

Retour d'expérience sur les nuisances H₂S: ALEPH, une solution frugale d'une simplicité lumineuse

L. PAULIC⁽¹⁾; G. SAINT-GERMAIN⁽²⁾; JC. PITTELOUD⁽³⁾; JM. BEAUDOUIN⁽⁴⁾; M. DANJON⁽⁵⁾

⁽¹⁾Fonds de dotation ALEPH-B612; ⁽²⁾Angers Loire Métropole; ⁽³⁾ALEPH-Insight; ⁽⁴⁾Fondation ALEPH-B612; ⁽⁵⁾A612

Abstract

The water collection and treatment infrastructure systematized in the 19th century from the work undertaken by Baron Haussmann as part of the renovation campaign entitled "Paris beautified, Paris enlarged, Paris sanitized", then modernized over time has, certainly, responded to Napoleonic hygienist ambitions but also generalized the establishment of conditions favorable to the emission of "sewer gases". H₂, CH₄, NH₃, CO, NH₃ H₂S, CO₂ and N₂O and volatile organic compounds (VOC and CSV). These natural pollutants are not only harmful when their concentration exceeds a certain threshold, but, for some, very aggressive for equipment.

L'infrastructure de collecte et de traitement des eaux systématisée au 19^{ème} siècle à partir des travaux engagés par le Baron Haussmann dans le cadre de la campagne de rénovation intitulée « Paris embellie, Paris agrandie, Paris assainie », puis modernisée au fil du temps a, certes, répondu aux ambitions hygiénistes napoléoniennes mais a aussi généralisé la mise en place des conditions favorables à l'émission des « gaz d'égout ». H₂, CH₄, NH₃, CO, NH₃ H₂S, CO₂ et N₂O et des composés organiques volatils (COV et CSV). Ces polluants naturels sont non seulement nocifs quand leur concentration dépasse un certain seuil, mais, pour certains, très agressifs pour les équipements.

Résultant des processus naturels de biodégradation de la matière organique, ces gaz, dont l'H₂S, contribuent non seulement de façon non négligeable à l'intensification de l'effet de serre (1/3 des émissions de CH₄ de la ville de Paris provient du réseau d'assainissement), mais menacent aussi la santé et la sécurité des personnes et engendrent, en outre, des nuisances olfactives dont l'impact

se fait sentir jusque sur le prix de l'immobilier riverain. Ainsi, et sans compter ces dommages collatéraux sur la valeur immobilière, le coût de réhabilitation annuel des infrastructures directement dégradées par ces gaz s'évalue autour de 10% du coût de collecte et traitement des eaux usées, soit 1,2 Md€ en France. Ces chiffres sont à rapprocher du nombre des dites infrastructures qui maillent notre hexagone. On compte

Epaufre corrodée sur la dalle de couverture



Photo 1: Dégradation par l'H₂S et l'humidité de l'infrastructure béton armé sur le poste de relevage traité au nitrate de calcium.

ainsi environ 3 millions d'ouvrages d'assainissement et 425000 kilomètres de réseau d'assainissement gérés par 12392 services dédiés. Cette organisation représente, à elle seule, une valeur patrimoniale équivalente à plus de 6% du PIB nationale et une bonne part de celle-ci est constituée de petites installations comme les postes de relevage. A titre d'exemple la métropole angevine qui administre près de 300000 habitants sur 29 communes, compte plus de 220 de ces postes de relevage pour 42 stations d'épuration et 1310 kilomètres de réseaux.

Le poste de relevage, justement, est donc une installation très courante. Sur des terrains où l'écoulement des eaux usées n'est pas envisageable par la seule gravité, il permet de forcer l'évacuation des eaux usées et de conduire celles-ci jusqu'à la station de traitement la plus proche. Il permet ainsi au réseau d'assainissement de fonctionner normalement malgré ces conditions difficiles (courbe de niveaux, ...).

