



Guide de validation des données de mesures automatiques (janvier 2016)

TABLE DES MATIERES

REMERCIEMENTS ET COLLABORATIONS.....	5
1. INTRODUCTION	6
2. DEFINITIONS.....	7
2.1 Assurance Qualité/Contrôle Qualité (AQ/CQ)	7
2.2 Code qualité	7
2.3 Cohérence des données.....	8
2.4 Donnée.....	8
2.4.1 Donnée 10s.....	8
2.4.2 Donnée quart-horaire	8
2.4.3 Donnée validée.....	8
2.5 Étalonnage.....	8
2.6 Historique d'un appareil de mesure	9
2.7 Intervention sur une donnée	9
2.8 Pré-validation automatique	9
2.9 Télécontrôle	9
3. PREREQUIS POUR LA VALIDATION ET L'EXPERTISE.....	9
3.1 Compétences techniques.....	10
3.2 Compétences environnementales	10
4. PROCESSUS DE VALIDATION ET D'EXPERTISE	10
4.1 Validation	12
4.1.1 Validation provisoire	12
4.1.2 Validation quotidienne.....	12
4.1.3 Validation hebdomadaire.....	13
4.2 Expertise.....	13
4.2.1 Analyse des données techniques	13
4.2.2 Expertise environnementale	13
4.2.3 Analyse de cas	13
5. OUTILS DE VALIDATION DES DONNEES.....	15
5.1 Validation quotidienne.....	15
5.2 Validation hebdomadaire.....	16

6. APPLICATION AUX POLLUANTS GAZEUX, PARTICULAIRES ET COMPOSES	
EMERGENTS.....	17
6.1 Règles de validation et d'expertise communes à tous les polluants.....	17
6.2 Règles de validation et d'expertise selon le polluant	19
6.2.1 Dioxyde de soufre (SO ₂)	19
6.2.2 Ozone (O ₃).....	19
6.2.3 Oxydes d'azote (NO _x , NO et NO ₂)	19
6.2.4 Monoxyde de carbone (CO)	20
6.2.5 BTEX (appareil automatique)	21
6.2.6 Particules en suspension (PM ₁₀ et PM _{2.5})	21
6.2.7 Equivalent black carbon	22
7. CYCLE DE VIE DE LA DONNEE ET TRAÇABILITE DE LA VALIDATION ET DE L'EXPERTISE	
.....	22
REFERENCES	24
ANNEXES	25
A.1 Annexe 1	25
A.2 Annexe 2	28

REMERCIEMENTS ET COLLABORATIONS

Groupe de travail associé à la réalisation du document

Ont participé à l'élaboration de ce document :

- Le Laboratoire Central de Surveillance de la Qualité de l'Air (LCSQA)
- Les Associations Agréées de Surveillance de la Qualité de l'Air (AASQA) suivantes :
 - Air Lorraine
 - Air Rhône Alpes
 - AIRPARIF
 - Atmo Champagne-Ardenne
 - Atmo Picardie
 - Atmo Poitou Charentes
 - Qualitair Corse

Tous les remerciements leur sont adressés pour la qualité de leur collaboration et de leur travail.

1. INTRODUCTION

Ce document est la mise à jour du guide sur la validation et l'agrégation des données (ADEME, 2003¹). Il est désormais séparé en deux parties, l'une sur l'agrégation des données et l'autre sur la validation des données.

La partie consacrée à l'agrégation des données a fait l'objet de travaux spécifiques en 2013/2014 et est actuellement abordée dans un document spécifique².

La partie portant sur la validation des données est quant à elle divisée en deux sous-parties :

- L'une traitée dans le cadre d'un groupe de travail organisé au sein de la Commission de Suivi « Mesures automatiques » et qui porte sur la validation des données de mesures automatiques ; ces travaux font l'objet du présent document.
- L'autre traitée dans le cadre d'un groupe de travail organisé au sein de la Commission de Suivi « Benzène, HAP et métaux lourds » et qui porte sur la validation des données de mesures manuelles.

Dans un premier temps, ces deux sous-parties font l'objet de deux documents distincts qui pourront être regroupés dans un document unique lors de leur révision à moyen terme (3-4 ans).

L'objectif principal de ce guide est de fournir aux acteurs de la qualité de l'air les informations nécessaires pour la validation et l'expertise des données afin de garantir le niveau de qualité souhaité ou exigé des informations produites par les Associations Agréées de la Surveillance de la Qualité de l'Air (AASQA) et d'harmoniser au niveau national les pratiques de validation et d'expertise des mesures automatiques. Il explicite les pré-requis et les connaissances que doivent maîtriser les personnes habilitées pour pouvoir effectuer la validation et l'expertise des données. Il détaille les différentes étapes du processus de validation et d'expertise, ainsi que les outils de validation associés. A partir de ces éléments généraux, ce guide décline également les règles de validation et d'expertise communes à l'ensemble des polluants, ainsi que des règles plus spécifiques applicables aux différents types de polluants (gazeux, particuliers et composés émergents).

Note : Le processus de validation et d'expertise correspond à la vérification selon le guide qui accompagne la décision 2011/850/EU³ (guide IPR). Cette vérification distingue 3 états : non vérifié, vérifié de façon préliminaire et vérifié. Ces différents états sont explicités dans le tableau 2 du présent guide.

¹ Règles et recommandations en matière de : validation des données, critères d'agrégation et paramètres statistiques. ADEME (édition 2003)

² Guide d'agrégation des données de qualité de l'air pour l'application des Directives 2004/107/CE et 2008/50/CE sur la Qualité de l'Air ambiant (édition 2015)

³ Décision d'exécution de la Commission du 12/12/2011 portant modalités d'application des directives 2004/107/CE et 2008/50/CE du Parlement européen et du Conseil concernant l'échange réciproque d'informations et la déclaration concernant l'évaluation de la qualité de l'air ambiant

2. DEFINITIONS

2.1 Assurance Qualité/Contrôle Qualité (AQ/CQ)

L'Assurance Qualité (AQ) est un système visant à donner confiance en ce que les exigences pour la qualité seront satisfaites.

Le Contrôle Qualité (CQ) est l'évaluation de la conformité par observation et le jugement accompagné, si nécessaire, de mesurages, d'essais ou d'étalonnage.

2.2 Code qualité

Le code qualité est une appellation affectée à une donnée permettant de disposer d'informations complémentaires sur cette donnée (appareil en défaut, maintenance de l'appareil de mesure...)

La liste non exhaustive des codes qualité utilisés par les AASQA est fournie dans le tableau ci-après.

Toute modification d'un code qualité attribué à une donnée doit être argumentée.

