



### Travaux d'Instrumentation 2016



# Laboratoire Central de Surveillance de la Qualité de l'Air

## NOTE DE SYNTHÈSE DES TRAVAUX D'INSTRUMENTATION 2016

**Clothilde Mantelle (INERIS)**

**Avril 2017**

	<b>Rédaction</b>	<b>Vérification</b>	<b>Approbation</b>
<b>NOM</b>	Clothilde Mantelle	Jean-Yves Chatelier	Laurence Rouïl
<b>Qualité</b>	Ingénieur de l'Unité DRC/DECI/INDO Direction des Risques Chroniques	Responsable de l'Unité DRC/DECI/INDO Direction des Risques Chroniques	Responsable du Pôle DRC/DECI Direction des Risques Chroniques
<b>Visa</b>			



## LE LABORATOIRE CENTRAL DE SURVEILLANCE DE LA QUALITE DE L'AIR

---

Le Laboratoire Central de Surveillance de la Qualité de l'Air est constitué des laboratoires de Mines Douai, de l'INERIS et du LNE. Il mène depuis 1991 des études et des recherches à la demande du Ministère chargé de l'environnement, et en concertation avec les Associations Agréées de Surveillance de la Qualité de l'Air (AASQA). Ces travaux en matière de pollution atmosphérique ont été financés par la Direction Générale de l'Énergie et du Climat (bureau de la qualité de l'air) du Ministère de l'Environnement, de l'Énergie et de la Mer (MEEM). Ils sont réalisés avec le souci constant d'améliorer le dispositif de surveillance de la qualité de l'air en France en apportant un appui scientifique et technique au MEEM et aux AASQA.

L'objectif principal du LCSQA est de participer à l'amélioration de la qualité des mesures effectuées dans l'air ambiant, depuis le prélèvement des échantillons jusqu'au traitement des données issues des mesures. Cette action est menée dans le cadre des réglementations nationales et européennes mais aussi dans un cadre plus prospectif destiné à fournir aux AASQA de nouveaux outils permettant d'anticiper les évolutions futures.

## TABLE DES MATIERES

---

<b>1. POSTES CENTRAUX .....</b>	<b>7</b>
1.1 Remontée des données au niveau national.....	7
1.2 Application des normes CEN .....	9
<b>2. MICROCAPTEURS .....</b>	<b>10</b>
2.1 AirSensEur .....	10
2.2 JTA .....	12
<b>3. OUTIL DE REPETABILITE SUR SITE .....</b>	<b>13</b>
<b>4. GT .....</b>	<b>14</b>
4.1 GT référentiel Constituant .....	14
4.2 GT rénovation et homologation.....	15



## 1. POSTES CENTRAUX

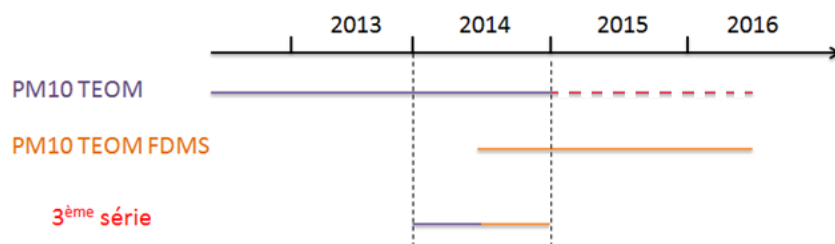
### 1.1 Remontée des données au niveau national

Plusieurs des travaux menés en 2016 ont porté sur la remontée des données AASQA au niveau national.

*Problématiques abordées :*

- ❖ Pour réaliser le calcul de moyennes annuelles au niveau national il est nécessaire de disposer d'une série de mesures couvrant l'année complète (à hauteur du taux de couverture temporelle réglementaire). Il n'est pas possible de combiner plusieurs séries sur une année. Or les changements de méthodes en cours d'année impliquent la création d'une nouvelle mesure sur les postes centraux, en parallèle ou en remplacement de l'ancienne. Ces cas de changements de méthodes sont relativement fréquents pour les mesures de PM : remplacements mesures Teom corrigés par Teom FDMS, remplacement des Teom FDMS par des BAM...