Fréquent en zones urbaines et résidentielles, il est la principale source de nombreux désagréments pour les riverains du fait notamment des nuisances olfactives engendrées par le fonctionnement de la soupape évent d'évacuation de la surpression aéraulique dû à la pompe. Il est à noter que la nuisance olfactive qui, selon les études, concerne les zones comprises entre 150 mètres et 1 kilomètre autour du poste de relevage, n'est que le marqueur perceptible de pollutions plus sournoises, telles que les aérosols de particules virales et de bactéries de toutes sortes dont l'impact sanitaire sur les populations est fortement suspecté mais encore très mal cerné.



Photo 3:
Le module ALEPH 30V2.



Photo 2:
Implantation du poste de relevage émetteur d'H2S en zone urbaine résidentielle.

De par leur structure, leur nombre et pour des motifs autant économiques que du fait de la complexité des solutions existantes, les postes de relevage ne bénéficient très souvent que des mesures préventives appliquées ponctuellement sur le réseau et visant à éviter la formation de gaz indésirables. Structurelles, fonctionnelles ou technologiques, ces mesures coûteuses et souvent compliquées à piloter, notamment du fait des interférences engendrées par l'intrusion des eaux pluviales qui accroissent les débits et réduisent les fermentations, sont au nombre de 6 et peuvent s'avérer complexe à mettre en œuvre :

- Modifier l'hydraulicité de l'égout par une conception et une gestion adaptée;
- Abaisser la température des eaux usées (afin de limiter l'activité microbienne génératrice de gaz);
- Utiliser des biocides naturels comme les bactériophages;
- Elever le potentiel redox par ajout d'ATE (accepteur terminal d'électron) en solution (dosage chimique): O2 et NO3
- Imposer des conditions redox inhibant les micro-biocénoses anaérobies (anode, source d'ATE);
- Améliorer la résistance naturelle à la corrosion du béton des canalisations.

Dans une société fragilisée dans son quotidien par les crises pandémiques, économiques et environnementales, de moins en moins disposée à supporter les désagréments de proximités et les dégradations de sa qualité de vie, la question des nuisances liées aux postes de relevage et autres installations sur les réseaux d'assainissement, apparaît donc comme un vrai sujet d'inquiétude et de

mécontentements avec, comme point de mire, l'odeur d'œuf pourri caractéristique de l'hydrogène sulfuré H2S.

CONTEXTE

Allant au-delà des approches préventives conventionnelles, la communauté urbaine d'Angers Loire Métropole confrontée à cette question des nuisances olfactives en zones résidentielles, s'est mobilisée au travers de sa Direction de l'eau, de l'assainissement et du pluvial pour mettre en œuvre une solution curative directe. A l'instar de la collectivité de Dinard (22) sur son bassin tampon de l'Ecluse, la métropole angevine a ciblé un poste de relevage critique, situé en zone résidentielle et sujet à de nombreuses plaintes pour ses fortes émanations d'H2S. Accompagnée par Monsieur Patrice Dupuis du cabinet indépendant Consult'eau (consulteau.fr, consultant formateur en traitement de l'eau) dont les formations intègrent déjà les retours d'expérience sur cette technologie, la métropole s'est intéressée à la technologie ALEPH pour relever le défi contraignant posé par ces ouvrages.

Privilégiant une démarche pragmatique, collaborative, rationnelle et progressiste, le choix de la métropole s'est naturellement porté sur l'hydrogène sulfuré (H2S) comme marqueur de l'ensemble des nuisances générées par cette infrastructure.

Un module ALEPH, intégré par la société Absolent, installé en extérieur et traitant en continu l'air de la bache de pompage avant de le renvoyer dans l'ouvrage est mis en place.