Code qualité	Indication
A	Donnée exploitable
C	Etalonnage étalon
Z	Etalonnage à zéro
M	En maintenance
D	Appareil en défaut
N	Absence de donnée
P	Dérive d'étalonnage
O	Donnée corrigée
R	Donnée reconstituée
I	Donnée invalidée
W ou B (*)	Warning

Tableau 1 : Liste non exhaustive des codes qualité utilisés par les AASQA s

* Selon le système d'exploitation des données. Non employé pour les données validées.

Le tableau 5 en annexe 1 donne plus de détails quant à l'utilisation de ces codes.

Note : Les données quart-horaires des AASQA sont transmises au LCSQA qui assure ensuite la transmission des données horaires à l'Europe, conformément au guide IPR. Tous les codes qualité utilisés par les AASQA (tableau 5 en annexe 1) ne sont pas gérés par le LCSQA. Le tableau 6 en annexe 1 liste les codes acceptés par le niveau national pour les données quart-horaires.

2.3 Cohérence des données

Cohérence des données

La cohérence des données est la concordance entre les données quart-horaires et celles attendues notamment par rapport à l'objectif du site de surveillance. Cette cohérence peut s'appuyer sur les connaissances théoriques de la physico-chimie de l'atmosphère.

Exemples :

- pour des polluants mesurés sur une même station de mesure : anti corrélation entre le dioxyde d'azote et l'ozone ;
- pour un même polluant mesuré sur des stations de typologie comparable : niveaux de polluant similaires sur des stations de fond urbain d'une zone en situation météorologique stable.

2.4 Donnée

2.4.1 Donnée 10s

La donnée 10s est la donnée acquise sur l'analyseur par le système d'acquisition. Elle est constituée d'un horodatage, d'une valeur et d'un code qualité affecté par le système d'acquisition.

Les données 10s sont utilisées pour calculer la donnée quart-horaire.

2.4.2 Donnée quart-horaire

La donnée quart-horaire est composée de la valeur agrégée des données 10s (la moyenne généralement), d'un code qualité, d'un historique de pré-validation automatique et dans la mesure du possible de l'incertitude associée.

2.4.3 Donnée validée

Une donnée validée est une donnée quart-horaire ayant suivi le cycle de validation et d'expertise.

Elle est alors considérée comme disponible pour l'exploitation et l'agrégation.

2.5 Étalonnage

Opération qui, dans des conditions spécifiées, établit en une première étape une relation entre les valeurs et les incertitudes de mesure associées qui sont fournies par des étalons et les indications correspondantes avec les incertitudes associées, puis utilise en une seconde étape cette information pour établir une relation permettant d'obtenir un résultat de mesure à partir d'une indication⁴.

⁴ Vocabulaire international de métrologie – Concepts fondamentaux et généraux et termes associés (VIM, 3^e édition) - JCGM 200:2012 (JCGM 200:2008 avec corrections mineures)

2.6 Historique d'un appareil de mesure

Il fournit les informations complémentaires liées à l'utilisation, au fonctionnement et à la vérification du bon fonctionnement d'un appareil de mesure (maintenances, étalonnages...). Ces informations peuvent être renseignées dans une Gestion de Maintenance Assistée par Ordinateur (GMAO) et/ou des fiches de vie accompagnées de cartes de contrôle.

2.7 Intervention sur une donnée

Cette action consiste à corriger ou à invalider une donnée.

- Correction : on modifie la valeur d'une donnée et/ou son code qualité.
- Invalidation : on décide qu'une donnée ou une série de données n'est pas exploitable, et on lui affecte le code qualité correspondant.

2.8 Pré-validation automatique

Ce terme regroupe les actions de contrôle des données selon des critères prédéfinis (règles issues des normes et des guides nationaux). Ces actions peuvent être réalisées aux différents niveaux de la chaîne de mesure (appareil de mesure, système d'acquisition et/ou poste central) et entraîner une intervention sur la valeur et/ou le code qualité de la donnée.

2.9 Télécontrôle

Contrôle à distance pour s'assurer que l'analyseur fonctionne toujours selon les limites de performance spécifiées.

3. PREREQUIS POUR LA VALIDATION ET L'EXPERTISE

La validation et l'expertise des données ne peut être réalisée que par une personne habilitée et en se basant sur différents outils et paramètres décrits dans le présent paragraphe. Pour effectuer cette validation et cette expertise, il est recommandé de disposer d'un processus d'habilitation clairement décrit.

Il est également conseillé d'impliquer dans le cycle de validation et d'expertise les techniciens intervenant sur les sites de mesure.

3.1 Compétences techniques

Il est recommandé que la ou les personnes habilitées attestent des compétences techniques détaillées ci-après pour pouvoir réaliser la validation des données :

1. Connaissance des exigences réglementaires (valeurs limites et incertitudes de mesure associées),
2. Connaissance des normes et des guides inhérents à la mesure de la qualité de l'air,
3. Connaissance des principes de mesure de la qualité de l'air,
4. Connaissance du micro-environnement de la station,
5. Connaissance des conditions d'exploitation de la station (climatisation utilisée, type de bâtiment...),
6. Connaissance du cycle de vie de la donnée (cf. paragraphe 7).

3.2 Compétences environnementales

Il est recommandé que la ou les personnes habilitées attestent des compétences environnementales détaillées ci-après pour pouvoir réaliser la validation des données :

1. Connaissance des stations (macro et microenvironnement),
2. Connaissance de la typologie du site, de sa classification et de la représentativité du site pour un polluant donné,
3. Connaissances en météorologie : certains phénomènes météorologiques spécifiques d'une région peuvent influencer l'évolution des polluants (exemples : les brises thermiques, les vents dominants, l'effet de foehn, l'accélération des vents par effet venturi, les inversions de température...),
4. Connaissance des conditions géographiques du territoire : la présence de relief, la présence de la mer, l'altitude et la configuration géographique d'une manière générale peuvent expliquer certaines évolutions des profils de concentration,
5. Connaissance des émetteurs potentiels,
6. Connaissance de la chimie de l'atmosphère (cinétique, réactions, émissions...),
7. Connaissance de l'historique des données : la connaissance de l'historique (et notamment des records historiques) permet d'apporter une information supplémentaire pour apprécier les situations.

Les points 1 à 5 sont en lien avec l'application du guide « Conception, implantation et suivi des stations Françaises de surveillance de la qualité de l'air » (Edition 2015).

4. PROCESSUS DE VALIDATION ET D'EXPERTISE

Le processus de validation et d'expertise se base sur un jugement d'experts :

- sur le plan technique et métrologique,
- sur le plan comportemental et environnemental des concentrations relevées, selon le type de station et de polluant, avec l'appui de la météorologie le cas échéant.

Ce processus est finalisé une fois que la cohérence des données produites est vérifiée.

Les données produites puis validées ont plusieurs utilisations : alimentation des modèles de qualité de l'air, déclenchement de la procédure d'information et d'alerte, information quotidienne (indice, cartes, données 10s ...), rapports d'études...

