dans la suite, seul l'exemple des « mesures fixes » est traité.

Pour les « mesures fixes », la liste des critères de niveau *** identifiés est longue, ce qui témoigne du niveau d'exigence de cet usage. On y trouve : la fiabilité, le taux de saisie, l'accès au statut des données, la transmission des données à distance, l'accessibilité de la donnée, l'accès aux données en temps réel, la variabilité, la pente, le R², l'erreur résiduelle, la dérive en laboratoire, le temps de réponse, la sensibilité aux interférents, la période d'échantillonnage, la compatibilité avec le poste central, et l'incertitude de mesure. La définition des exigences à obtenir pour ces critères de niveau *** dépend du polluant visé et est basée sur les documents suivants, dont certains sont regroupés, parmi la liste suivante, dans le [référentiel technique national](#)¹¹ :

- La [Directive 2008/50/CE](#) du Parlement européen et du Conseil modifiée du 21 mai 2008 concernant la qualité de l'air ambiant et un air pur pour l'Europe (modifiée le 28 août 2015)
- La [Directive 2004/107/CE](#) du Parlement européen et du Conseil modifiée du 15 décembre 2004 concernant l'arsenic, le cadmium, le mercure, le nickel et les hydrocarbures aromatiques polycycliques dans l'air ambiant (modifiée le 28 août 2015)
- L'[arrêté du 19 avril 2017](#)¹⁰ relatif au dispositif national de surveillance de la qualité de l'air ambiant fixe les missions confiées par l'Etat aux AASQA, au LCSQA et au consortium PREV'AIR
- La [conformité technique des appareils de mesure](#)¹² des polluants atmosphériques réglementés [<https://www.lcsqa.org/fr/conformite-technique-appareils-mesure>]
- La [certification volontaire](#) des systèmes capteur pour la qualité de l'air « AIR Quality Sensor » [*Ineris & LNE*]

Les critères de niveau ** identifiés sont : l'énergie, les données météorologiques, la mise en œuvre et le coût. Les critères de niveau * sont : la présence de la visualisation des données et l'ajustage « Rendez Vous ».

¹³ « Mesure effectuée à un endroit fixe, soit en continu, soit par échantillonnage aléatoire réparti uniformément sur l'année, afin de déterminer les niveaux de concentration d'un polluant selon des objectifs de qualité des données. » (Article 2 de l'arrêté du 19 avril 2017¹⁰).

¹⁴ « Mesure effectuée à un endroit fixe, soit en continu, soit par échantillonnage aléatoire réparti uniformément sur l'année, afin de déterminer les niveaux de concentration d'un polluant selon des objectifs de qualité des données moins stricts que ceux requis pour la mesure fixe. » (Article 2 de l'arrêté du 19 avril 2017¹⁰).

¹⁵ « Toute méthode permettant d'estimer l'ordre de grandeur des niveaux en polluants selon des objectifs de qualité des données, en un point ou sur une aire géographique, sans nécessairement recourir à des outils mathématiques complexes ou aux équations de la physique. » (Article 2 de l'arrêté du 19 avril 2017¹⁰).

Enfin, comme il s'agit de mesures statiques, il n'est pas nécessaire d'avoir un couplage avec des données GPS. Par ailleurs, comme un polluant précis est visé, la mesure de polluants complémentaires ou d'autres grandeurs physiques, n'a pas d'intérêt en soi.

4. CONCLUSIONS ET PERSPECTIVES

La présente note a été élaborée par les membres du groupe de travail national sur les systèmes capteur pour la qualité de l'air. Elle doit être considérée comme un premier référentiel permettant de déterminer les systèmes capteur adaptés pour 10 usages distincts et 4 domaines d'utilisation identifiés et pour lesquels le retour d'expériences a été jugé suffisant pour évaluer l'importance des exigences à satisfaire pour 24 critères qualitatifs ou quantitatifs de performances. Néanmoins, cette note ne précise pas la méthodologie à suivre pour évaluer ces différents critères. Ce point est en cours de traitement dans le cadre des travaux du dispositif de surveillance concernant la vérification de la conformité technique et qui incluent notamment le cas des méthodes indicatives et par estimation objective pour la surveillance réglementaire.

Il est à noter que ce document est sujet à évolution dans le cas où des nouvelles exigences chiffrées, autres que celles de l'usage « surveillance réglementaire », seraient définies pour d'autres usages ou dans le cas où d'autres usages que ceux répertoriés à ce jour devraient être inclus (ex. : environnements spécifiques de mesures, contextes de mesures particuliers pour lesquels l'importance des critères de performance ne peuvent être décrits de façon générique). C'est notamment l'exploitation annuelle des données rendues disponibles dans la base de données [Capt'Air](#)¹⁶ qui permettra d'évaluer ce dernier point.

5. LISTE DES ANNEXES

N° Annexe	Titre
Annexe 1	Surveillance réglementaire et évaluation préliminaire
Annexe 2	Cartographie
Annexe 3	Recherche de sources
Annexe 4	Amélioration de la couverture temporelle
Annexe 5	Amélioration de la résolution temporelle
Annexe 6	Amélioration de la couverture spatiale
Annexe 7	Recherche et étude d'implantation de sites de mesure
Annexe 8	Evaluation de sortie de modèles
Annexe 9	Exposition individuelle
Annexe 10	Gestion de procédés

¹⁶ Capt'Air est la base de données nationale qui répertorie, pour des systèmes capteur commercialisés ou ayant été disponibles sur le marché, des caractéristiques techniques issues des spécifications constructeurs (références fabricant, type d'élément sensible, variables mesurées, taille, poids, mode de transmission des données, etc.), mais aussi des performances techniques obtenues par des expérimentateurs pour un polluant donné et dans un contexte d'utilisation spécifique (campagnes de terrain, qualifications en laboratoire ou sur site, cartographies à partir de moyens mobiles, etc.).