Exploitant les propriétés de la photolyse, cette technologie vise à détruire les polluants du flux traversant le réacteur,

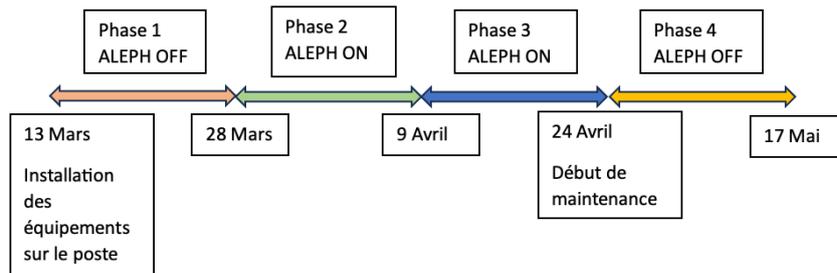


Photo 4 :
Équipement de démonstration Absolent intégrant un ALEPH positionné sur un poste de relevage.

neutralisant ainsi les nuisances olfactives induites par le fonctionnement de l'évent mais aussi, comme l'ont montré des travaux antérieurs, les aérosols biologiques (virus, bactéries) et inertes (poussières, droplet,..)

MATÉRIEL ET MÉTHODE

Concomitamment à l'installation de l'équipement photolytique, les services de la métropole d'Angers ont fait installer un ensemble de capteurs H2S environnés, permettant de suivre en continu les évolutions de la concentration de ce gaz tant dans le ciel du poste qu'à la périphérie du site. Complété par un monitoring de la température dans le ciel, ces mesures



constituent l'essentiel des données qui fondent ce retour d'expérience.

L'équipement ALEPH-Absolent est lui-même équipé d'un ensemble de manomètres différentiels renvoyant sur un moniteur, pouvant être téléopéré à distance, afin d'assurer une surveillance du fonctionnement des différents organes de l'appareil. Un automate exploite ces informations pour piloter par rétroaction la puissance du ventilateur et maintenir un débit d'air suffisant dans l'appareil.

En termes de déroulement, la séquence des opérations s'est déroulée sur 2 mois et fût la suivante :

Lors de la phase 1, du 13 au 28 Mars, le système de traitement n'a pas été activé afin d'acquérir, pour des températures données, une ligne de base des niveaux d'H2S dans et à l'extérieur du poste.

Lors de la seconde phase, du 29 Mars au 9 Avril, les équipements de traitement ont été branchés et l'acquisition de données s'est poursuivie.

La phase 3 débute au 10 Avril lorsque des anomalies fonctionnelles ayant été constatées, un diagnostic est conduit qui engendre l'arrêt du système de traitement le 24 avril. Néanmoins, les mesures de concentrations gazeuses se sont poursuivies donnant lieu à l'établissement d'une seconde ligne de base des

émissions à des températures plus clémentes et donc plus critiques que lors de la phase 1.

La phase 4 qui débute avec l'arrêt du système le 24 Avril prend fin avec la réinitialisation de l'équipement le 17 Mai.

CARACTÉRISTIQUES POSTE DE RELEVAGE

- Séparatif, mis en place en 1972
- 22551 eq. habs collectés via 111km de réseau amont
- Circulaire en béton armé
- Cuve Nitrate de calcium
- Altération modérée du béton
- Cloquage revêtement
- Infiltration
- 40 démarrages de pompe /j

CARACTÉRISTIQUES MODULE ALEPH

- ALEPH 30 V2
- Hauteur: 300 mm Largeur: 300 mm
- Profondeur: 400 mm
- Débit: 500 à 1'000 m³/h Consommation: ≤ 2W
- Poids: 15 kg

CARACTÉRISTIQUES ÉQUIPEMENT ABSOLENT

- ALEPH MONO – A.erity 10
- Débit: 650 à 1'000 m³/h Consommation: ≤ 1,5 kW
- Hauteur: 2'000 mm Largeur: 1'200 mm
- Profondeur: 1'000 mm
- Conduit d'aspiration: 2X Ø 160 mm
- Poids: 200 kg
- filtres secs
- Alimentation 220V 50 Hz
- 4 étages de filtres A-line dont un HEPA terminale
- 4 capteurs manométriques de colmatage, un moniteur commande/contrôle et un automate programmable de pilotage intégré
- Eco-drive avec rétrocontrôle du débit