Par conséquent, le délai de validation est différent en fonction de cette utilisation. En effet, dans le cas d'une validation de dépassement de seuil, la validation de données doit être très rapide ; en revanche, dans le cas de l'élaboration d'un rapport d'étude, la validation peut être effectuée sur des délais plus longs. De même, pour la diffusion quotidienne des données, celle-ci peut se faire plusieurs fois dans la journée.

Le tableau 2 ci-dessous présente les différentes étapes conduisant à la validation et à l'expertise des données automatiques réglementaires, suite aux échanges entre les experts chargés de la validation quotidienne et ceux s'occupant de la validation hebdomadaire.

Dans la mesure du possible, il est conseillé de suivre la démarche décrite dans le tableau 2 pour les polluants non couverts par la réglementation.

Opération	Fréquence minimale	Période étudiée	Action (cf. § 4.1 à 4.2)	Outils*
Pré-validation automatique	En continu		Pré-validation	Normes et guides nationaux
Validation	Quotidienne (jours ouvrés)	J à J-3	Validation provisoire	Résultats du télécontrôle Code qualité data (défauts et alarmes)
			Validation quotidienne	GMAO Enregistrement ** Résultats du télécontrôle Code qualité data (défauts et alarmes)
	Hebdomadaire	s-1	Validation hebdomadaire	Enregistrement **
Expertise	Mensuelle	m-1	Analyse des données techniques	Profil des données techniques GMAO et/ou Enregistrement **
	Semestrielle	au minimum 12 mois	Expertise environnementale	Calculs statistiques Enregistrement**
	Apériodique	Spécifique	Analyse de cas	Calcul incertitude Incident Non-conformité Calculs statistiques Enregistrement**

Tableau 2 : Différentes étapes du processus de validation et d'expertise des données de mesures automatiques

* Incluant par défaut les données de pollution et météorologiques

** Enregistrement : Outil permettant de tracer les informations issues des échanges entre les experts habilités à valider les données.

Les différentes étapes décrites dans le tableau 2 sont détaillées dans les paragraphes 4.1 (Validation) et 4.2 (Expertise) ci-après.

Note : le processus de validation et d'expertise est appelé « vérification » dans le guide IPR. Celui-ci distingue plusieurs stades : donnée non vérifiée, donnée vérifiée de façon préliminaire, donnée vérifiée. Ce statut doit être précisé lors de la transmission des données horaires à l'Europe.

Le tableau 7 en annexe 1 précise la correspondance entre les étapes de validation et les statuts transmis à l'Europe par le LCSQA.

4.1 Validation

4.1.1 Validation provisoire

L'objectif de la validation provisoire est de détecter les principaux dysfonctionnements relevés sur les appareils de mesure. Elle permet de s'assurer que les données publiées, notamment par l'intermédiaire des indices de qualité de l'air et des cartes de concentration, sont correctes. Des données peuvent cependant à cette occasion être mises en doute et invalidées a posteriori.

Il est important de souligner l'importance particulière donnée à l'examen des données quart-horaires dans le cadre d'un dépassement constaté d'un seuil de la procédure d'information et d'alerte.

La validation provisoire vise donc, autant que faire se peut, à éviter la communication de données visiblement erronées et pouvant conduire à des difficultés de communication manifestes. Etant contrainte dans le temps (ex : alimentation d'un modèle, maintien d'une validation en dehors des jours ouvrés pour la gestion des alertes...), elle peut donc être automatique (pré-validation automatique) et/ou manuelle.

Exemples de validation provisoire :

- Détection de concentrations figées à une valeur fixe,
- Détection et invalidation de données dites aberrantes (Pics...),
- Examen des conditions ambiantes de la station de mesure,
- Validation de la correction de données issues d'appareils non homologués (ex : concentrations massiques mesurées avec un analyseur TEOM 50°C),
- Traitement des données inférieures à la limite de détection (cf. Tableau 4 au paragraphe 6.1).

4.1.2 Validation quotidienne

L'objectif de la validation quotidienne (en jours ouvrés) est d'assurer que les données mises en base sont correctes sur le plan technique et environnemental et demeurent représentatives d'une zone géographique cohérente avec la typologie de la station de mesure.

Dans le cas d'événements particuliers, tels que des travaux autour d'un site de mesure occasionnant des impacts ponctuels sur les données, il est essentiel de déterminer si

l'impact est local ou si les conséquences de ces événements impactent une large partie de la zone autour de la station.

Exemples de points de vigilance :

- Examen des données techniques issues des appareils (mesure de la pression, du point de rosée, des débits...),
- Détection et invalidation des données dites aberrantes (observation de pics...),
- Validation de la correction de données issues d'appareils non homologués (ex : concentrations massiques mesurées avec un analyseur TEOM 50°C),
- Validation (ou non) des données mises en doute lors de la validation provisoire,
- Invalidation des données aberrantes suite à des interventions sur site (ex : redémarrage instable de la mesure après une maintenance).

4.1.3 Validation hebdomadaire

L'objectif de la validation hebdomadaire réalisée au minimum toutes les semaines est de confirmer la validation quotidienne et de vérifier la cohérence des données dans le temps et dans l'espace.

4.2 Expertise

4.2.1 Analyse des données techniques

L'analyse des données techniques consiste à analyser l'ensemble des données techniques des appareils et des conditions d'ambiance de la station, sur une période supérieure à la semaine et agrégées sur un pas de temps adapté (horaire, journalier, mensuel...).

Elle est réalisée au minimum tous les mois.

4.2.2 Expertise environnementale

L'expertise environnementale consiste à effectuer un calcul et une analyse des paramètres statistiques réglementaires afin d'identifier d'éventuelles questions ou anomalies avant le bilan annuel.

Elle est réalisée au minimum tous les 6 mois sur une période d'au minimum 12 mois.

4.2.3 Analyse de cas

L'analyse de cas est effectuée suite à :

- Un doute émis lors de la validation,
- Un doute émis lors de l'expertise environnementale,
- Un écart constaté par le personnel technique lors des maintenances ou de l'analyse des données techniques.

Dans ce cadre, en fonction de la fréquence d'occurrence des phénomènes, une réflexion peut être menée sur ces phénomènes atypiques, pouvant le cas échéant occasionner une remise en cause d'emplacement de site de mesure.

Les principales étapes de l'analyse de cas sont détaillées dans les paragraphes ci-après. Un exemple de logigramme est fourni en annexe 2.

4.2.3.1 Identification de la période impactée

A partir de la date du dernier contrôle « Assurance Qualité/Contrôle Qualité » (AQ/CQ) conformément aux exigences du référentiel normatif en vigueur, l'examen détaillé du suivi de paramètres métrologiques (cf. tableau 3) permet d'affiner la période effectivement impactée.

