



Maintien et amélioration des étalons de référence mis en œuvre pour la surveillance de la qualité de l'air

Laboratoire Central de Surveillance de la Qualité de l'Air

MAINTIEN ET AMELIORATION DES ETALONS DE REFERENCE MIS EN ŒUVRE POUR LA SURVEILLANCE DE LA QUALITE DE L'AIR

Christophe Sutor

LNE

Décembre 2020

Approbation : Tatiana Macé

Liste des personnes ayant participé à l'étude : Caroline Oster, Paola Fisicaro, Fabrice Marioni, Fabien Mary, Laurent Saragoza, Thomas Venault,

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 l'IMT Lille 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 chargé de l'Environnement. 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 ministère 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

RESUME	6
1. CONTEXTE	7
2. OBJECTIF.....	8
3. MAINTIEN DES ETALONS DE REFERENCE NATIONAUX.....	8
3.1 But	8
3.2 Maintien des étalons gazeux de référence générés par perméation (SO ₂ et NO ₂) ...	8
3.2.1 Description des étalons de référence	8
3.2.2 Vérification hebdomadaire des tubes à perméation SO ₂	9
3.3 Maintien des étalons gazeux de référence gravimétriques (NO, CO et BTEX)	9
3.4 Opérations de maintenance communes à l'ensemble des étalons de référence	9
3.4.1 Etalonnage des matériels mis en œuvre	9
3.4.2 Vérification de la qualité de l'air et de l'azote utilisés	10
4. DEVELOPPEMENT D'ETALONS DE REFERENCE ET DE LA METHODE D'ETALONNAGE POUR LE 1,3-BUTADIENE.....	11
5. DEVELOPPEMENT DE LA METHODE DE QUANTIFICATION DES IMPURETES DE NO, NO₂, SO₂ ET CO DANS L'AIR ZERO EN BOUTEILLE UTILISE PAR LES AASQA	12
6. RACCORDEMENT DES MESURES DE METAUX.....	13

L'objectif est de maintenir un bon niveau de performances métrologiques pour les étalons de référence SO₂, NO, NO₂, CO, O₃ et BTEX (benzène, toluène, éthylbenzène et xylènes) utilisés pour titrer les étalons des AASQA et de développer des étalons de référence pour de nouveaux polluants.

La première partie a consisté à faire une **synthèse des actions menées pour maintenir l'ensemble des étalons de référence** afin de pouvoir réaliser les étalonnages prévus dans l'étude « Maintien de la chaîne nationale de traçabilité métrologique mise en œuvre pour la surveillance de la qualité de l'air » de décembre 2020.

La deuxième partie fait un point sur l'état d'avancement du **développement d'étalons de référence et de la méthode d'étalonnage pour le 1,3-butadiène**.

La troisième partie fait un point sur la finalisation du **développement de la méthode de quantification des impuretés de NO, NO₂, SO₂ et CO dans l'air zéro en bouteille utilisé par les AASQA**.

La quatrième partie fait un point sur le **développement d'un nouveau matériau de référence (MR) pour les métaux qui se présente sous la forme d'un matériau filtre impacté en PM_{2,5} ou en PM₁₀**.

1. CONTEXTE

Étant donné leur nature et du fait de leur émission à proximité du sol, les polluants présents dans l'air ambiant que nous respirons peuvent constituer un risque potentiel pour la santé humaine à l'échelon local mais plus largement à l'échelon régional et global.

L'impact de la pollution atmosphérique sur la santé de l'homme est donc devenu une des préoccupations de la population.

Localement, la surveillance de la qualité de l'air est confiée aux Associations Agréées de Surveillance de la Qualité de l'Air (AASQA) qui effectuent des mesures dans l'air ambiant.

Ce dispositif est un outil d'évaluation objective et pertinente de la qualité de l'air qui permet d'informer des situations critiques de pollution, de révéler les mécanismes qui les gouvernent, d'orienter et d'accompagner les actions de réduction.