PRINCIPE DE FONCTIONNEMENT ALEPH

ALEPH (Amplification of Light Energy by Pulses with Harmonics) est le procédé breveté de photonique quantique matérialisé sous la forme d'un réacteur de traitement d'air, qui permet de produire

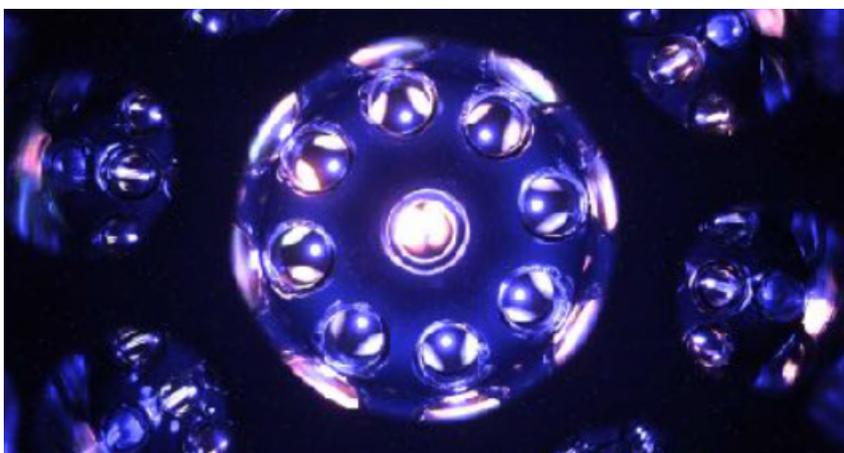


Photo 5 :
Intérieur du module ALEPH 30 cm V2 en fonctionnement.

de la lumière dans un flux gazeux en mouvement.

La lumière est émise par rayonnement synchrotron et son énergie comprimée en impulsions ultra-brèves dans un dispositif compact, ajustable en débit, sans pièces en mouvement et sans consommable. Les impulsions générées à partir des molécules du flux sont réabsorbées par le milieu dans les quelques dixièmes de seconde qu'il prend à traverser le dispositif. Les réactions générées sont celles connues de la photochimie sous l'action de lasers pulsés, non plus sur une cible ponctuelle mais dans le volume : un sas de lumière laser au passage du flux.

Ainsi, en concentrant l'énergie de la lumière dans des impulsions ultra brèves et en traitant les polluants à la source avant qu'ils ne soient dilués dans l'environnement, ALEPH permet de reproduire les processus naturels d'épuration en les accélérant à quelques fractions de secondes ou minutes, s'ils nécessitent un recyclage.

Technologie disruptive par essence, le procédé ALEPH combine des performances inédites, validées par de nombreux laboratoires de références à travers le monde vis-à-vis des gaz, notamment l'H₂S (graphe 0), des micro-organismes et des poussières, à une efficacité énergétique, une frugalité, hors norme.

Cette dernière propriété découle de la même logique que celle qui prévaut aux performances énergétiques des

pompes à chaleur. Celles-ci compriment les calories dans un volume de gaz pour en élever la température avec des rendements environ 4 fois plus élevés que l'électricité consommée (COP 4 - Coefficient of performance). De la même façon, ALEPH atteint un COP considérable en comprimant les polluants dans l'espace et la lumière dans le temps. Quelques watts suffisent alors pour traiter des milliers de m³ - 2 watts/heure pour 1000 m³/h traité dans le cas de l'équipement considéré dans cette étude -.

Cette consommation d'énergie électrique considérée comme extraordinairement limitée établit la véritable disruption de l'invention.

En termes scientifiques, le principe $E = mc^2$ a été posé à l'origine par Albert Einstein de manière explicite « Si un corps perd une énergie L sous forme de rayonnement, sa masse diminue de L/c^2 ». C'est le principe de la fusion nucléaire dans le soleil ou dans les bombes H mais c'est aussi ce qui arrive au quotidien à la théière quand elle refroidit et, donc, rayonne de la chaleur perdant de ce fait quelques milliardièmes de grammes. Le rayonnement électromagnétique émis à partir du flux gazeux traversant ALEPH correspond ainsi à une perte de sa masse de quelques nanogrammes par heure, lequel rayonnement conditionne l'effet photolytique à l'origine des performances du réacteur.