ANNEXE 1 SURVEILLANCE REGLEMENTAIRE ET EVALUATION PRELIMINAIRE

Critère lié à des exigences réglementaires	AIR AMBIANT STATIQUE					
	Mesures fixes		Mesures indicatives et évaluation préliminaire		Mesures pour de l'estimation objective	
Energie	**	Si alimentation sur batterie, prévoir une autonomie d'au moins 4 semaines	**	Si alimentation sur batterie, prévoir une autonomie d'au moins 4 semaines	**	Si alimentation sur batterie, prévoir une autonomie d'au moins 4 semaines
Fiabilité	***	Respect de la couverture temporelle indiquée dans le Guide méthodologique Calcul des statistiques relatives à la qualité de l'air (juin 2016) : <ul style="list-style-type: none"> • ≥ 33% pour le BaP • ≥ 90% pour le benzène sous influence industrielle • ≥ 35% pour le benzène sous influence de fond ou trafic • ≥ 50% pour l'As, Ni, Cd • 100% de l'année pour les autres polluants 	***	Respect de la couverture temporelle indiquée dans le Guide méthodologique Calcul des statistiques relatives à la qualité de l'air (juin 2016) : <ul style="list-style-type: none"> • ≥ 10% de l'été pour O₃ • ≥ 14% de l'année pour les autres polluants 	**	Pas de période minimale pour cette catégorie mentionnée dans la Directive 2008/50/CE ou le Guide méthodologique Calcul des statistiques relatives à la qualité de l'air (juin 2016). La campagne de mesure doit être dimensionnée en prenant en compte les caractéristiques spécifiques de chaque polluant (ex. : variabilité saisonnière, type de source, ...).
Taux de saisie	***	Respect du taux de saisie indiqué dans le Guide méthodologique Calcul des statistiques relatives à la qualité de l'air (juin 2016) : <ul style="list-style-type: none"> • ≥ 85% de l'été pour O₃ • ≥ 70% de l'hiver pour O₃ • ≥ 85% pour les autres polluants 	***	Respect du taux de saisie indiqué dans le Guide méthodologique Calcul des statistiques relatives à la qualité de l'air (juin 2016) : ≥90% pour tous les polluants	**	La Directive 2008/50/CE n'impose pas de taux de saisie minimal de données pour cette catégorie. Un taux de saisie > 75% est conseillé.
Données GPS	-	La position de la station suffit	-	La position de la station suffit	-	La position de la station suffit

ANNEXE 1 SURVEILLANCE REGLEMENTAIRE ET EVALUATION PRELIMINAIRE

Critère lié à des exigences réglementaires	AIR AMBIANT STATIQUE					
	Mesures fixes		Mesures indicatives et évaluation préliminaire		Mesures pour de l'estimation objective	
Données météo	**	Les données météo peuvent être obtenues par ailleurs (site météo) mais il serait utile de pouvoir surveiller les conditions ambiantes (température, pression, humidité)	**	Les données météo peuvent être obtenues par ailleurs (site météo) mais il serait utile de pouvoir surveiller les conditions ambiantes (température, pression, humidité)	**	Les données météo peuvent être obtenues par ailleurs (site météo) mais il serait utile de pouvoir surveiller les conditions ambiantes (température, pression, humidité)
Autres polluants	-		-		-	
Autres mesures	-		-		-	
Accès au statut des données	***	Nécessaire pour les mesures réglementaires	***	Nécessaire pour les mesures réglementaires	***	Nécessaire pour les mesures réglementaires
Présence d'un système de visualisation de la donnée	*	Présente un intérêt mais n'est pas indispensable	*	Présente un intérêt mais n'est pas indispensable	*	Présente un intérêt mais n'est pas indispensable
Mise en œuvre	**	Compte tenu des taux de saisie exigés, la mise en œuvre et surtout la maintenance ne doivent pas être trop complexes	**	Compte tenu des taux de saisie exigés, la mise en œuvre et surtout la maintenance ne doivent pas être trop complexes	**	Compte tenu des taux de saisie exigés, la mise en œuvre et surtout la maintenance ne doivent pas être trop complexes
Accessibilité de la donnée	***	Respect des exigences de l' arrêté 19 avril 2017 . Les données doivent pouvoir être validées et publiées	***	Respect des exigences de l' arrêté 19 avril 2017 . Les données doivent pouvoir être validées et publiées	***	Nécessaire pour de la surveillance réglementaire
Transmission de données	***	Ces données doivent pouvoir être diffusées à minima plusieurs fois par jour sur le site Web des AASQA et remontées quotidiennement au niveau national (Annexe 8 de l'arrêté du 19 avril 2017)	***	Ces données doivent pouvoir être diffusées à minima plusieurs fois par jour sur le site Web des AASQA et remontées quotidiennement au niveau national (Annexe 8 de l'arrêté du 19 avril 2017)	**	Pour de l'estimation objective par mesure, seule une valeur annuelle peut être fournie au niveau national