Toutefois, la pertinence et les performances d'un tel dispositif de surveillance de l'air reposent sur la qualité des informations obtenues qui peut être garantie de façon pérenne en mettant en œuvre les principes de base explicités dans les référentiels d'assurance qualité et en développant des méthodes de mesure impliquant un raccordement des mesures réalisées par les AASQA à un même étalon de référence détenu par un laboratoire de référence.

Le principe du raccordement des mesures de qualité de l'air est alors le suivant :

- Le laboratoire de référence titre les étalons des AASQA en mettant en œuvre ses étalons de référence et délivre une fraction molaire certifiée,
- Les AASQA étalonnent leurs systèmes d'analyse avec cette fraction molaire certifiée,
- Les systèmes d'analyse ainsi étalonnés peuvent être ensuite utilisés pour effectuer des mesures dans l'air ambiant.

Cette procédure conduit à un dispositif de mesure étalonné de façon homogène et raccordé à un même étalon de référence sur l'ensemble du territoire français, ce qui garantit la traçabilité des mesures et permet de comparer les mesures effectuées par l'ensemble des AASQA dans le temps et d'une région à l'autre.

Le LNE étant Laboratoire National de Métrologie, il a été mandaté dès 1991 pour développer les étalons de référence dans le domaine de la qualité de l'air.

Pour les composés NO, CO et BTEX (benzène, toluène, éthylbenzène et xylènes), les étalons de référence sont des mélanges gazeux de référence gravimétriques qui sont ensuite dilués par voie dynamique pour étalonner les mélanges gazeux utilisés par les AASQA.

En revanche, pour des composés tels que le NO₂ et le SO₂, le LCSQA-LNE a développé des étalons de référence qui sont des mélanges gazeux de référence générés par perméation et utilisés ensuite pour raccorder les mélanges gazeux des AASQA.

Enfin, le LCSQA-LNE a mis en place des étalons de référence pour l'ozone qui sont des photomètres de référence provenant du laboratoire national de métrologie américain NIST (National Institute of Standards and Technology), utilisés pour étalonner les générateurs d'ozone des AASQA.

2. OBJECTIF

L'objectif est :

- d'assurer un bon niveau de performances métrologiques pour les étalons de référence SO₂, NO, NO₂, CO, O₃ et BTEX (benzène, toluène, éthylbenzène et xylènes) utilisés pour effectuer le raccordement des étalons des AASQA, afin de pouvoir continuer à produire des prestations de qualité ;
- d'améliorer les méthodes de fabrication et de génération des étalons de référence,
- de développer des étalons ou des méthodes de référence pour de nouveaux polluants.

3. MAINTIEN DES ETALONS DE REFERENCE NATIONAUX

3.1 But

Cette étude a pour but de faire un point sur les actions mises en œuvre pour maintenir un bon niveau de qualité des étalons de référence.

3.2 Maintien des étalons gazeux de référence générés par perméation (SO₂ et NO₂)

3.2.1 Description des étalons de référence

Les étalons de référence nationaux développés par le LCSQA-LNE pour le dioxyde de soufre (SO₂) et le dioxyde d'azote (NO₂) sont des tubes à perméation de SO₂ et de NO₂ stockés dans une enceinte thermostatée : leur principe de fonctionnement est basé sur la méthode de perméation en phase gazeuse.

Les tubes à perméation de SO₂ et de NO₂ sont sortis de l'enceinte thermostatée chaque mois et sont pesés à l'aide d'une balance de précision pour déterminer leurs débits de perméation.

Le LCSQA-LNE dispose également de 2 tubes à perméation de NO₂ et de SO₂ placés chacun dans un système appelé « Balance à suspension électromagnétique », permettant de peser les tubes à perméation en continu.

Des mélanges gazeux de référence de SO₂ et de NO₂ sont générés de façon dynamique en balayant les tubes à perméation avec un gaz de dilution (air ou azote) dont le débit est mesuré de façon très précise avec un débitmètre Molbox/Molbloc : ils sont utilisés pour étalonner les mélanges gazeux "basse fraction molaire" en bouteille des niveaux 2.