LA PHOTOLYSE

L'effet photolytique ou photolyse est le processus qui se déroule dans le réacteur et dont la conséquence est la destruction des polluants contenu dans le flux d'air traversant le réacteur. C'est une réaction chimique dans laquelle un composé donné est décomposé par la lumière. Le processus direct est défini comme l'interaction d'un photon inter-réagissant avec une molécule cible. La « photodissociation » ou « photodécomposition », la « photosynthèse chimique », « l'effet photomécanique » sont des formes de photolyse.

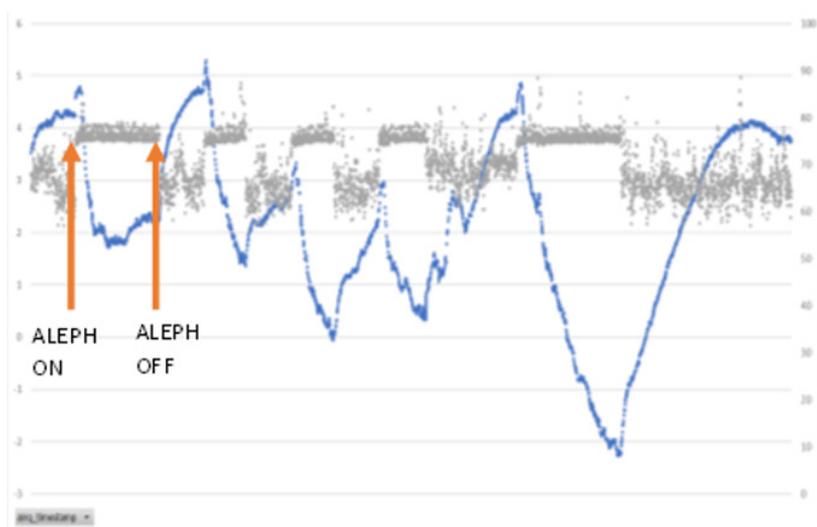
Par le biais de cet effet photolytique alimenté par la lumière cosmique, l'atmosphère terrestre se décontamine d'elle-même, retournant au sol sous forme solide ou liquide des molécules utiles à la vie. Dans la troposphère (de 0 à 12 kilomètres), la photolyse de l'ozone et de la vapeur d'eau induit la production de radicaux qui vont supprimer les oxydes d'azote (NO_x), les COV et les gaz soufrés, sources de mauvaises odeurs. Dans la stratosphère (12 à 40 kilomètres), les molécules les plus résistantes, dont les CFC, sont détruites directement par photolyse due à un rayonnement solaire plus énergétique. ALEPH combine et accélère ces réactions naturelles de dépollution.

Cette photolyse qui se produit depuis la nuit des temps, engendre donc un ensemble de réactions complexes, parfois encore mal connues, qui se déroule à la fois en cascade et en parallèle au cours desquelles des polluants primaires comme, par exemple, les hydrocarbures et les NO_x réagissent entre eux ou avec des molécules tierces, pour former des polluants secondaires comme les nitrates de peroxyacétyle (PAN) lesquels sont à leur tour soit dégradés soit condensés pour être évacuer de la phase gazeuse et de l'atmosphère.

Deux des plus importantes réactions photolytiques de la troposphère sont,

- en premier lieu :
 $O_3 + h\nu \rightarrow O_2 + O^1D \lambda < 320 \text{ nm}$
 qui génère un atome d'oxygène excité qui est à même de réagir avec l'eau pour donner le radical hydroxyle :
 $O^1D + H_2O \rightarrow 2OH$

Le radical hydroxyle joue un rôle central dans la chimie atmosphérique, car il initie l'oxydation des hydrocarbures de l'atmosphère et agit ainsi comme un détergent.