ANNEXE 1 SURVEILLANCE REGLEMENTAIRE ET EVALUATION PRELIMINAIRE

Critère lié à des exigences réglementaires	AIR AMBIANT STATIQUE				
	Mesures fixes		Mesures indicatives et évaluation préliminaire		Mesures pour de l'estimation objective
Accès aux données en temps réel	***	Ces données doivent pouvoir être diffusées à minima plusieurs fois par jour sur le site Web des AASQA et remontées quotidiennement au niveau national (Annexe 8 de l'arrêté du 19 avril 2017)	***	Ces données doivent pouvoir être diffusées à minima plusieurs fois par jour sur le site Web des AASQA et remontées quotidiennement au niveau national (Annexe 8 de l'arrêté du 19 avril 2017)	**
Ajustage RDV	*	Il faut savoir si cette fonctionnalité est disponible sur les appareils mis en œuvre	*	Il faut savoir si cette fonctionnalité est disponible sur les appareils mis en œuvre	*
Variabilité	***	Critère chiffré à respecter, se référer à la Démonstration d'Equivalence et aux critères de performance associés	***	Critère chiffré à respecter, se référer au Protocole d'évaluation des systèmes capteur pour la mesure de la qualité de l'air ambiant en point fixe (MO1347)	***
Pente	***		***		
R ²	***		***		
Incertitude	***	Critère chiffré à respecter, se référer à la Démonstration d'Equivalence et aux critères de performance associés	***	Critère chiffré à respecter, se référer à la Directive 2008/50/CE	***
Dérives (laboratoire)	***	Critère chiffré à respecter, se référer à la Démonstration d'Equivalence et aux critères de performance associés	***	Critère chiffré à respecter, se référer au Protocole d'évaluation des systèmes capteur pour la mesure de la qualité de l'air ambiant en point fixe (MO1347)	***
Temps de réponse	***		***		
Sensibilité aux interférents	***		***		
Coût	**	A comparer avec le coût d'un analyseur conforme sur le plan technique	**	A comparer avec le coût d'un analyseur et d'autres méthodes indicatives (préleveurs passifs notamment)	**

ANNEXE 1 SURVEILLANCE REGLEMENTAIRE ET EVALUATION PRELIMINAIRE

Critère lié à des exigences réglementaires	AIR AMBIANT STATIQUE				
	Mesures fixes		Mesures indicatives et évaluation préliminaire		Mesures pour de l'estimation objective
Période d'échantillonnage / pas de temps	***	Critère chiffré à respecter, se référer à la Directive 2008/50/CE	***	Critère chiffré à respecter, se référer à la Directive 2008/50/CE	* En général inférieur à l'heure, mais il est nécessaire de connaître cette information pour réaliser les moyennes horaires
Compatibilité avec le poste central ou un équivalent	***	Respect du référentiel technique national	***	Respect du référentiel technique national	** Pour de l'estimation objective par mesure, seule une valeur annuelle peut être fournie au niveau national

NOTE 1 Les critères chiffrés à respecter étant dépendants des polluants visés, seuls les liens hypertextes vers les documents auxquels se référer ont été indiqués.

NOTE 2 Pour les domaines "Mesures indicatives et évaluation préliminaire" et "Mesures pour de l'estimation objective", le protocole de certification actuellement mis en ligne ne concerne que le NO₂ et la fraction PM_{2,5}. Une future version pourra couvrir d'autres polluants, e.g. l'O₃ ou la fraction PM₁₀. Par ailleurs, un document normatif est en cours de construction au sein du groupe normatif CEN/TC264/WG42, dans un premier temps concernant les polluants gazeux puis concernant les polluants particulaires.

ANNEXE 2 CARTOGRAPHIE

Critère de performance	AIR AMBIANT STATIQUE		MOBILITE EMBARQUEE	
Energie	-		**	Besoin d'assurer la continuité de la mesure. Va dépendre de la possibilité d'être rechargé ou pas en roulant
Fiabilité	*		***	Permet la diminution du nombre de capteurs utilisés en mobilité si la couverture temporelle est bonne
Taux de saisie	**	Dépend de la dynamique de rafraichissement souhaitée pour les cartes	**	Dépend de la dynamique de rafraichissement souhaitée pour les cartes
Données GPS	-		***	Indispensable à la localisation d'une mesure
Données météo	**	Peut aider dans la validation des données	**	Peut aider dans la validation des données
Autres polluants	*		*	
Autres mesures	-		-	
Accès au statut des données	***	Information nécessaire sur les données pour ne pas introduire de biais dans la cartographie ou la fusion de données	***	Information nécessaire sur les données pour ne pas introduire de biais dans la cartographie ou la fusion de données
Présence d'un système de visualisation de la donnée	-		-	
Mise en œuvre	-		**	Facilité d'installation sur support mobile (taille, effet des vibrations, effet vitesse...)
Accessibilité de la donnée	***		***	
Transmission de données	*/***	Important si traitement temps réel, sinon capacité de stockage	*/***	Important si traitement temps réel, sinon capacité de stockage
Accès aux données en temps réel	*/***	Selon les cas de figure	*/***	Selon les cas de figure
Ajustage RDV	*		**	Permet une propagation de l'ajustage à l'ensemble de la couche du réseau mobile
Variabilité	***		***	
Pente	-		-	
R ²	**		**	

ANNEXE 2 CARTOGRAPHIE

Critère de performance	AIR AMBIANT STATIQUE		MOBILITE EMBARQUEE	
Incertitude	***	Prise en compte de l'incertitude pour la cartographie. Modalités de calcul ou d'estimation à renseigner	***	Prise en compte de l'incertitude pour la cartographie. Modalités de calcul ou d'estimation à renseigner
Dérives (laboratoire)	**	Doit être limitée et connue sur la durée d'intégration cartographique	**	Doit être limitée et connue sur la durée d'intégration cartographique
Temps de réponse	*	Doit être meilleure que la dynamique de cartographie attendue	**	Doit être meilleure que la vitesse de déplacement et que la dynamique de cartographie attendue
Sensibilité aux interférents	**		**	
Coût	***	Pour assurer un déploiement suffisant, dépendant de la taille du domaine	**	A priori nombre de capteurs nécessaires moins important que pour l'air ambiant statique
Période d'échantillonnage / pas de temps	*/***	Dépend de la dynamique de cartographie attendue	**/**	Dépend de la dynamique de cartographie attendue
Compatibilité avec le poste central ou un équivalent	-		-	