A la fin de l'année 2015 et en début d'année, des échanges ont eu lieu avec les réseaux sur les procédures mises en œuvre pour gérer ces changements de méthodes. La CSIA du 20 janvier a permis de discuter d'une solution à retenir. Il a été demandé dans la mesure du possible de conserver les mêmes séries de mesures dans le cas d'un remplacement d'appareil sans changement de méthode. Pour les changements de méthodes, le principe retenu, et déjà mis en œuvre par certains réseaux, est celui des mesures « composites ». Il consiste à créer une troisième mesure qui regroupera les données de la première puis de la nouvelle mesure dans le courant de l'année afin de fournir une série complète au niveau national.



*Schéma d'une mesure composite pour un changement de méthode en 2014*

Ce choix a été transmis sous forme de proposition à la CS PM du 23 Mars. Par la suite il a été demandé aux réseaux de transmettre ces mesures composites (mesures « virtuelles » sous Xr et mesures « intermittentes » sous Polair), y compris pour les données historiques.

Certains problèmes ont été constatés dans la remontée de ces mesures composites :

- Air lorraine a signalé à ISEO un bug lors des exports de ces mesures ; celui-ci est en cours de résolution début 2017.
- L'arrêt des mesures composites a posé des problèmes sous Polair car la procédure est plus complexe que pour l'arrêt des mesures classiques : il faut

également interrompre les processus de calculs. CEGELEC a résolu ce problème chez les AASQA concernées comme Air pays de Loire.

- Sous Xr, les calculs portant sur des mesures composites créées a posteriori ne se lancent pas automatiquement.

- ❖ En début d'année des échanges ont eu lieu avec ISEO au sujet du bug survenu sur le poste central Xr et identifié fin 2015 chez de nombreuses AASQA : selon les actions utilisateurs réalisées sur les IHM du poste central, les codes discriminant des mesures peuvent changer. Sur le poste central, les mesures sont identifiées par leur nom et un changement de discriminant ne prête pas à conséquence. Mais sous Geodair, les mesures sont identifiées entre autres par le discriminant et le bug d'Xr a pour conséquence de rompre la continuité des séries de mesure.

Le constructeur a indiqué avoir corrigé fin 2015 le bug qui occasionnait un changement de discriminant lorsque le type d'appareil était modifié. Cependant certaines modifications de la configuration (changement du type de polluant) occasionnent volontairement une modification du discriminant et le constructeur ne considère pas cela comme un bug. Les AASQA ont été informées des problèmes posés sous Geodair, lors de la CSIA du 20 Janvier, et ont été invitées à être vigilantes lors de leurs modifications des configurations.

Il a été décidé que les changements de discriminant issus du bug initial seraient pris en compte côté Geodair (conservation du nouveau code). Cependant les changements survenant à compter de la CSIA (où le bug initial a été corrigé) devraient être corrigés par les AASQA sur leur poste.

- ❖ Sous Xr, l'association des sites de prélèvement à des sites fixes dans les fichiers xml de données manuelles a présenté des bugs chez certains réseaux (ORAMIP et les DOM notamment). Toutes les métadonnées des sites fixes étaient présentes à l'exception du numéro de site (indispensable pour intégrer les données dans Geodair). ORAMIP a réalisé le signalement et le suivi de ce bug auprès du constructeur. Le problème s'est résolu après plusieurs re-générations des fichiers, sans autre intervention particulière semble-t-il, y compris chez les autres réseaux. Les causes exactes n'ont pas pu être clairement identifiées mais, dans les cas qui se sont présentés, les mesures avaient été récemment associées aux stations fixes avant leur transmission. La résolution du problème lors des exports suivants suggère que, lors du premier export, l'association n'était pas encore prise en compte dans la base données. Une vigilance sera portée sur ce point lors du traitement des fichiers de données manuelles pour vérifier que le bug ne se reproduit pas ou pour en poursuivre l'analyse le cas échéant.
- ❖ Lors des exports massifs de fichiers (plusieurs mois voire plusieurs années de données) demandés par le LCSQA ou à l'initiative des AASQA, il est arrivé fréquemment que des problèmes surviennent dans la génération (ou la transmission) des fichiers sous Polair comme sous Xr : codes qualité incohérents,



interruption des transmissions, format des fichiers ISO invalides... Ces problèmes ne trouvent pas nécessairement de solution mais nécessitent une retransmission des données voire une demande au constructeur.