Polluant à valider	Exemples de paramètres techniques à surveiller	Commentaires/Actions à mener
NO/NO ₂ /NO _x	Pression dans la chambre de mesure	Si un effet de seuil apparaît, cela permet de mieux horodater un dysfonctionnement de l'appareil
SO ₂	Paramètres associés à la lampe UV (intensité, tension...)	-
PM (TEOM-FDMS)	Température de point de rosée échantillon en sortie de sécheur	Voir Guide
PM (BAM1020)	Stabilité du détecteur	Voir Guide
PM (MP101-RST)	Différence entre la température ambiante et la température du filtre	Voir Guide
Composition chimique (AE33)	Température extérieure, hygrométrie, débit, nombre de tâches	-

Tableau 3 : Exemples de paramètres techniques de suivi du bon fonctionnement des systèmes de mesure automatiques

4.2.3.2 Prise en compte des paramètres identifiés dans l'incertitude de mesure

Le budget d'incertitude est basé sur les paramètres identifiés dans le référentiel normatif. Néanmoins, tout paramètre supplémentaire identifié par l'AASQA contribuant à l'incertitude de mesure pourra être pris en compte.

4.2.3.3 Respect des objectifs réglementaires de qualité de données

Sur la base du calcul de l'incertitude de mesure associée à la période impactée par le non-respect de l'exigence technique, les données sont jugées « valides » ou « invalides » en fonction de leur respect ou non des objectifs réglementaires de qualité.

5. OUTILS DE VALIDATION DES DONNEES

5.1 Validation quotidienne

La validation quotidienne est effectuée en s'appuyant sur les éléments décrits ci-après :

- **Fixation de seuil** : Un seuil fixe spécifique permet d'attirer l'attention de l'opérateur chargé de la validation sur certaines données. Les seuils pouvant notamment être établis sont :
 - les valeurs guides et limites, les seuils d'alerte des réglementations locales, nationales ou européennes pour chaque type de polluant ;
 - l'étendue de mesure valide définie par polluant (cf. tableau 4 au paragraphe 6.1) ;
 - les seuils d'invalidation (liés aux écarts par rapport à des tolérances sur un paramètre donné tel que la température, l'étalonnage...) ;
- **Paramétrage de mesures techniques** : la configuration et la visualisation de paramètres techniques liés à l'analyseur, donc à la mesure, permettent d'attirer l'attention de l'opérateur chargé de la validation (pour une utilisation potentielle lors de l'étape de pré-validation automatique). Une liste non exhaustive par polluant de ces paramètres techniques utiles est disponible au tableau 3.
- **Programmation d'une pré-validation automatique** : elle peut se faire sur l'appareil de mesure, le système d'acquisition ou en utilisant un système informatique recommandé par la Commission de Suivi nationale « Informatique des AASQA ».
- **Logiciel graphique de validation** : cet outil permet d'apprécier plus finement les évolutions des courbes de concentrations par rapport à l'analyse de tableaux. Cela permet notamment d'observer :
 - les polluants de différentes stations de mesure sur le même graphe ;
 - des valeurs ne respectant plus un critère technique spécifié (ex : écart d'étalonnage, blanc d'instrument...) ;
 - des valeurs dépassant les seuils réglementaires ou les valeurs historiques.
- **Gestion de Maintenance Assistée par Ordinateur (GMAO) ou enregistrements techniques, fiche de vie des appareils de mesure** : permet de connaître l'historique des matériels associés aux données acquises et la récurrence ou non de problèmes.
- **Carte de contrôle** : cet outil permet de suivre et d'analyser les paramètres techniques des analyseurs, des stations de mesure...
- **Correction des données** : il existe différents types de corrections possibles
 - Corrections induites par un incident technique : pour exemple,
 - suite à un dysfonctionnement du système d'acquisition, les mesures enregistrées dans l'analyseur peuvent être intégrées manuellement dans la base de données,
 - suite à une erreur de configuration il peut être constaté un décalage systématique ou une inversion des voies NO/NO_x,

- suite à une erreur humaine, un code maintenance peut rester actif à tort en station...
- Pré-validation automatique.
- Cas particulier⁵ de la correction des données mesurées avec l'analyseur TEOM 50°C.

5.2 Validation hebdomadaire

La validation hebdomadaire est effectuée en s'appuyant sur les éléments décrits ci-après :

- **Fixation de seuil** : Un seuil fixe spécifique permet d'attirer l'attention de l'opérateur chargé de la validation sur certaines données. Les seuils pouvant notamment être établis sont les valeurs guides et limites, les seuils d'alerte des réglementations locales, nationales ou européennes pour chaque type de polluant.
- **Programmation de valeurs statistiques significatives** : moyennes journalières, écarts-types, maxima horaires, minima horaires, maxima quarts horaires, minima quarts horaires...
- **Logiciel graphique de validation** : cet outil permet d'apprécier plus finement les évolutions des courbes de concentrations par rapport à l'analyse de tableaux. Cela permet notamment de comparer :
 - les polluants de différentes stations de mesure sur le même graphe ;
 - l'évolution des polluants d'une même station ;
 - les polluants en fonction des paramètres météorologiques (vitesse du vent, direction du vent, température...) sous la forme de « rose de pollution » par exemple.
- **Gestion de Maintenance Assistée par Ordinateur (GMAO) ou enregistrements techniques, fiche de vie des appareils de mesure** : permet de connaître la nature des opérations de maintenance et de déterminer si une opération a pu avoir une incidence sur les données.
- **Paramètres météorologiques** : toute information pouvant servir à expliquer les profils d'évolution des polluants telle que les données du réseau et/ou bulletins (type Météo-France) : vitesse et direction du vent, pression atmosphérique, température, pluviométrie, hygrométrie, ensoleillement, couverture nuageuse...
- **Paramètres temporels et événements périodiques ou spécifiques** : tout événement susceptible d'influencer l'évolution des concentrations des polluants (jour de la semaine, week-end, vacances, saisons, tout phénomène clairement identifié (local comme par exemple des travaux publics – ou éloigné comme par exemple le transport à longue distance tel qu'une éruption volcanique)).
- **Précédents rapports de validation** : dans le but de vérifier les mesures qui ont posé des problèmes précédemment.

⁵ Règles et recommandations en matière de : validation des données, critères d'agrégation et paramètres statistiques. ADEME (édition 2003)

6. APPLICATION AUX POLLUANTS GAZEUX, PARTICULAIRES ET COMPOSES EMERGENTS

Un certain nombre de règles sont à prendre en compte lors de la validation et de l'expertise des données automatiques. Certaines sont générales à tous les polluants, d'autres sont plus spécifiques.

Dans le cas de pics isolés mais clairement identifiés (ex : feux d'artifice, brûlage de végétaux, travaux...), le statut final des données est laissé à l'expertise de l'AASQA en fonction de la cohérence des mesures, notamment au regard de la typologie de la station et de la zone impactée. Ces événements étant susceptibles d'affecter les statistiques (notamment les dépassements de seuil) et le respect des objectifs de qualité (ex. : taux de fonctionnement minimal), il conviendra d'en conserver l'historique. L'impact de la récurrence de ces pics sur l'objectif initial de la station et sur les objectifs de qualité des données peut remettre en cause la localisation du site.