ANNEXE 3 RECHERCHE DE SOURCES

Critère de performance	AIR AMBIANT STATIQUE		MOBILITE EMBARQUEE		AIR INTERIEUR	
Energie	*	Si pas d'alimentation secteur, l'autonomie doit être > 1,5 fois la durée de la campagne de mesures prévue	***	Dispositif autonome obligatoire, rechargeable A minima compatible avec la source d'énergie du moyen de transport	*	Si pas d'alimentation secteur, l'autonomie doit être > 1,5 fois la durée de la campagne de mesures prévue
Fiabilité	**	Risque de rater une source émission ponctuelle	***	Risque de rater une source d'émission ponctuelle	**	Risque de rater une source d'émission ponctuelle
Taux de saisie	**	Documentation temporelle des concentrations (jeux de données restreint)	***	Permet la diminution du nombre de capteurs utilisés en mobilité si le taux de saisi est grand	**	Documentation spatio-temporelle des concentrations (jeux de données restreint)
Données GPS	*		***		-	
Données météo	**	Vents dominants	**		*	T, HR
Autres polluants	**		**	Facilite l'identification des contributions aux sources	***	Facilite l'identification des contributions aux sources
Autres mesures	-		-		*	Facilite l'identification des contributions aux sources
Accès au statut des données	*		*		*	
Présence d'un système de visualisation de la donnée	***	Pour recherche locale de source/accident	***	Pour recherche locale de source/accident	***	Pour recherche locale de source/accident
Mise en œuvre	*		*	A maitriser pour la conception de la campagne, contrainte d'installation	*	A maitriser pour la conception de la campagne, contrainte d'installation

ANNEXE 3 RECHERCHE DE SOURCES

Critère de performance	AIR AMBIANT STATIQUE		MOBILITE EMBARQUEE		AIR INTERIEUR	
Accessibilité de la donnée	***		***	Récupération des données (Bluetooth, filaire, ...) et facilité de l'opération	***	Récupération des données (Bluetooth, filaire, ...) et facilité de l'opération
Transmission de données	**	A maîtriser pour la conception de la campagne	**	A maîtriser pour la conception de la campagne	**	Diminuer le nombre de déplacement chez les participants pour maintenance. A maîtriser pour la conception de la campagne
Accès aux données en temps réel	**		***		**	Pour un premier retour sur place, mais peut être à double tranchant en fonction du besoin d validation des données (étalonnage, dérive, etc.)
Ajustage RDV	*	Pas d'intérêt, mais bien de savoir si peut se faire pour expliquer d'éventuels bugs	*	Pas d'intérêt, mais bien de savoir si peut se faire pour expliquer d'éventuels bugs. A mettre en relation avec l'annexe 2 « cartographie »	*	Pas d'intérêt, mais bien de savoir si peut se faire pour expliquer d'éventuels bugs
Variabilité	***	Mesures simultanées pour détermination d'un gradient de réponse (éloignement à la source)	***	Mesures simultanées pour gradient utiles. Cependant 1 unique système par véhicule rendant difficile de le caractériser un écart	***	Mesures simultanées pour détermination d'un gradient de réponse (éloignement à la source)
Pente	**		**		**	La précision peut être relative, mais le gradient reste important
R ²	**	Une évaluation relative peut suffire en fonction du contexte de l'étude	**	Une évaluation relative peut suffire en fonction du contexte de l'étude	**	Une évaluation relative peut suffire en fonction du contexte de l'étude
Incertitude	**	Modalités de calcul ou d'estimation à renseigner	**	Modalités de calcul ou d'estimation à renseigner	**	Modalités de calcul ou d'estimation à renseigner
Dérives (laboratoire)	**	Les dérives doivent être négligeables au regard de la durée de campagne	**	Les dérives doivent être négligeables au regard de la durée de campagne	**	Les dérives doivent être négligeables au regard de la durée de campagne

ANNEXE 3 RECHERCHE DE SOURCES

Critère de performance	AIR AMBIANT STATIQUE		MOBILITE EMBARQUEE		AIR INTERIEUR	
Temps de réponse	**	Surtout pour la détection d'évènement, lié au temps de réponse	***	Lié au plan de manip et à la vitesse de mobilité	**	Surtout pour la détection d'évènement, lié au temps de réponse
Sensibilité aux interférents	***	Eviter les faux positifs / négatifs	***	Eviter les faux positifs / négatifs	***	Eviter les faux positifs / négatifs
Coût	**	Pour assurer un déploiement suffisant, dépendant de la taille du domaine	**	Nombre de capteurs nécessaires moins important que pour la statique	**	Pour assurer un déploiement suffisant, dépendant de la taille du domaine
Période d'échantillonnage / pas de temps	**	Nécessaire pour la détection d'évènement, lié au temps de réponse	***	Nécessaire pour la détection d'évènement, lié au temps de réponse	**	Nécessaire pour la détection d'évènement, lié au temps de réponse
Compatibilité avec le poste central ou un équivalent	*	En fonction de l'utilisation prévue, important de connaître l'info pour une future utilisation	-		-	

ANNEXE 4 AMELIORATION DE LA COUVERTURE TEMPORELLE

Critère de performance	AIR AMBIANT STATIQUE		MOBILITE EMBARQUEE		AIR INTERIEUR		MULTI-ENVIRONNEMENTS	
Energie	*	Si pas d'alimentation secteur, l'autonomie doit être > 1,5 fois la durée de la campagne de mesures prévue	***	Dispositif autonome obligatoire, rechargeable A minima compatible avec la source d'énergie du moyen de transport	*	Si pas d'alimentation secteur, l'autonomie doit être > 1,5 fois la durée de la campagne de mesures prévue	***	Dispositif autonome obligatoire, rechargeable
Fiabilité	***		***		***		***	
Taux de saisie	***		***		***		***	
Données GPS	-		**	Disponibilité des données, par exemple pour évaluer la validité du taux de recouvrement	-		**	Disponibilité des données, par exemple pour évaluer la validité du taux de recouvrement
Données météo	-		-		-		-	
Autres polluants	-		-		-		-	
Autres mesures	-		-		-		-	
Accès au statut des données	-		-		-		-	
Présence d'un système de visualisation de la donnée	-		-		-		-	