- ❖ La fusion du poste central des Antilles et d'ORA Guyane a entraîné une dispersion incohérente des flux de données issus de ces réseaux dans les répertoires du serveur LCSQA associés à ces trois AASQA. Lors des transferts quotidiens automatiques, la majorité des données arrivent sur le compte de Gwadair mais les exports manuels génèrent des envois sur les comptes respectifs des réseaux. Ce problème a fait l'objet d'un signalement à ISEO qui a rencontré des difficultés pour se connecter sur le serveur des AASQA et n'a pas encore pu résoudre le problème. Les données des DOM sont néanmoins transférées au serveur ftp de Geodair et intégrées, c'est le suivi des arrivés qui est complexifié.

- ❖ La remontée des mesures de  $\text{NO}_x$  et de CO dans les fichiers ISO a engendré des réflexions sur les unités utilisées et l'élaboration des données.

Il a été demandé aux réseaux dans le courant de l'été de remonter les mesures de  $\text{NO}_x$  qui jusqu'à présent étaient calculées à partir des mesures de NO et de  $\text{NO}_2$  au niveau national. Une mesure de  $\text{NO}_x$  peut être obtenue en utilisant la mesure ppb délivrée par les analyseurs puis converties en microg/m<sup>3</sup> avec le facteur de conversion spécifié par les normes CEN (celui du  $\text{NO}_2$ ). Il est également possible de sommer les concentrations de NO et de  $\text{NO}_2$ . La question de savoir quelle solution retenir a été transmise à la CS mesure Automatique du 11/10 mais l'ordre du jour n'a pas permis d'aborder cette question.

Pour le CO, le guide d'agrégation applicable à partir de 2017 préconise de diffuser les mesures exprimées en mg/m<sup>3</sup> avec une précision de 4 décimales or de nombreuses AASQA remontent les mesures de CO en microg/m<sup>3</sup> arrondies à l'entier. Des échanges ont été réalisés avec les AASQA concernées pour que des modifications soient appliquées. Il ne suffit pas de modifier les paramètres des mesures en cours sur les postes centraux. Certaines AASQA comme Air Normand ont décidé d'arrêter les anciennes mesures en microg/m<sup>3</sup> et d'en créer de nouvelles en mg/m<sup>3</sup>. D'autres comme Air pays de Loire ont décidé d'appliquer une conversion et ont fait appel à CEGELEC pour convertir leurs données historiques.

## 1.2 Application des normes CEN

Courant 2013, le LCSQA a fait réaliser aux constructeurs de postes centraux des modifications pour calculer les dérives de contrôles périodiques de calibrage selon les nouvelles formules de normes CEN.

- ❖ Il a été re-spécifié en début d'année avec Air Pays de Loire que la formule appliquée pour la dérive au point d'échelle n'est pas exactement celle des normes qui présente une erreur au niveau du positionnement des valeurs absolues. La formule retenue avait été vérifiée et validée avec les CSIA et CS Mesure Auto à l'époque.