Grappe 0 :
Concentration en µg/m³ d'H₂S dans un volume test (profil bleu)
et témoin audio des cycles ON/OFF (profil gris) de l'ALEPH.
Travaux antérieurs à cette étude.

Table 1.2 Physical and chemical sinks for a selection of atmospheric constituents.

Sink process	Minor constituents removed
<i>Physical processes</i>	
Dry deposition to water and land surfaces	SO ₂ , O ₃ , HNO ₃ , CO ₂ , H ₂ O ₂
Wet deposition precipitation	HCl, H ₂ SO ₄ , NH ₃ , SO ₂ , HNO ₃ , H ₂ O ₂ , aerosols
<i>Chemical processes</i>	
Oxidation by OH	VOCs, CO, SO ₂ , NO ₂ , H ₂ S, H ₂ O ₂ , DMS
Photolysis	O ₃ , NO ₂ , NO ₃ , H ₂ O ₂ , HCHO, CH ₃ I
Cloud and aerosol reactions	H ₂ SO ₄ , NH ₃ , SO ₂ , HNO ₃

Source "Atmospheric Chemistry : From The Surface To The Stratosphere" Grant Richie (2017)

Tableau 1:
Liste des mécanismes de dépollution atmosphérique naturels et molécules concernées.

- En second lieu, la réaction : $NO_2 + hv \rightarrow NO + O$
Qui est une réaction-clé dans la formation de l'ozone troposphérique lui-même acteur de la destruction des polluants comme indiqué dans la réaction précédemment évoquée
Tout cela constitue le domaine de la chimie atmosphérique et se déroule quotidiennement dans notre environnement avec une totale innocuité pour le vivant puisque celui-ci s'est développé et a évolué grâce et en présence de cette photolyse et de cette chimie de l'atmosphère. Pour efficace qu'il soit dans la nature la photolyse est un processus lent. Ainsi certains polluants mettent parfois des décennies avant d'être dégradés. A l'inverse, la mobilisation de ces mécanismes dans le cadre du réacteur ALEPH permet d'accélérer significativement la cinétique de dégradation de polluants.

Gaz	Durée de séjour approximative dans l'atmosphère
Gaz carbonique (CO2)	100 ans (pour l'élimination d'une grosse moitié du surplus créé)
Ammoniac (NH3)	2 mois
Méthane (CH4)	12 ans
Protoxyde d'azote (N2O)	120 ans
Halocarbures (CnHalp)	Jusqu'à 50 000 ans

Tableau 2:
Durée de vie des molécules dans l'atmosphère.

C'est ainsi que la dégradation de molécule comme l'H2S ne prend que quelques fractions de seconde, avec pour corollaire une capacité d'épuration du système sans équivalent.

Très synthétiquement, les processus naturels de dégradation par la lumière de l'H2S, s'appuyant sur notamment sur les deux réactions clés évoquées ci-dessus, conduisent, dans l'ALEPH comme dans l'atmosphère, de l'hydrogène sulfuré (H2S) au dioxyde de soufre (SO2) puis à l'acide sulfurique (H2SO4) lequel est immédiatement converti en phase liquide et ou solide ce qui entraîne sa sédimentation gravitaire et son extraction des ouvrages via un dispositif dédié inclus dans l'équipement. Si cette séquence se déroule sur environ 2 ans à partir du moment où l'hydrogène sulfuré entre en phase gazeuse, l'accélération de celle-ci grâce au réacteur ALEPH ouvre non seulement accès à la suppression directe des nuisances olfactives mais, aussi, à la suppression du danger toxique pour les personnels et l'allongement de la durée de

vie des ouvrages par simple extraction physique de la source des principales dégradations.