ANNEXE 4 AMELIORATION DE LA COUVERTURE TEMPORELLE

Critère de performance	AIR AMBIANT STATIQUE		MOBILITE EMBARQUEE		AIR INTERIEUR		MULTI-ENVIRONNEMENTS	
Mise en œuvre	*	Connaissance des durées de mise en route et de la phase d'étalonnage Présence d'une horloge interne de précision > 90% de la durée d'intégration de la mesure	*	Connaissance des durées de mise en route et de la phase d'étalonnage Présence d'une horloge interne de précision > 90% de la durée d'intégration de la mesure	*	Connaissance des durées de mise en route et de la phase d'étalonnage Présence d'une horloge interne de précision > 90% de la durée d'intégration de la mesure Périodicité de maintenance > durée de campagne	*	Connaissance des durées de mise en route et de la phase d'étalonnage Présence d'une horloge interne de précision > 90% de la durée d'intégration de la mesure Périodicité de maintenance > durée de campagne
Accessibilité de la donnée	***		***		***		***	
Transmission de données	*	Si pas de transmission de données → capacité d'enregistrement ≥ quantité théorique maximale des données à récupérer pendant la campagne de mesure	*	Si pas de transmission de données → capacité d'enregistrement ≥ quantité théorique maximale des données à récupérer pendant la campagne de mesure Interférences électromagnétiques avec le moyen de transport à prendre en compte	*	Si pas de transmission de données → capacité d'enregistrement ≥ quantité théorique maximale des données à récupérer pendant la campagne de mesure Si sans fil, puissance de transmission suffisante pour éviter les pertes de données	**	Si pas de transmission de données → capacité d'enregistrement ≥ quantité théorique maximale des données à récupérer pendant la campagne de mesure Interférences électromagnétiques dans les différents environnements à prendre en compte Si sans fil, puissance de transmission suffisante pour éviter les pertes de données
Accès aux données en temps réel	-		-		-		-	
Ajustage RDV	**		**		**		**	
Variabilité	-		-		-		-	

ANNEXE 4 AMELIORATION DE LA COUVERTURE TEMPORELLE

Critère de performance	AIR AMBIANT STATIQUE		MOBILITE EMBARQUEE		AIR INTERIEUR		MULTI-ENVIRONNEMENTS	
Pente	*		*		*		*	
R ²	*		*		*		*	
Incertitude	-		-		-		-	
Dérives (laboratoire)	**	Dérive long-terme < 5% de la valeur pleine échelle de l'usage	**	Dérive long-terme < 5% de la valeur pleine échelle de l'usage	**	Dérive long-terme < 5% de la valeur pleine échelle de l'usage	**	Dérive long-terme < 5% de la valeur pleine échelle de l'usage
Temps de réponse	*		***	A corrélér aux vitesses de déplacement	*		***	A corrélér aux vitesses de déplacement
Sensibilité aux interférents	-		*	Les données "invalides" et les règles d'invalidation doivent être connues	-		*	Les données "invalides" et les règles d'invalidation doivent être connues
Coût	-		-		-		-	
Période d'échantillonnage / pas de temps	*	≤ couverture temporelle attendue	**	≤ couverture temporelle attendue et à corrélér à la vitesse de déplacement	*	≤ couverture temporelle attendue	**	≤ couverture temporelle attendue et à corrélér à la vitesse maximale de déplacement
Compatibilité avec le poste central ou un équivalent	*		-		-		-	

ANNEXE 5 AMELIORATION DE LA RESOLUTION TEMPORELLE

Critère de performance	AIR AMBIANT STATIQUE		MOBILITE EMBARQUEE		AIR INTERIEUR		MULTI-ENVIRONNEMENTS	
Energie	*	Si pas d'alimentation secteur, l'autonomie doit être > 1,5 fois la durée de la campagne de mesures prévue	***	Compatible avec la source d'énergie du moyen de transport	*	Si pas d'alimentation secteur, l'autonomie doit être > 1,5 fois la durée de la campagne de mesures prévue	***	Compatible avec la source d'énergie des différents environnements et de la mobilité éventuelle
Fiabilité	-		-		-		-	
Taux de saisie	***	Les données "invalides" et les règles d'invalidation doivent être connues	***	Les données "invalides" et les règles d'invalidation doivent être connues Influence de la vitesse de déplacement et des interférents connus à prendre en compte en fonction du nombre de point par unité de temps souhaité	***	Les données "invalides" et les règles d'invalidation doivent être connues	***	Les données "invalides" et les règles d'invalidation doivent être connues Influence de la vitesse de déplacement et des interférents connus à prendre en compte en fonction du nombre de point par unité de temps souhaité
Données GPS	-		**	Nécessaire pour associer cadence temporelle et localisation	-		**	Nécessaire pour associer cadence temporelle et localisation
Données météo	-		-		-			
Autres polluants	-		-		-		-	
Autres mesures	-							
Accès au statut des données	*	Savoir si la donnée est réellement instantanée ou si elle est issue d'une valeur moyennée sur un pas de temps plus long	*	Savoir si la donnée est réellement instantanée ou si elle est issue d'une valeur moyennée sur un pas de temps plus long	*	Savoir si la donnée est réellement instantanée ou si elle est issue d'une valeur moyennée sur un pas de temps plus long	*	Savoir si la donnée est réellement instantanée ou si elle est issue d'une valeur moyennée sur un pas de temps plus long