- ❖ Une modification a été demandée à CEGELEC dans l'envoi des paramètres DERC et DERZ aux stations d'acquisition lors de la configuration des contrôles. En effet, les dérives ne devant plus être calculées en station, mais dans les postes centraux (qui appliquent la formule des normes), il avait été demandé de transmettre les paramètres de dérive (DERC et DERZ) sans argument. Or ce choix n'est pas compatible avec les stations ISEO dans le contexte d'une configuration depuis Polair. La modification demandée à CEGELEC permet de répondre aux besoins des normes tout en étant compatible avec les stations ISEO et FDE. En l'occurrence les limites de dérives sont définies avec une valeur maximale inatteignable, ce qui équivaut à une absence de détection de dérive en station.
- ❖ En outre, les normes CEN exigent que les données inférieures à moins la limite de détection soient exclues, mais que celles supérieures à moins cette limite soient conservées dans les agrégations. Il a été préconisé à l'époque ainsi que dans le nouveau guide d'agrégation d'utiliser le paramètre du langage de commande LISI pour réaliser cette exclusion. Qualitair Corse a signalé courant Mai qu'il n'était pas possible sous Xr de configurer le paramètre LISI (paramètre à définir à moins la limite de détection) avec suffisamment de décimales pour gérer les  $\text{mg}/\text{m}^3$  ; ce problème est posé avec les BAM1020. En attendant d'appliquer une correction sur le poste central, il est donc préconisé pour ce cas d'appliquer la conversion en  $\text{microg}/\text{m}^3$  directement en station.

## 2. MICROCAPTEURS

---

### 2.1 AirSensEur

Le projet AirSensEur est un projet européen lancé en 2014 par le JRC. L'objectif est de fournir une solution technique permettant d'implémenter différents micro-capteurs. La solution et les développements réalisés sont entièrement open source et compatibles avec la directive INSPIRE.

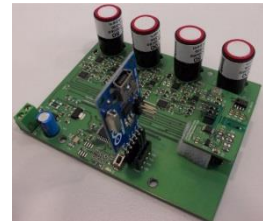
Le système airesenseur est composé de deux cartes à microcontrôleur, toutes deux reprogrammables :



Figure 1: les deux cartes électroniques du boîtier AirSensEUR

- Une carte d'acquisition, qui réalise la conversion analogique/numérique et le traitement du signal des microcapteurs qui lui sont connectés.

Cette carte fournit des mesures « brutes » moyennées et horodatées. Il est possible de paramétrer la fréquence des acquisitions et des moyennes.



- Une carte de traitement (dite carte « host ») qui récupère les mesures de la carte d'acquisition. Cette carte applique une formule de conversion aux mesures, leur associe des coordonnées GPS avant de les stocker en local sur une base sqlite. Les données peuvent être ensuite transmises à des serveurs externes via GPRS (la carte est équipée d'une clé 3G). Deux modes de transmission sont actuellement implémentés. Dans les deux cas c'est la carte qui est à l'initiative de la transmission des mesures.

- Le premier mode permet d'alimenter une base de données de type InfluxDB (base de données spécialisée dans les séries de données temporelles).
- Le second mode disponible utilise les services SOS pour transmettre les données.

Cette carte implémente un système d'exploitation Linux. Elle génère son propre réseau wifi et dispose d'une interface Web pour configurer certains paramètres et visualiser localement et en temps réel les mesures réalisées :