6.1 Règles de validation et d'expertise communes à tous les polluants

Les règles de validation et d'expertise communes à l'ensemble des polluants sont répertoriées ci-après (liste non exhaustive) :

- Réalisation de la validation sur les données de préférence sous format quart-horaire.
- Prise en compte de l'état du réseau :
 - Contrôle de l'acquisition des données,
 - Visualisation des alarmes des appareils de mesure,
 - Contrôle de la température dans les stations (entre autres valeurs et stabilité).
- Examen du bilan des opérations de maintenance antérieures :
 - Prise en compte du planning de maintenance,
 - Prise en compte des dysfonctionnements,
 - Prise en compte des critères techniques spécifiques à chaque appareil de mesure.
- Examen des réponses des appareils de mesure aux opérations de télé-contrôle :
 - Etude des dépassements de tolérance,
 - Vérification de la périodicité de contrôle.
- Vérification de la conformité des paramètres techniques aux critères définis dans les guides méthodologiques LCSQA lorsqu'ils existent ou dans les manuels d'utilisation des fournisseurs.
- Examen des dépassements de seuils spécifiques :
 - Valeurs guides, valeurs limites,
 - Seuils d'alerte.
- Examen des précédentes validations.

- Etude de la cohérence des données :
 - Détection de valeurs aberrantes,
 - Recherche de profils types.
- Etude de la cohérence spatiale des données :
 - Comparaison de profils d'évolution entre stations géographiquement proches et/ou de même typologie.
- Etude de la cohérence temporelle des données :
 - Examen de profils types (journalier, hebdomadaire, week-end, saisonnier, etc...),
 - Prise en compte de paramètres événementiels (manifestations...).
- Etude de la cohérence physico-chimique des données :
 - Vérification de la corrélation ou non corrélation entre polluants,
 - Appréciation des niveaux de concentration enregistrés.
- Adéquation aux conditions météorologiques : vent, température, ensoleillement, inversion de température, pluviométrie...
- Utilisation des connaissances et de l'expérience acquises : comportement habituels, phénomènes locaux lors de difficultés de jugement face à un événement particulier.
- Validité de l'étendue de mesures
 Les données 10s strictement inférieures à la valeur négative de la limite de détection (-LD) doivent être invalidées au niveau des systèmes d'acquisition (cf. guide d'agrégation des données (LCSQA)). La validation des données supérieures aux points d'échelle maximaux sera étudiée au cas par cas.

Polluant	Méthode	Limites de détection *	Point d'échelle maximal
SO ₂	Fluorescence UV	2 nmol/mol	376 nmol/mol
NO/NO ₂ /NO _x	Chimiluminescence	NO/NO ₂ : 2 nmol/mol NO _x : 4 nmol/mol	NO ₂ : 261 nmol/mol NO : 962 nmol/mol
O ₃	Photométrie UV	2 nmol/mol	250 nmol/mol
CO	Infra-rouge	0,2 µmol/mol	86 µmol/mol
PM ₁₀ et PM _{2.5}	- µ-balance à variation de fréquence - Absorption de rayonnements bêta	3 µg/m ³	Mesures journalières : 1000 µg/m ³ Mesures horaires : 10 000 µg/m ³
Benzène	Chromatographie en phase gazeuse	Selon le type d'appareil	15,4 nmol/mol
Polluants émergents	-	Pas de valeur consensuelle	-

Tableau 4 : Limites de détection et points d'échelle maximaux des polluants gazeux et particulaires

* Valeurs consensuelles (cf. www.lcsqa.org/)

Note : les facteurs de conversion sont définis dans les normes européennes en vigueur.

6.2 Règles de validation et d'expertise selon le polluant

Afin de compléter les règles de validation et d'expertise communes à tous les polluants, des règles spécifiques sont listées ci-dessous (liste non exhaustive) et sont à appliquer polluant par polluant, dans le respect des normes, des guides et des résolutions des Commissions de Suivi et des Groupes de Travail.

Les règles détaillées dans ce chapitre sont généralement complétées par les guides qui proposent des règles de validation des données spécifiques aux appareils de mesure concernés.

6.2.1 Dioxyde de soufre (SO₂)

- Comparaison des valeurs de SO₂ avec celles du NO_x et des PM dans certains cas (panaches industriels, éruptions volcaniques...).
- Prise en compte de l'orientation et de la vitesse du vent pour identification de l'origine d'une retombée de panache en provenance d'une source fixe connue.
- Vérification de la programmation du zéro réf. si exigé par le constructeur.
- Observation de la dérive du zéro réf. : dans le cas où une différence avant et après un étalonnage automatique sur les appareils SO₂ est enregistrée, il convient alors d'invalider les données si cette différence est observée depuis le dernier étalonnage et si elle est supérieure à 5 µg/m³ (2 nmol/mol).

6.2.2 Ozone (O₃)

- Comparaison des valeurs quart-horaires d'O₃ avec celles du NO et NO₂ pour les sites qui disposent de ces mesures ; vérification de l'anti-corrélation entre les niveaux de NO₂ et ceux d'O₃.
- Analyse des conditions météorologiques, en particulier de la température maximale et de l'ensoleillement.
- Etude de la redescende des concentrations la nuit pour rechercher un éventuel problème de zéro en zone urbaine (lors de forte présence simultanée de NO₂ et d'O₃) ; à contrario, niveaux restant élevés la nuit sur les sites ruraux et/ou d'altitude.
- Contrôle des profils de concentrations qui peuvent présenter une instabilité en présence d'humidité dans la ligne de prélèvement (ex : défaillance de l'isolation de la ligne de prélèvement).

6.2.3 Oxydes d'azote (NO_x, NO et NO₂)

Monoxyde d'azote (NO) et dioxyde d'azote (NO₂)

- Etude des conditions météorologiques du fait de la grande influence de la vitesse du vent et des inversions de température.
- Comparaison des valeurs de NO_x avec celles du SO₂ et des PM dans certains cas (panaches industriels ...).

- Invalidation de toute donnée quart-horaire de NO₂ et de NO_x en cas d'invalidation d'une donnée quart-horaire de NO quelle qu'en soit la raison (principe métrologique des appareils de mesure par chimiluminescence).
- Les données 10s de NO₂ peuvent être considérées comme inutilisables (voie NO₂ hors service) alors que celles de NO peuvent rester valides (problème sur la voie NO_x, problème lié au four de conversion).
- La dépression dans la chambre de mesure est un paramètre important à examiner lors de l'analyse des données techniques, car elle peut permettre d'anticiper et/ou d'expliquer une dérive au point d'échelle.
- La cohérence du ratio NO/NO₂.