ANNEXE 5 AMELIORATION DE LA RESOLUTION TEMPORELLE

Critère de performance	AIR AMBIANT STATIQUE		MOBILITE EMBARQUEE		AIR INTERIEUR		MULTI-ENVIRONNEMENTS	
Présence d'un système de visualisation de la donnée	-		-		-		-	
Mise en œuvre	-		*	Durée de mise en route = connue Conditions d'étalonnage = connue Horloge interne = présente + précision meilleure que la résolution temporelle attendue	-		**	Durée de mise en route = connue Conditions d'étalonnage = connue Horloge interne = présente + précision meilleure que la résolution temporelle attendue
Accessibilité de la donnée	***		***		***		***	
Transmission de données	*	Si pas de transmission de données → capacité d'enregistrement ≥ quantité théorique maximale des données à récupérer pendant la campagne de mesure	*	Si pas de transmission de données → capacité d'enregistrement ≥ quantité théorique maximale des données à récupérer pendant la campagne de mesure Vigilance pour le sans-fil, la remontée de la donnée doit permettre de suivre la résolution temporelle souhaitée pour une localisation donnée	*	Si pas de transmission de données → capacité d'enregistrement ≥ quantité théorique maximale des données à récupérer pendant la campagne de mesure Vigilance pour le sans-fil que la remontée de la donnée passe les parois de l'environnement confiné	*	Si pas de transmission de données → capacité d'enregistrement ≥ quantité théorique maximale des données à récupérer pendant la campagne de mesure Vigilance pour le sans-fil, la remontée de la donnée doit permettre suivre la résolution temporelle souhaitée pour une localisation donnée
Accès aux données en temps réel	-		-		-		-	
Ajustage RDV	*	Importance de la synchronicité temporelle	**	Importance de la synchronicité temporelle	*	Importance de la synchronicité temporelle	**	Importance de la synchronicité temporelle

ANNEXE 5 AMELIORATION DE LA RESOLUTION TEMPORELLE

Critère de performance	AIR AMBIANT STATIQUE		MOBILITE EMBARQUEE		AIR INTERIEUR		MULTI-ENVIRONNEMENTS	
Variabilité	-		-		-		-	
Pente	-		-		-		-	
R ²	-		-		-		-	
Incertitude	-		-		-		-	
Dérives (laboratoire)	**	Les dérives doivent être négligeables au regard de la résolution temporelle et de la durée de campagne	**	Les dérives doivent être négligeables au regard de la résolution temporelle et de la durée de campagne et des vitesses de déplacement	**	Les dérives doivent être négligeables au regard de la résolution temporelle et de la durée de campagne	**	Les dérives doivent être négligeables au regard de la résolution temporelle et de la durée de campagne et des vitesses de déplacement
Temps de réponse	***	≤ la résolution temporelle attendue	***	≤ la résolution temporelle attendue	***	≤ la résolution temporelle attendue	***	≤ la résolution temporelle attendue
Sensibilité aux interférents	-		-		-		-	
Coût	-		-		-		-	
Période d'échantillonnage / pas de temps	***	≤ la résolution temporelle attendue	***	≤ la résolution temporelle attendue	***	≤ la résolution temporelle attendue	***	≤ la résolution temporelle attendue
Compatibilité avec le poste central ou un équivalent	-		-		-		-	

ANNEXE 6 AMELIORATION DE LA COUVERTURE SPATIALE

Critère de performance	AIR AMBIANT STATIQUE		MOBILITE EMBARQUEE		AIR INTERIEUR	
Energie	**	Lien avec la répartition spatiale des points d'accès énergie	***	Compatible avec la source d'énergie du moyen de transport	**	Lien avec la répartition spatiale des points d'accès énergie
Fiabilité	*		***	Influence de la vitesse de déplacement à prendre en compte en fonction du nombre de points par maille élémentaire souhaité	*	
Taux de saisie	*		***	Influence de la vitesse de à prendre en compte en fonction du nombre de points par maille élémentaire souhaité	*	
Données GPS	*		***	De préférence intégrée au capteur, nécessairement couplée avec la mesure	-	
Données météo	**	Utile pour la validation des données (micro-météo)	**	Utile pour la validation des données (micro-météo)	-	
Autres polluants	*	Permet d'orienter le choix (mesures multi-espèces ou impact interférences)	*	Permet d'orienter le choix (mesures multi-espèces ou impact interférences)	*	Permet d'orienter le choix (mesures multi-espèces ou impact interférences)
Autres mesures	-		-		-	
Accès au statut des données	*		*		*	
Présence d'un système de visualisation de la donnée	-		-		-	
Mise en œuvre	**	Contrainte d'installation multiple sur un terrain défini	***		**	Contrainte d'installation (encombrement et positionnement dans les lieux souhaités, etc.)