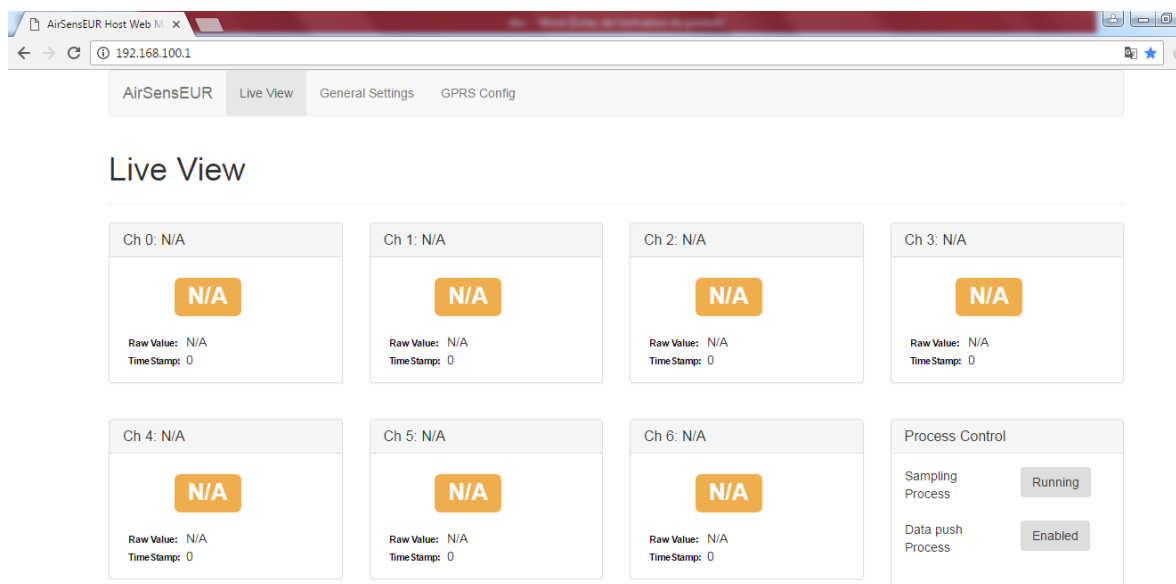


Figure 2: Interface Web du AirSensEUR

Le boîtier AirSenEUR peut être alimenté sur secteur ou sur batterie (la batterie fournie a une autonomie d'environ deux jours).

Dans son état actuel le boîtier Airsenseur est conçu pour implémenter 4 micro-capteurs ampérométriques ainsi que des capteurs auxiliaires de pression, température et humidité. Le JRC a mené différents tests d'évaluation avant de retenir les modèles suivants de micro-capteurs pour son système :

- Membrapor CO/MF-200,

- Membrapor O3/M-75,
- Alphasense NO2-B43F
- Alphasense NO-B4

D'autres modèles de capteurs ampérométriques sont compatibles avec la carte d'acquisition du AirSensEUR moyennant une configuration des convertisseurs analogiques/numériques de la carte d'acquisition (cette configuration peut se réaliser par le biais d'un application LabVIEW développée par le JRC pour configurer la carte d'acquisition).

Le JRC a pour projet de développer de nouvelles cartes d'acquisition pour son système afin d'être compatible avec de nouveaux gabarits de capteurs et d'autres technologies comme les microcapteurs optiques...

Le LCSQA a participé à la formation sur le système AirSensEur qui s'est tenue au JRC du 23 au 25 Mai 2016. Cette formation a réuni des membres de différents organismes français et européens tels que : Airparif, le NILU (Norvège), le KNMI (Pays Bas), IRCEL – CELINE (Belgique), 52North, le RIVM (Pays Bas), Ricardo Energy & Environment...

Dans le cadre de cette formation, le LCSQA a fait l'acquisition d'un système Airsenseur équipé des micro-capteurs susmentionnés. Le boîtier a été réceptionné en début Juillet à l'INERIS. AirParif a également fait l'acquisition de plusieurs boîtiers.



*Figure 3: Boîtiers AirSensEUR des participants à la formation en tests au JRC*

## 2.2 JTA

L'atelier des JTA « Mesures automatiques non réglementaires Etat des lieux et retour d'expérience : NH3, Mercure, nanoparticules, compteur de particules, micro capteurs » auquel le LCSQA a participé, a été l'occasion d'un retour d'expérience des AASQA dans la mise en œuvre des microcapteurs.

Nathalie Redon (LCSQA/MD) a présenté les travaux de MD sur l'élaboration d'un protocole d'évaluation des microcapteurs. Ce protocole doit permettre d'évaluer les performances des différents modèles de microcapteurs selon des critères homogènes afin, à termes, de les comparer entre eux et d'aider les AASQA dans leurs choix. En effet, à ce jour, les performances techniques affichées par les fabricants ne sont pas évaluées de manière homogène et sont difficilement comparables. L'objectif est de voir si les microcapteurs peuvent répondre aux exigences requises pour servir à la mesure indicative sur les polluants réglementés. D'ici quelques années une norme pourrait voir le jour quant à l'évaluation de ces microcapteurs.