Monoxyde d'azote (NO)

- Etude de la dynamique du NO (ex : mise en évidence d'une connexion incorrecte de la ligne de prélèvement suite à une intervention).
- Étude de la cohérence entre les niveaux d'O₃ et ceux de NO (vérification de la simultanéité de l'augmentation des niveaux de NO avec la diminution des niveaux d'O₃).
- Les niveaux de NO doivent rester supérieurs en proximité automobile par rapport à ceux en fond urbain, même si les écarts se réduisent sensiblement en cas de pointe de pollution.
- Corrélation avec les niveaux de CO, de benzène et de toluène en situation de proximité automobile si disponibles.
- Critère de redescente au seuil minimum lorsque les conditions de dispersion sont satisfaisantes et que les émissions sont faibles (niveaux nocturnes).

Dioxyde d'azote (NO₂)

- Vérification de l'anti-corrélation entre les niveaux de NO₂ et ceux d'O₃.
- Dans les grandes agglomérations, la valeur moyenne de NO₂ en proximité automobile est généralement, en situation de bonne dispersion, supérieure à celle en fond urbain.
- La dynamique de NO₂ est beaucoup plus faible que celle du NO, compte-tenu de la nature du NO₂ (polluant secondaire) et de sa plus grande homogénéité spatiale.

6.2.4 Monoxyde de carbone (CO)

- Corrélation des niveaux de CO avec ceux de NO du même site.
- Redescente des niveaux nocturnes permettant d'identifier une éventuelle dérive du zéro.
- Observation de la dérive du zéro réf. : dans le cas où une différence avant et après un étalonnage automatique sur les appareils CO est enregistrée, il convient alors d'invalider les données si cette différence est observée depuis le dernier étalonnage et si elle est supérieure à 0,2 µmol/mol.

6.2.5 BTEX (appareil automatique)

- Etude de la dynamique des BTEX et vérification de la simultanéité de l'augmentation des niveaux de benzène et de toluène à l'exception des sites industriels ou d'observation spécifique.

6.2.6 Particules en suspension (PM₁₀ et PM_{2,5})

- Vérification de la bonne homogénéité spatiale en situation de fond urbain.
- Vérification de la corrélation globale entre les profils des PM₁₀ et des PM_{2,5}.
- Vérification que la concentration de PM₁₀ est supérieure ou égale à celle de PM_{2,5} sur un même site pour les données journalières quelle que soit la méthode utilisée ; dans le cas contraire, l'invalidation ou non de l'une ou de l'autre mesure est gérée au cas par cas.
- En période de pollution, les niveaux de PM en fond urbain se rapprochent de ceux de PM mesurés en proximité automobile, les valeurs horaires maximales en fond urbain pouvant même dépasser celles mesurées en proximité automobile.
- Comparaison des valeurs de PM avec celles du SO₂ et des NO_x dans certains cas (panaches industriels, éruptions volcaniques...).
- Après une maintenance, les données de particules en suspension sont invalidées sur plusieurs quarts d'heure en raison du temps de stabilisation des appareils (typiquement 4 à 5 quarts d'heure pour les mesures avec une μ -balance à variation de fréquence).
- A ce jour, le calcul d'incertitudes n'intègre pas la composante "zéro". C'est pourquoi, il est recommandé en cas de dépassement confirmé du critère du contrôle de zéro sur site ($\pm 3,0 \mu\text{g}/\text{m}^3$) jusqu'à $\pm 5,0 \mu\text{g}/\text{m}^3$, de ramener l'appareil dans ses conditions normales de fonctionnement ($\pm 3,0 \mu\text{g}/\text{m}^3$). Les données acquises dans la période entre le dernier test conforme et le test non conforme devront faire l'objet d'une étude statistique documentée permettant de valider ou pas ces données. Lorsque le critère de $\pm 5,0 \mu\text{g}/\text{m}^3$ n'est pas respecté, après identification documentée des données impactées par le problème technique, ces dernières sont invalidées et l'appareil est ramené dans ses conditions normales de fonctionnement ($\pm 3,0 \mu\text{g}/\text{m}^3$).

Note : ce critère s'applique également aux parties volatiles et non volatiles dans le cas des analyseurs TEOM-FDMS.

- Il est recommandé qu'en cas de dépassement confirmé du critère du contrôle du débit sur site ($\pm 5\%$) jusqu'à $\pm 10\%$, de ramener l'appareil dans ses conditions normales de fonctionnement ($<5\%$). Les données acquises dans la période entre le dernier contrôle conforme et le contrôle non conforme devront faire l'objet d'une étude statistique documentée permettant de valider ou pas ces données. Lorsque le critère de $\pm 10\%$ n'est pas respecté, après identification documentée des données impactées par le problème technique, ces dernières sont invalidées et l'appareil est ramené dans ses conditions normales de fonctionnement ($< 5\%$).