ANNEXE 6 AMELIORATION DE LA COUVERTURE SPATIALE

Critère de performance	AIR AMBIANT STATIQUE		MOBILITE EMBARQUEE		AIR INTERIEUR	
Accessibilité de la donnée	***		***		***	
Transmission de données	**	Dépend de la répartition spatiale prévue	**	Vigilance pour la transmission « sans fil » (WiFi), la remontée de la donnée doit permettre la localisation	**	Vigilance pour la transmission « sans fil » (WiFi) que la remontée de la donnée passe les parois de l'environnement confiné
Accès aux données en temps réel	-		*	Intérêt pour la planification d'itinéraires	-	
Ajustage RDV	**		**		**	
Variabilité	**		**		**	
Pente	*		*		*	
R ²	**		**		**	
Incertitude	**	Modalités de calcul ou d'estimation à renseigner	**	Modalités de calcul ou d'estimation à renseigner	**	Modalités de calcul ou d'estimation à renseigner
Dérives (laboratoire)	**	Pour déterminer la durée maximale d'utilisation ou correction à prévoir	**		**	Pour déterminer la durée maximale d'utilisation ou correction à prévoir
Temps de réponse	*		***	Le plus court possible au regard de la vitesse de déplacement prévue	*	
Sensibilité aux interférents	*		*		*	
Coût	***	Le nombre de capteurs nécessaire pour répondre à la problématique peut multiplier le coût global	**	Le fait d'être en mobilité permet de limiter le nombre de capteurs à utiliser	***	Les écarts d'activités d'une pièce à l'autre ou d'un environnement confiné à l'autre nécessitent de déployer en simultanément plusieurs systèmes

ANNEXE 6 AMELIORATION DE LA COUVERTURE SPATIALE

Critère de performance	AIR AMBIANT STATIQUE		MOBILITE EMBARQUEE		AIR INTERIEUR	
Période d'échantillonnage / pas de temps	*		***		*	
Compatibilité avec le poste central ou un équivalent	*		*		-	

ANNEXE 7 RECHERCHE ET ETUDE D'IMPLANTATION DE SITES DE MESURE

Critère de performance	AIR AMBIANT STATIQUE	
Energie	**	Si alimentation sur batterie, prévoir une autonomie d'au moins 1,5 fois la durée de la campagne de mesures prévue
Fiabilité	**	Viser les critères de la mesure indicative (voir Annexe 1 "Surveillance réglementaire et évaluation préliminaire")
Taux de saisie	**	Viser les critères de la mesure indicative (voir Annexe 1 "Surveillance réglementaire et évaluation préliminaire")
Données GPS	-	
Données météo	**	Les données météo peuvent être obtenues par ailleurs (site météo) mais il serait utile de pouvoir surveiller les conditions ambiantes (température, pression, humidité)
Autres polluants	*	
Autres mesures	-	
Accès au statut des données	*	Présente un intérêt mais n'est pas indispensable
Présence d'un système de visualisation de la donnée	*	Présente un intérêt mais n'est pas indispensable
Mise en œuvre	**	La mise en œuvre ne doit pas être trop complexe
Accessibilité de la donnée	***	Les données doivent pouvoir être récupérées, analysées et fournies dans le dossier de demande d'ouverture du site de mesure
Transmission de données	*	Hors contexte de surveillance, les données peuvent donc être récupérées à l'issue de la campagne
Accès aux données en temps réel	*	Hors contexte de surveillance, les données peuvent donc être récupérées à l'issue de la campagne
Ajustage RDV	*	Il faut savoir si cette fonctionnalité est disponible sur les appareils mis en œuvre
Variabilité	***	Critère chiffré à respecter, se référer au Protocole d'évaluation des systèmes capteur pour la mesure de la qualité de l'air ambiant en point fixe (MO1347). Modalités de calcul ou d'estimation à renseigner.
Pente	***	
R ²	***	

ANNEXE 7 RECHERCHE ET ETUDE D'IMPLANTATION DE SITES DE MESURE

Critère de performance	AIR AMBIANT STATIQUE	
Incertitude	***	
Dérives (laboratoire)	***	
Temps de réponse	***	
Sensibilité aux interférents	***	
Coût	**	A comparer avec le coût des autres méthodes disponibles
Période d'échantillonnage / pas de temps	***	Possibilité d'obtenir des mesures journalières a minima
Compatibilité avec le poste central ou un équivalent	-	
<p><i>NOTE 1 Les critères chiffrés à respecter étant dépendants des polluants visés, seuls les liens hypertextes vers les documents auxquels se référer ont été indiqués.</i></p> <p><i>NOTE 2 Le protocole de certification actuellement mis en ligne ne concerne que le NO₂ et la fraction PM_{2,5}. Une future version pourra couvrir d'autre polluants, e.g. l'O₃ ou la fraction PM₁₀. Par ailleurs, un document normatif est en cours de construction au sein du groupe normatif CEN/TC264/WG42, dans un premier temps concernant les polluants gazeux puis concernant les polluants particulaires.</i></p>		

ANNEXE 8 EVALUATION DE SORTIE DE MODELES

Critère de performance	AIR AMBIANT STATIQUE		MOBILITE EMBARQUEE	
Energie	**	Pour autonomie suivant maillage recherché, continuité de la mesure	**	Va dépendre de la possibilité d'être rechargé en roulant, continuité de la mesure
Fiabilité	**	Variations moins importantes qu'en mobilité	***	Réduction du nombre de capteurs en mobilité si bonne couverture temporelle
Taux de saisie	**		**	
Données GPS	**		***	
Données météo	**		**	
Autres polluants	*		*	
Autres mesures	-		-	
Accès au statut des données	***		***	
Présence d'un système de visualisation de la donnée	-		-	
Mise en œuvre	-		**	Facilité d'installation sur support mobile (taille, effet des vibrations, effet vitesse...)
Accessibilité de la donnée	***		***	
Transmission de données	*		*	
Accès aux données en temps réel	-		-	
Ajustage RDV	**		**	

ANNEXE 8 EVALUATION DE SORTIE DE MODELES

Critère de performance	AIR AMBIANT STATIQUE		MOBILITE EMBARQUEE	
Variabilité	***		***	
Pente	-		-	
R ²	**/**	Dépend de l'objectif de qualité de la sortie de modèles recherché	**/**	Dépend de l'objectif de qualité de la sortie de modèles recherché
Incertitude	***	Modalités de calcul ou d'estimation à renseigner	***	Modalités de calcul ou d'estimation à renseigner
Dérives (laboratoire)	***		***	
Temps de réponse	-		-	
Sensibilité aux interférents	**		**	
Coût	**	Pour assurer un déploiement suffisant, aux points de grille du modèle	*	Nombre de capteurs nécessaires moins important que pour la statique
Période d'échantillonnage / pas de temps	**	Dépend de la résolution temporelle des sorties du modèle de dispersion	**	Dépend de la résolution temporelle des sorties du modèle de dispersion
Compatibilité avec le poste central ou un équivalent	-		-	