Plusieurs AASQA (Air Lorraine, Atmo AuRA, Air Pays de Loire, Air Normand, Air PACA, l'ISSEP (réseau belge) et AirParif) ont évoqué ou présenté leurs expériences avec les microcapteurs.

Selon les systèmes et les conditions d'utilisation, les AASQA ont pu observer de bonnes corrélations avec les mesures des analyseurs utilisés parallèle. Ces résultats étaient variables selon les systèmes et les conditions de fonctionnement : gammes de mesure, temps de fonctionnement, ajustement des coefficients, algorithme de traitement des données, type d'agrégation, interférents...

Les travaux de MD ont montré une forte interférence de la température et de l'humidité sur les mesures des microcapteurs. Ces interférences nécessitent une correction temps réel et de plus en plus de systèmes de microcapteurs sont équipés pour mesurer la température et l'humidité. Des interférences entre polluants sont également possibles. Par ailleurs les techniques de mesures optiques, notamment utilisées pour les PM, sont très sensibles à l'encrassement.

Outre la qualité des mesures et les performances, se pose la question de la remontée et de l'accès aux données. Quelques utilisateurs ont évoqué les difficultés à établir des communications à distance selon les sites et la nécessité d'installer un PC sur place. Mais la réelle problématique concerne l'accès et l'intégrité des données. En effet, dans la plupart des cas, les données transitent par un cloud géré par le constructeur. Les données peuvent alors être corrigées sur initiative du constructeur avant d'être retransmises aux AASQA et l'accès aux données peut être payant (AQ Mesh).

Enfin l'autonomie des systèmes de microcapteurs et surtout l'alimentation par panneaux solaires peut poser problème sur certains sites.

Le coût des microcapteurs est estimé entre 500 et 1000 euros pour une durée de vie de 1 an. Leur utilisation est donc réellement à évaluer au regard des analyseurs, certes plus coûteux mais qui durent une dizaine d'années.

Il est noté par les participants que les fabricants modifient leurs fiches techniques sur la base du retour d'expérience des AASQA.

Les participants ont validé l'intérêt d'un GT AASQA/LCSQA sur la question des microcapteurs courant 2017.

### **3. OUTIL DE REPETABILITE SUR SITE**

---

L'outil de répétabilité sur site est un logiciel diffusé par le LCSQA qui permet de réaliser les tests de répétabilité sur site afin de répondre aux exigences des normes CEN qui imposent une fréquence de test plus élevée qu'auparavant.

Le LCSQA assure le suivi de cet outil et des problèmes rencontrés par les AASQA. Les problématiques notables remontées en 2016 sont les suivantes :

- ❖ Air Breizh a signalé à trois reprises dans l'année des problèmes de communication entre l'outil et leurs stations ISEO Sam Sk2. Les raisons de ces problèmes récurrents sont difficiles à identifier, même après analyse des logs de l'outil. Les tests de recette avaient déjà montré que les sam sk2 peuvent rencontrer des problèmes de communication, voire rebooter, si un trop grand nombre de mesures y sont configurées.

Une version spécifique a été transmise à Air Breizh pour test ; cette version doit faciliter la reprise du dialogue en cas d'échec et il leur a été conseillé de tester la communication en IP.

Pour l'instant il faut attendre les retours d'utilisation de l'AASQA.

- ❖ Air Lorraine qui a fait l'acquisition de la nouvelle station ISEO (sam Lx) a signalé durant l'été que la communication en IP avec l'outil ne fonctionnait pas. Des échanges ont eu lieu avec le constructeur, celui-ci a réalisé des modifications au niveau des échanges http de sa nouvelle station. Parallèlement les sources de l'outil ont été modifiées par le LCSQA pour permettre le dialogue en IP avec les Sam Lx. A noter que la modification apportée par ISEO est en accord avec les nouvelles spécifications communes d'IP proposées par le GT « rénovation ».