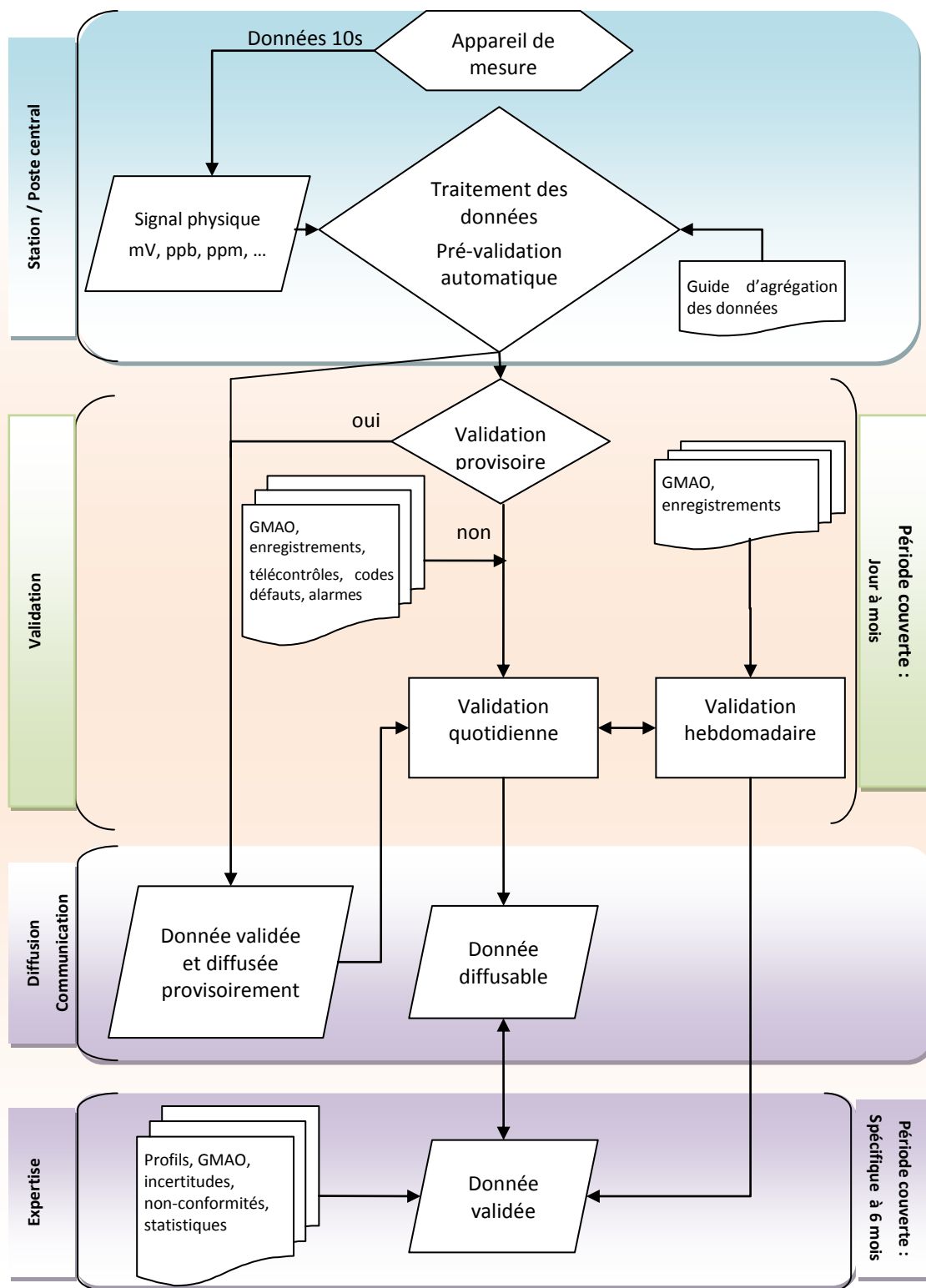
Note : un écart sur le débit total de prélèvement impacte le point de coupure de la tête de prélèvement. Un débit plus faible a tendance à sélectionner des particules de taille supérieure au point de coupure théorique.

6.2.7 Equivalent black carbon

- Cohérence avec les niveaux de NO_x (en particulier sur site de proximité automobile) et les niveaux de PM si disponibles en station.

7. CYCLE DE VIE DE LA DONNEE ET TRAÇABILITE DE LA VALIDATION ET DE L'EXPERTISE

Le logigramme suivant résume les différentes étapes du cycle de vie d'une donnée issue d'un appareil de mesure.



La traçabilité de la validation et de l'expertise des données permet à une AASQA d'avoir un suivi complet des différentes étapes du cycle de vie des données jusqu'à ce qu'elles soient validées.

Les principaux points à mettre en œuvre sont les suivants :

- Traçabilité de l'habilitation : une liste des personnes habilitées à la validation et à l'expertise des données doit être tenue et mise à jour.
- Traçabilité des versions des outils informatiques utilisés pour la pré-validation automatique.
- Compte-rendu du processus de validation et d'expertise qui doit comporter au minimum :
 - le nom de l'opérateur chargé de la validation/expertise,
 - la date et l'heure de la validation/expertise,
 - la mesure concernée,
 - la nature et la raison de l'intervention sur la donnée,
 - la date et l'heure du début et de la fin de l'intervention sur la donnée,
 - la preuve qu'en cas de problème, celui-ci a été pris en compte par les services compétents.

Le support du compte-rendu de validation/expertise peut être papier ou informatique.

REFERENCES

Ce guide s'appuie sur le référentiel disponible sur le site WEB du LCSQA (www.lcsqa.org/).

A.1 Annexe 1

Code	Intitulé	Description	Origine	Validité	Code reconnu par Geod'air?
A	Exploitable	Données exploitables (les données manuelles ont directement ce code).	Système d'acquisition	Valide	oui
O	Corrigée	La valeur de la donnée a été corrigée : - Soit automatiquement par application d'une règle prédéfinie (détection de seuil bas de l'analyseur par exemple). - Soit lors de la validation, manuellement ou par application d'une règle de calcul.	Poste central/opérateur	Valide	oui
R	Reconstituée	La donnée n'a pas été acquise automatiquement mais chargée à la main.	Opérateur	Valide	oui
P	En dérive	La donnée est codée « P » suite au dépassement du seuil de contrôle, lors de la lecture d'un étalon de contrôle. Ce code peut être affecté de manière automatique, par détection de dérive par la poste central lors de l'analyse des résultats de calibrages ou manuellement lors de la validation.	Poste central/opérateur	Valide	oui
W	Warning	Sur détection de conditions pouvant mettre en doute la qualité d'une donnée. Ce code n'est présent que sur les données non validées ; suite à la validation, il doit être remplacé par le code A (Exploitable). Peut être utilisé pour la détection de température en station trop élevée par exemple.	Système d'acquisition/poste central	Valide	non
B	Anomalie	Peut affecter la donnée quart-horaire valide lorsque le taux de données 10s valides qui la composent est compris entre 75 % (taux de validité minimal) et 100%. Ce code n'est présent que sur les données non validées ; suite à la validation, il doit être remplacé par le code A (Exploitable).	Système d'acquisition	Valide	non

Tableau 5 : Détail de l'utilisation des codes qualité AASQA

Code	Intitulé	Description	Origine	Validité	Code reconnu par Geod'air?
I	Invalide	Ce code d'état apparaît après une invalidation par un utilisateur ou par application d'une règle prédéfinie (invalidation du NO ₂ si NO défectueux par exemple).	Opérateur/ Poste central	Invalide	oui
D	Défectueuse	Sur détection d'un mauvais fonctionnement matériel ou sur détection d'un problème sur le signal (dépassement de seuils, immobilisme...)	Système d'acquisition/ Poste central	Invalide	oui
M	En maintenance	Par indication d'un opérateur sur site ou par traitement automatique (période de préchauffage des appareils par exemple).	Système d'acquisition / Opérateur	Invalide	oui
Z	En zéro	Pour les données acquises pendant la phase de lecture de zéro par la voie zéro de l'analyseur.	Système d'acquisition	Invalide	oui
C	En consigne	Pour les données acquises pendant la phase de lecture d'un étalon (point haut) par la voie étalon de l'analyseur.	Système d'acquisition	Invalide	oui
N	Non acquise	Pour les données non encore acquises.	Poste central ou Système d'acquisition	Invalide	oui

Tableau 5 (suite): Détail de l'utilisation des codes qualité AASQA

Codes FR	Intitulé	Validité
A	Exploitable	Valide
O	Corrigée	Valide
R	Reconstituée	Valide
P	En dérive	Valide
I	Invalide	Invalide
D	Défectueuse	Invalide
M	En maintenance	Invalide
Z	En zéro	Invalide
C	En consigne	Invalide
N	Non acquise	Invalide