3.2.2 Vérification hebdomadaire des tubes à perméation SO₂

En 2004, de nombreux problèmes sont survenus lors des étalonnages des étalons de transfert 1-2 de SO₂ des niveaux 2 (Cf. Etude intitulée « Poursuite de la mise en place des chaînes nationales d'étalonnage » de novembre 2004).

Après analyse des problèmes rencontrés, il a été décidé de mettre en place une procédure de vérification hebdomadaire du débit des tubes à perméation SO₂ avant leur utilisation pour le raccordement des étalons de transfert 1-2 des niveaux 2.

Cette procédure consiste à comparer un mélange gazeux généré avec un tube à perméation avec un autre mélange gazeux de référence, qui pour l'instant, est un mélange gazeux généré avec un autre tube à perméation.

3.3 **Maintien des étalons gazeux de référence gravimétriques (NO, CO et BTEX)**

Chaque année, le LCSQA-LNE prépare des mélanges gazeux de référence "haute fraction molaire" de NO, CO et BTEX (benzène, toluène, éthylbenzène et o,m,p-xylène) en mettant en œuvre la méthode gravimétrique. Ces mélanges gazeux ont des fractions molaires allant de quelques µmol/mol à quelques centaines de µmol/mol et sont stables dans le temps.

La préparation de ces mélanges gazeux est ensuite validée en les comparant à d'autres mélanges gazeux de référence gravimétriques (LCSQA-LNE ou autres laboratoires nationaux de métrologie) par voie analytique.

Ces mélanges gazeux de référence gravimétriques "haute fraction molaire" sont utilisés pour réaliser les étalonnages de NO, CO et BTEX prévus dans le cadre de la chaîne nationale de traçabilité métrologique (cf. étude « Maintien de la chaîne nationale de traçabilité métrologique mise en œuvre pour la surveillance de la qualité de l'air » de décembre 2020).

Ils sont dilués de façon dynamique avec un gaz de dilution (air ou azote) dont le débit est mesuré de façon très précise avec un débitmètre de précision Molbox/Molbloc pour générer des mélanges gazeux de référence "basse fraction molaire" de NO, de CO et de BTEX qui sont ensuite utilisés pour titrer les mélanges gazeux "basse fraction molaire" en bouteille des niveaux 2.

3.4 **Opérations de maintenance communes à l'ensemble des étalons de référence**

3.4.1 Etalonnage des matériels mis en œuvre

Dans le cadre du maintien des étalons de référence et conformément à notre accréditation COFRAC, les procédures techniques prévoient l'étalonnage de certains matériels selon une périodicité déterminée.

Quelques exemples sont donnés ci-après :

- Etalonnage/vérification effectué en alternance tous les ans des débitmètres Molbox/Molbloc utilisés pour générer les mélanges gazeux dynamiques, lors de l'étalonnage des mélanges gazeux des AASQA,
- Vérification des 2 photomètres de référence NIST tous les 6 mois,
- Etalonnage annuel des capteurs de pression et de température des cellules de mesure du photomètre de référence NIST,
- Etalonnage des masses et des capteurs de pression utilisés pour la préparation des mélanges gazeux de référence gravimétriques, effectué tous les deux ans,
- Etalonnage du capteur de pression, température et humidité environnante, utilisé pour la pesée des tubes à perméation, effectué tous les deux ans,
- Détermination du rendement du four de conversion des analyseurs de NO/NOx tous les 6 mois.

3.4.2 Vérification de la qualité de l'air et de l'azote utilisés

Vérification de la qualité de l'air en bouteille

Le LCSQA-LNE utilise de l'air zéro en bouteille de pureté 99,9997 % (N57 POL) filtré provenant du fabricant Air Liquide pour diluer de façon dynamique les mélanges gazeux de référence gravimétriques lors des étalonnages des mélanges gazeux des AASQA.

Comme les spécifications fournies par le fabricant de gaz Air Liquide notamment en CO sont relativement importantes (de l'ordre de 100 nmol/mol), il a été décidé de déterminer précisément les fractions molaires des impuretés majeures de l'air zéro N57 POL, à savoir le CO, le CO₂ et la vapeur d'eau tous les mois.