Les personnes présentes à l'atelier « outils informatiques » des JTA ont été informées de la prochaine disponibilité de cette nouvelle version de l'outil. Cette dernière a fait l'objet d'une validation par Air Lorraine et a été testée par le LCSQA sous Windows 10.

Les AASQA en ayant fait la demande ont reçu cette dernière version en attendant sa mise en ligne sur le site LCSQA (effective depuis Janvier 2017).

## 4. GT

---

### 4.1 GT référentiel Constituant

Le GT Référentiel constituant lancé en 2015 a pour objectif de remettre à jour la liste des codes constituants utilisés par les AASQA dans le cadre de leurs échanges avec le niveau national et de définir les modalités d'application et de suivi de ce référentiel. Ces travaux s'étendent également à d'autres référentiels liés tels que les unités, les méthodes...

Un appel à candidature a été lancé suite à la CSIA du 16 Juin pour que des utilisateurs du poste central Polair participent au GT. En effet, avec les choix de postes centraux réalisés dans le cadre de la fusion des réseaux, les utilisateurs de Polair n'étaient plus représentés. Atmo Aura s'est proposé de participer.

La disponibilité des participants et les reportages 2015 n'ont pas permis de réaliser autant de réunions que souhaité pour relancer ce GT en suspens depuis fin 2015. Une réunion téléphonique a pu avoir lieu le 16 Décembre mais ne réunissant pas tous les participants. En amont de cette réunion, des échanges ont été menés au sein du LCSQA sur la question des HAP et des mesures PM afin de remettre à jour ces constituants dans le référentiel. Ces travaux sont à poursuivre en 2017.

Les membres du projet SPOT ont signalé en fin d'année leur souhait d'échanger avec le GT sur la question du référentiel constituant. Ces échanges doivent avoir lieu en 2017.

## 4.2 GT rénovation et homologation

Les objectifs du GT rénovation et homologation sont de proposer un nouveau schéma d'homologation s'appliquant aux stations d'acquisition ainsi que de nouvelles spécifications du langage de commande.

Courant 2016, le GT a poursuivi les travaux de spécifications entamés en 2015 et commencé à aborder la question de l'homologation. Les membres du GT ont échangé avec les différents constructeurs CEGELEC, ISEO et FDE au sujet des spécifications de l'IP, des spécifications du mode reverse http et de celles des fichiers de données.

- ❖ Les spécifications de l'IP proposent une version commune de l'encapsulation du langage de commande dans les requêtes http. Les constructeurs CEGELEC et ISEO avaient chacun implémenté une version différente. Ces nouvelles spécifications reprennent les principes communs implémentés par les deux constructeurs, elles ont été validées par tous les constructeurs.
- ❖ Le mode reverse http est un ajout proposé par le GT pour la communication IP. Dans ce mode c'est la station qui initie et maintient ouverte la liaison IP avec le poste central. Ce dernier reste à l'initiative des commandes qui sont envoyées à la station. Cette fonctionnalité a pour but de gérer plus facilement les adresses IP privées des abonnements 3G. Le principe a été validé par CEGELEC et FDE mais pas par ISEO qui juge que cette fonctionnalité serait très coûteuse à mettre en œuvre.
- ❖ Le GT a également travaillé sur un nouveau format de fichier pour transmettre les données entre les stations et les postes centraux. Pour représenter moins de développements il a été proposé de définir un format identique pour les données quart horaires et les données 10 secondes. Après avoir sollicité les constructeurs, le GT a retenu un format de fichier inspiré du format actuel ; ce format a été validé par les constructeurs.

D'autres spécifications ont fait l'objet de travaux mais n'ont pas encore été discutées avec les constructeurs : les fichiers de calibrage et les fichiers de configuration notamment.



---

**direction et secrétariat du LCSQA**

INERIS - parc technologique Alata - BP 2 - F60550 Verneuil-en-Halatte  
tél. 03 44 55 64 04 - [www.lcsqa.org](http://www.lcsqa.org)