ANNEXE 9 EXPOSITION INDIVIDUELLE

Critère de performance	MULTI-ENVIRONNEMENTS	
Energie	***	Il faut que le capteur fonctionne sur batterie, laquelle doit être d'un poids raisonnable et ait une autonomie d'au moins 12 heures
Fiabilité	***	Période minimale : il faut pouvoir faire des mesures sur une journée au moins. La répartition temporelle est importante, elle doit être homogène sur la période surveillée
Taux de saisie	**	Il faut pouvoir disposer de suffisamment de mesures valides à exploiter tout au long de la période d'exposition (au moins 50% par type d'environnement de mesure rencontré)
Données GPS	**	Peut être utile mais possibilité d'utiliser d'autres informations telles que l'emploi du temps et les trajets des individus pour évaluer l'environnement. Problématique des données personnelles à prendre en compte
Données météo	**	Assez important pour déterminer les variations d'environnement : intérieur / extérieur, heures de la journée, ... Mesures de température, pression et humidité
Autres polluants	**	C'est selon les besoins de l'étude, mais en multi-environnements, cela semble pertinent car les sources de pollution peuvent varier
Autres mesures	***	Niveau acoustique, luminosité et autre peuvent être pertinents selon les cas
Accès au statut des données	**	C'est intéressant de savoir si des traitements/corrections sont appliqués aux mesures en multi-environnements : est-ce que les données sont corrigées de la même façon en air intérieur / extérieur ?
Présence d'un système de visualisation de la donnée	***	Selon le but de l'étude il faut se préoccuper de savoir si l'individu peut ou pas visualiser les infos relatives à la pollution de son environnement car selon ce qu'il voit, il peut modifier son comportement
Mise en œuvre	**	Le capteur ne doit pas être trop complexe à mettre en œuvre s'il est confié au public. Cependant, l'individu suivi n'a pas forcément besoin d'accéder aux données et de manipuler le capteur
Accessibilité de la donnée	***	Il faut pouvoir étudier les résultats
Transmission de données	**	Si les données ne sont pas transmises à distance, il faut les récupérer sur l'appareil : soit l'individu peut réaliser l'envoi, soit un opérateur doit venir les récupérer
Accès aux données en temps réel	-	Ce n'est pas un critère important dans ce contexte
Ajustage RDV	*	Il faut savoir si cette fonctionnalité est disponible sur les appareils mis en œuvre

ANNEXE 9 EXPOSITION INDIVIDUELLE

Critère de performance	MULTI-ENVIRONNEMENTS	
Variabilité	**/**	Selon les conditions de l'étude : - Si c'est toujours le même capteur qui équipe un individu sur plusieurs jours, les données restent exploitables même avec une forte variabilité - S'il faut comparer les résultats entre plusieurs individus un même jour, la variabilité devient un critère à prendre en compte
Pente	**	
R ²	**	
Incertitude	*	A dimensionner en fonction de l'étude. Modalités de calcul ou d'estimation à renseigner
Dérives (laboratoire)	**	Il ne faut pas que la dérive soit trop importante sur la journée
Temps de réponse	***	Doit permettre de détecter les changements rapides dans l'environnement de l'individu lors de ses déplacements
Sensibilité aux interférents	*	A minima à connaître pour évaluer l'impact sur les mesures
Coût	*	Dans l'absolu ce n'est pas le critère le plus important comparativement au poids, à l'encombrement et à la qualité des données mesurées en multi-environnements
Période d'échantillonnage / pas de temps	***	Inférieure si possible à la minute pour détecter les changements rapides dans l'environnement de l'individu lors de ses déplacements
Compatibilité avec le poste central ou un équivalent	-	Pas à réaliser dans ce contexte

ANNEXE 10 GESTION DE PROCÉDES

Critère de performance	AIR INTERIEUR	
Energie	***	Alimentation permettant un fonctionnement continu sur des périodes très longues sans maintenance
Fiabilité	***	L'automatisation impose de la remontée de données constante
Taux de saisie	-	
Données GPS	-	
Données météo	*	Influence de la température et de HR incluse dans la domotique
Autres polluants	*	
Autres mesures		
Accès au statut des données	-	
Présence d'un système de visualisation de la donnée	*	En cas de panne, il faut déclencher une alerte de maintenance
Mise en œuvre	***	Contrainte par le cahier des charges
Accessibilité de la donnée	*	
Transmission de données	*	Adapté au cahier des charges de la domotique
Accès aux données en temps réel	*	
Ajustage RDV	-	
Variabilité	-	
Pente	*	Pour régler l'automatisme associé
R ²	*	Pour régler la sensibilité de l'automatisme

ANNEXE 10 GESTION DE PROCEDES

Critère de performance	AIR INTERIEUR	
Incertitude	*	Modalités de calcul ou d'estimation à renseigner
Dérives (laboratoire)	***	Faible au regard de la périodicité de maintenance prévue
Temps de réponse	**	Dépendant du cahier des charges de la domotique
Sensibilité aux interférents	**	A corriger dans l'automatisme si présente
Coût	**	Poste faible dans le cahier des charges global d'une domotique
Période d'échantillonnage / pas de temps	**	Dépendant du cahier des charges de la domotique
Compatibilité avec le poste central ou un équivalent	-	