Les essais consistent à réaliser un spectre infrarouge de l'air zéro à analyser dans un domaine de nombres d'onde compris entre 500 cm⁻¹ et 4000 cm⁻¹ à l'aide d'un spectromètre à transformée de fourrier.

Ce spectre est ensuite comparé à des spectres de référence des composés CO, CO₂ et H₂O afin de quantifier les fractions molaires de ces composés dans l'air zéro à analyser.

Cette vérification est effectuée tous les 6 mois.

Vérification de la qualité de l'azote en bouteille

Le LCSQA-LNE utilise de l'azote en bouteille de pureté 99,9999 % (N60) filtré provenant du fabricant Air Liquide pour diluer de façon dynamique les mélanges gazeux de référence gravimétriques lors des étalonnages des mélanges gazeux des AASQA.

De même que pour l'air zéro N57 POL en bouteille, la qualité de l'azote N60 en bouteille est vérifiée périodiquement, en mesurant les impuretés majeures, à savoir le CO, le CO₂ et la vapeur d'eau.

Le principe est identique à celui décrit pour la vérification de la qualité de l'air en bouteille.

Cette vérification est effectuée tous les 6 mois.

Vérification de la qualité de l'air comprimé épuré

Le LCSQA-LNE utilise de l'air zéro comprimé épuré pour alimenter les générateurs d'ozone des niveaux 2 lors des étalonnages.

Par conséquent, le LCSQA-LNE a mis en place une procédure de vérification mensuelle de la qualité de l'air zéro comprimé épuré.

Cette procédure consiste à comparer l'air zéro comprimé épuré à de l'air zéro N57 POL (Air Liquide) en utilisant le photomètre de référence NIST de la façon suivante :

- Détermination de la fraction molaire en ozone en injectant de l'air comprimé épuré dans la voie « Ozone » et dans la voie « Air Zéro »,
- Détermination de la fraction molaire en ozone en injectant de l'air comprimé épuré dans la voie « Ozone » et de l'air N57 POL dans la voie « Air Zéro »,
- Détermination de la fraction molaire en ozone en injectant de l'air N57 POL dans la voie « Ozone » et de l'air comprimé épuré dans la voie « Air Zéro ».

Dans le cas où un écart entre les différentes fractions molaires, aux incertitudes près, est constaté, le filtre à particules du photomètre NIST et la cartouche de charbon actif sont mis en cause et changés, si nécessaire.

Cette vérification est effectuée tous les mois.

4. DEVELOPPEMENT D'ETALONS DE REFERENCE ET DE LA METHODE D'ETALONNAGE POUR LE 1,3-BUTADIENE

Pour répondre à l'avis de l'Anses saisine n° « 2015_SA_0216 » relatif à l'identification, la catégorisation et la hiérarchisation de polluants actuellement non réglementés pour la surveillance de la qualité de l'air et pour assurer la traçabilité métrologique du 1,3-butadiène, le LCSQA-LNE a proposé de développer de nouveaux Matériaux de Référence Certifiés (MRC).

En 2019, les travaux ont consisté à fabriquer des mélanges gazeux de référence de 1,3-butadiène dans l'azote à 10 µmol/mol par gravimétrie.

Des bouteilles de gaz compatibles avec le 1,3-butadiène en termes d'adsorption/désorption sur les parois internes de la bouteille ont été achetées auprès du fabricant de gaz Air Products.

Le 1-3 butadiène pur qui se présente sous la forme de gaz en bouteille a également été approvisionné.

Des mélanges de gaz de 1-3 butadiène dans l'azote à 10 µmol/mol ont été ensuite fabriqués par la méthode gravimétrique en fin d'année 2019.

En 2020, le LCSQA-LNE a poursuivi ses travaux avec l'étude de la justesse des mélanges gazeux gravimétriques préparés ainsi que l'étude de leur stabilité dans le temps en utilisant un matériau de référence certifié du NPL (laboratoire national de métrologie anglais). Les essais de comparaison des mélanges gazeux entre eux effectués en chromatographie en phase gazeuse avec détection FID et boucle d'injection montrent que les fractions molaires en 1,3-butadiène des mélanges gazeux gravimétriques préparés sont cohérentes avec celle du matériau de référence certifié du NPL.