+ RÉSULTATS ET COMMENTAIRES

L'étude du Graphe 1 met en évidence des évolutions différentes du taux d'H2S dans le ciel de l'ouvrage en fonction des phases d'expérimentation. Lors de la phase 1 de l'expérimentation conduite en situation réelle par les services d'Angers Loire métropole, c'est-à-dire entre le 13 et 28 Mars, le dispositif ALEPH est à l'arrêt. Nous constatons que, pour une température relativement stable, oscillant autour de 11 °C +/- 2°C dans l'ouvrage, des pics de concentrations d'H2S à plus de 50 PPM apparaissent fréquemment en fin de semaine, dépassant ainsi le seuil d'alerte orange. En outre, on notera que des émissions de moindre intensité, inférieures ou égales à 25 PPM, semble constituer le bruit de fonds normal correspondant au fonctionnement de ce poste de relevage jusqu'à la fin de cette phase.



Graphe 1:
Concentration en PPM d'H2S dans le ciel du poste (profil bleu) et Température dans l'ouvrage (profil orange) en fonction du temps entre le 13 Mars et le 12 Avril, avec les niveaux de seuil d'alerte orange et rouge.

Lors de la phase 2, à la mise en fonction de la solution de traitement intégrée ALEPH, le 29 Mars et, dans un premier temps c'est-à-dire jusqu'au 4 avril, les conditions de température sont les mêmes que dans la phase 1. On constate une disparition complète de tous les types de pics d'H2S. Qu'il s'agisse des émissions intenses de fin de semaine ou de ceux, plus modérées, du bruit de fond. Durant cette période de température stable, la concentration de ce gaz dans le ciel du poste est lissée et proche de zéro. Ce qui se traduit par un abattement du taux d'H2S proche de 100% dans le volume pour une consommation électrique négligeable et donc une efficacité énergétique maximum. Dans un second temps, entre le 4 et le 9 avril, on constate que la température augmente légèrement. Durant cette période, alors que la température croît et oscille entre 12 et 16°C avec une moyenne autour de 14°C nous constatons l'apparition transitoire de quelques pics d'H2S d'intensité inférieure à 10 PPM dans le ciel du poste. Ce résultat est dans la parfaite continuité de ce qui a toujours été constaté dans

les expériences antérieures en atmosphères polluées. Conforme aux réactions connues de la chimie atmosphérique, la suppression de l'H2S du volume gazeux constatée ici, recoupe les observations plus complètes conduites en laboratoire, en environnement reconstitué et en situations réelles.

En revanche, durant la phase 3, à partir du 9 Avril et jusqu'au 24 Avril (graphe 1, 2 et 3), nous assistons à la réapparition des pics d'H2S de fin de semaine. En outre, leur intensité s'accroît significativement dans le temps jusqu'à 50 puis 100 PPM avec l'accroissement concomitant de la température dans le ciel de l'ouvrage.

Bien que surprenante, l'évolution des concentrations constatée à l'occasion de cette phase 3 nous donne l'occasion d'étudier de manière approfondie, c'est-à-dire à l'échelle d'un cycle journalier (graphe 3), le fonctionnement du poste. Cette investigation met en évidence que les émissions se concentrent principalement entre 2 et 8 heures du matin. Cette propriété est sans doute à relier à la structure du réseau et à l'influence du fonctionnement des deux postes de



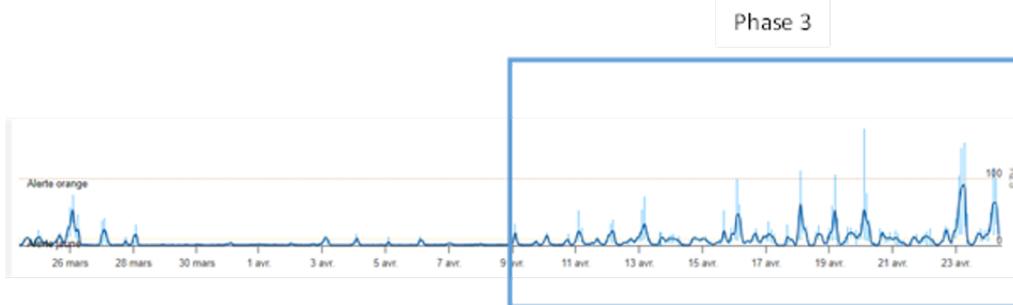
Photo 6:
Le moniteur témoin de fonctionnement de l'équipement.

relevage situés en amont de celui considéré dans ces travaux.