Tableau 6 : Codes qualité acceptés par le LCSQA pour les données validées en provenance des AASQA

Opération	Fréquence minimale	Période étudiée	Action (cf. § 4.1 à 4.2)	Outils*	Statut selon le guide IPR
Pré-validation automatique	En continu		Pré-validation	Normes et guides nationaux	Vérifié de façon préliminaire
Validation	Quotidienne (jours ouvrés)	J à J-3	Validation provisoire	Résultats du télécontrôle Code qualité data (défauts et alarmes)	Vérifié
			Validation quotidienne	GMAO Enregistrement ** Résultats du télécontrôle Code qualité data (défauts et alarmes)	Vérifié
	Hebdomadaire	s-1	Validation hebdomadaire	Enregistrement **	Vérifié
Expertise	Mensuelle	m-1	Analyse des données techniques	Profil des données techniques GMAO et/ou Enregistrement **	Vérifié
	Semestrielle	au minimum 12 mois	Expertise environnementale	Calculs statistiques Enregistrement**	Vérifié
	Apériodique	Spécifique	Analyse de cas	Calcul incertitude Incident Non-conformité Calculs statistiques Enregistrement**	Vérifié

Tableau 7 : Correspondance entre les différentes étapes de la validation et de l'expertise et les statuts des données transmises à la Commission européenne

Remarque : les données quart-horaires transmises des postes centraux vers Geod'air sont classées selon deux catégories : « brutes » (non validées) ou « validées ». Il n'y a pas de niveau intermédiaire permettant d'établir une correspondance précise avec les trois statuts européens. En l'absence d'une telle codification au niveau des postes centraux, le statut des données horaires est défini de la manière suivante :

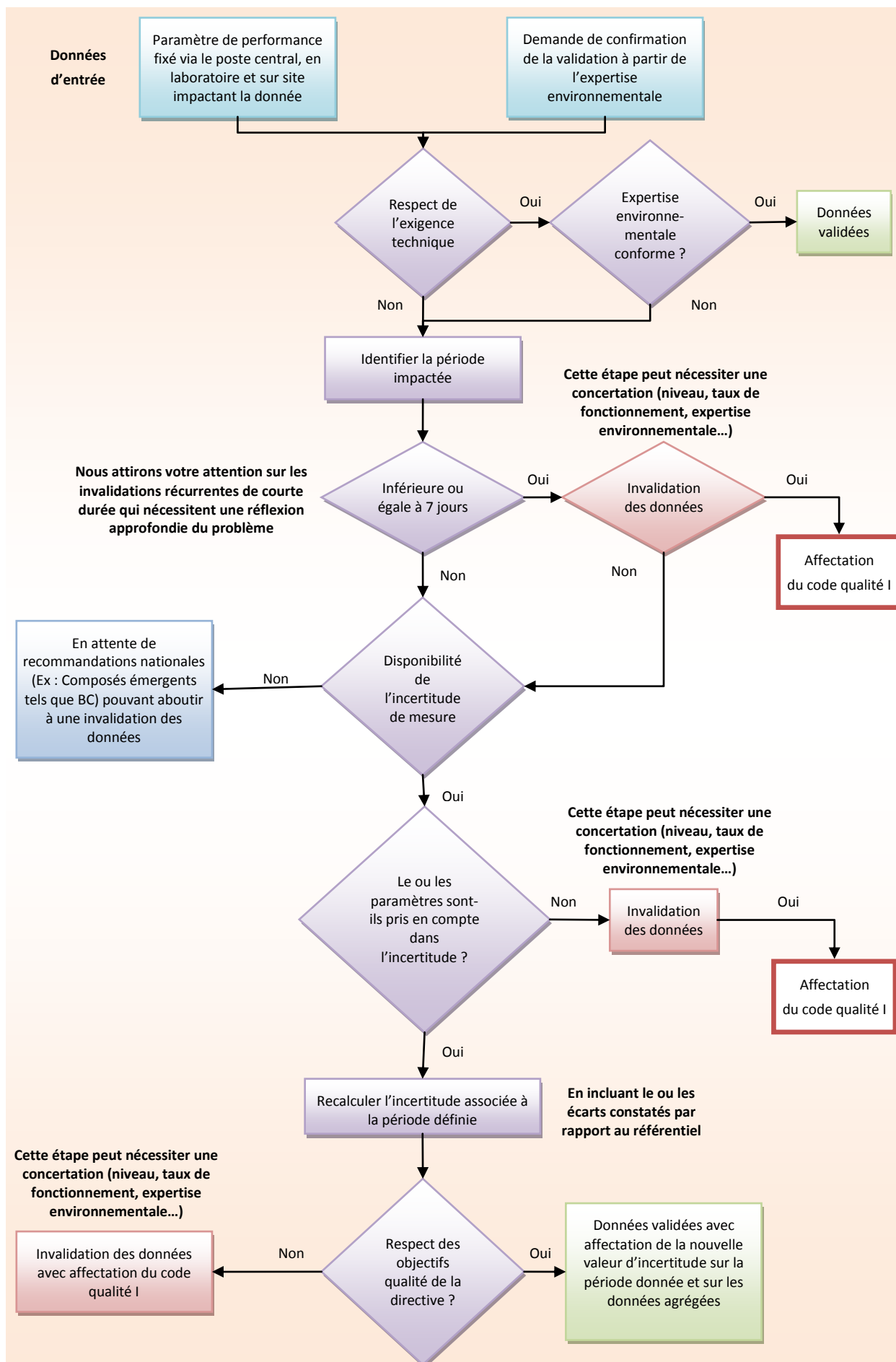
- l'état « Non vérifié » est attribué à tout élément du flux des données dites « actualisées » (données horaires transmises quotidiennement à la base européenne), et qui est issu des fichiers « T » des AASQA (fichiers envoyés heure par heure) ;

- l'état « Vérifié de façon préliminaire » est attribué à tout élément du flux des données dites « actualisées » (données horaires transmises quotidiennement à la base européenne), et qui est issu des fichiers « V » des AASQA (fichiers envoyés chaque jour après validation quotidienne) ;
- l'état « Vérifié » est attribué à tout élément du flux des données validées (données horaires transmises l'année N+1 pour l'année N à la base européenne).

Ces règles permettent de répondre aux exigences du guide IPR. Elles pourront être affinées en cas d'évolution des postes centraux.

A.2 Annexe 2

A partir de l'étape « Inférieure ou égale à 7 jours » du logigramme ci-après, il est conseillé d'impliquer un groupe d'experts pour poursuivre les étapes de validation.





direction et secrétariat du LCSQA

INERIS - parc technologique Alata - BP 2 - F60550 Verneuil-en-Halatte
tél. 03 44 55 64 04 - www.lcsqa.org