D'autres essais seront effectués en 2021 pour déterminer leur stabilité dans le temps. Et, en parallèle, en 2021, le LCSQA-LNE développera la méthode d'étalonnage des mélanges gazeux utilisés par les AASQA pour étalonner les analyseurs de 1,3-butadiène.

5. DEVELOPPEMENT DE LA METHODE DE QUANTIFICATION DES IMPURETES DE NO, NO₂, SO₂ ET CO DANS L'AIR ZERO EN BOUTEILLE UTILISE PAR LES AASQA

Les normes européennes NF EN 14211, NF EN 14212, NF EN 14625 et NF EN 14626 donnent des spécifications pour la pureté de l'air zéro utilisé par les AASQA pour étalonner leurs appareils de mesure, à savoir des fractions molaires en NO, NO₂, SO₂ inférieures à 1 nmol/mol et des fractions molaires en CO inférieures à 100 nmol/mol.

L'objectif de l'étude était donc de développer une méthode de quantification des impuretés de NO, NO₂, SO₂ et CO dans l'air zéro en bouteille utilisé par les AASQA.

La méthode analytique est basée sur la mise en œuvre d'un spectromètre infrarouge à transformée de Fourier (FTIR) de modèle VERTEX 70V et de marque Brüker couplé à une cellule de mesure traitée « Silconert » (pour limiter les adsorptions des composés sur les parois de la cellule) avec un trajet optique de 61 m.

Cette méthode consiste à réaliser un « background » de l'appareil avec de l'air filtré, ce qui rend les impuretés négligeables. L'air zéro en bouteille des AASQA est ensuite injecté dans la cellule de mesure à un débit de 1 L/min pendant une durée d'environ 100 min. Pendant ce laps de temps, le spectromètre FTIR fait l'acquisition de spectres toutes les 5 min environ (256 scans). Ensuite, le logiciel « Malt » calcule les fractions molaires des impuretés par traitement du signal et en utilisant la base de données spectrales HITRAN.

Dans le cas où les fractions molaires en NO, SO₂, NO₂ et CO sont inférieures aux spécifications des normes, il sera alors indiqué dans le rapport d'analyse que les fractions molaires en NO, SO₂ et NO₂ sont inférieures ou égales à 1 nmol/mol et que celle en CO est inférieure ou égale à 100 nmol/mol. En revanche, si les fractions molaires sont supérieures à ces limites, il sera indiqué dans le rapport d'analyse la fraction molaire analysée du ou des composé(s) ainsi que l'incertitude associée. Les limites de détection obtenues avec cette méthode sur toutes les molécules d'intérêt sont en accord avec les besoins exigés dans les normes européennes.

En 2020, le LCSQA-LNE a rédigé l'ensemble des documents qualité lié au développement de la méthode à savoir le dossier de validation, la procédure technique, le fond de rapport, le fichier excel de traitement des données, ainsi que la fiche de caractérisation qui résume l'ensemble des documents afférents à la mise en œuvre de cette méthode. De plus, le LCSQA-LNE a informé l'ensemble des AASQA de la possibilité de déterminer les impuretés dans l'air zéro qu'ils utilisent notamment pour étalonner leurs instruments par un courrier électronique le 4 décembre 2020.

En 2021, le LCSQA-LNE a planifié une session de vérification de l'air comprimé de référence utilisés par les niveaux 2.

6. RACCORDEMENT DES MESURES DE METAUX

Conformément aux recommandations de la 4^{ème} directive fille, les AASQA effectuent régulièrement des prélèvements particuliers dans l'air ambiant sur des filtres pour lesquels les métaux sont analysés a posteriori.

En 2010, le LCSQA-LNE a développé des MRC sous forme de filtres pour les métaux réglementés (As, Pb, Cd, Ni). Cependant, le lot de filtres, suivi jusqu'en 2017, arrivait à épuisement.

Afin, d'une part de poursuivre l'objectif d'assurer la traçabilité métrologique pour les métaux réglementés et d'autre part de suivre l'avis de l'Anses émises en saisine n° « 2015_SA_0216 » relatif à l'identification, la catégorisation et la hiérarchisation de polluants actuellement non réglementés pour la surveillance de la qualité de l'air, tels le manganèse et le cuivre, le LCSQA-LNE a démarré en 2019 le développement d'un nouveau matériau de référence (MR) pour les métaux qui se présente sous la forme d'un matériau filtre impacté en PM_{2,5} ou en PM₁₀.

La première étape (2019) a porté sur le choix du matériau candidat pour lequel des analyses ont été menées afin de caractériser sa composition chimique par ICP-MS, FX et au moyen d'un analyseur mercure AMA254. Un matériau de cendres d'incinération de déchets industriels a été retenu notamment pour garantir les évolutions réglementaires pour les polluants à suivre tels que Cu, Mn mais également à terme pour les éléments Co, V, Fe, Cr, Zn, Hg.

Une deuxième étape menée en 2019-2020 a conduit à mettre en place une procédure simultanée de sélection des particules PM_{2,5} et de leurs dépôts sur filtre de manière homogène, basé sur la mise en oeuvre d'un générateur d'aérosols contenant les cendres d'incinération de déchets industriels. Les filtres retenus sont des filtres en quartz (Pall QAT-UP) du fait de leurs faibles teneurs en métaux.

Le LCSQA-LNE a ensuite procédé au chargement de filtres pour 2 niveaux de teneurs, à savoir :

- 2,5 mg de cendres PM_{2,5} déposées,
- 1,5 mg de cendres PM_{2,5} déposées.

Ces filtres ont été analysés en ICP/MS mode KED/He, après minéralisation avec des micro-ondes à 230°C au moyen d'un mélange HNO₃, HF et H₂O₂.

Une première estimation en As, Pb, Cd, Ni, Cu et Mn a conduit aux résultats indiqués dans le tableau ci-après pour les 2 niveaux de MRC filtres impactés en PM_{2,5}.

	Mn	Ni	Cu	As	Cd	Pb
Niveau 1	≈ 2900	≈ 750	≈ 3100	≈ 210	≈ 190	≈ 6100
Niveau 2	≈ 1500	≈ 450	≈ 1500	≈ 120	≈ 110	≈ 3200

Niveaux de concentration en ng sur filtre impacté en PM_{2,5}

En rapportant ces résultats aux masses déposées exprimés en µg/g, on observe une variation moyenne de 5%. La dispersion sur le Ni reste toutefois un peu plus importante.

En regroupant les résultats exprimés en ng par filtre obtenus pour des chargements à 2,5 mg (niveau 1) réalisés en décembre 2019 et à 1,5 mg (niveau 2) réalisés en septembre 2020, on observe une bonne maîtrise du processus de fabrication de ces matériaux.

A ce stade, il est constaté :

- une bonne maîtrise du processus de fabrication de ces matériaux de référence qui reste encore perfectible pour que les variations des masses déposées n'excèdent pas 5%,
- une bonne homogénéité du dépôt sur un même filtre,
- une stabilité à moyen terme des matériaux de référence préparés,
- une cohérence entre les dépôts réalisés et les teneurs d'éléments ; les teneurs augmentent proportionnellement avec les masses déposées sans que l'on observe de perte ou d'agglomérats dans les aérosols constitués avec les cendres.

Les travaux seront poursuivis en 2021 en se concentrant sur la production de filtres pour des diamètres de coupures $PM_{2,5}$, puisque le suivi de la qualité de l'air est davantage focalisé sur les particules fines de diamètre inférieur à $2,5 \mu m$, tout en conservant les 2 niveaux de teneurs de 2,5 mg et 1,5 mg de matériau de cendres.

Début 2021, le LCSQA-LNE devrait produire et caractériser 2 lots de filtres $PM_{2,5}$ d'environ 150 unités chacun aux 2 niveaux de teneurs (2,5 mg et 1,5 mg de matériau de cendres).

Courant 2021, ces MRC seront mis à disposition de l'IMT Lille Douai afin d'effectuer une comparaison bilatérale pour finaliser leur certification.



direction et secrétariat du LCSQA

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