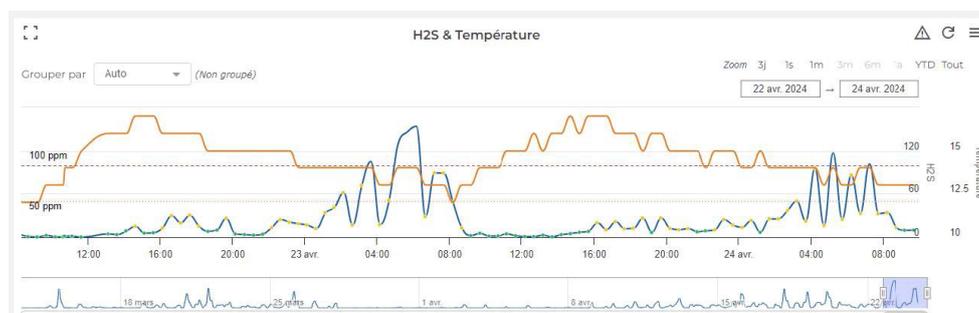
Le contraste entre les données récoltées lors de cette phase 3 et les données antérieures interroge et pousse à quelques investigations techniques sur l'équipement en place.

Un premier constat au niveau des capteurs de pression qui semble témoigner d'un colmatage anormal d'un des organes de préfiltration des graisses indique surtout qu'une analyse plus poussée est nécessaire.

Un diagnostic est donc planifié et, dans la perspective de mettre un terme au



Grphe 2:
Concentration en PPM d'H2S dans le ciel du poste (profil bleu) en fonction du temps entre le 26 Mars et le 21 Avril.



Grphe 3:
Concentration en PPM d'H2S dans le ciel du poste (profil bleu en haut) et Température dans l'ouvrage (profil orange) en fonction du temps entre le 22 Avril et le 24 Avril, avec les niveaux de seuil d'alerte orange et rouge. Concentration en PPM d'H2S dans le ciel du poste (profil bleu en bas) et en fonction du temps entre le 13 Mars et le 24 Avril.

dysfonctionnement afin de restaurer la performance nominale de l'installation, une intervention de maintenance a été organisée incluant, par précaution, le remplacement du module ALEPH (Phase 4).

Consécutivement à l'intervention de maintenance qui marque la fin de la phase 4, les mesures de concentration d'H2S schématisées dans le graphe 4 témoignent d'un retour à un fonctionnement normal de l'équipement. Pour des concentrations crêtes de l'ordre de 200 PPM dans le poste de relevage, nous observons ainsi des abattements de l'ordre de 75% (résiduel de 50 ppm) Enfin pour terminer, on notera néanmoins que durant toute cette phase 1 et 2, les graphes 5 et 6 témoignent que la

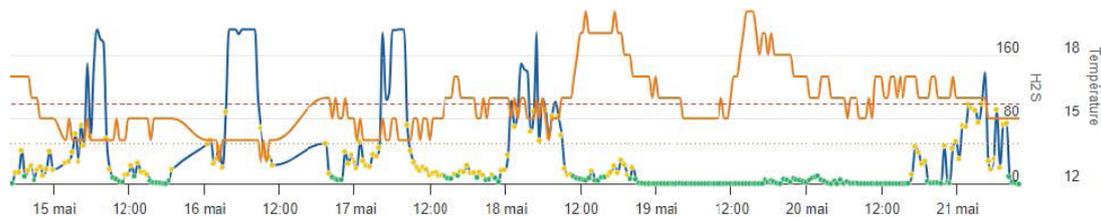
concentration extérieure en hydrogène sulfurée est restée très stable et, que ce n'est que vers le 11 avril, avec l'augmentation des températures et la perturbation du fonctionnement de la solution de traitement, qu'une petite augmentation des niveaux crêtes est perceptible.

CONCLUSIONS

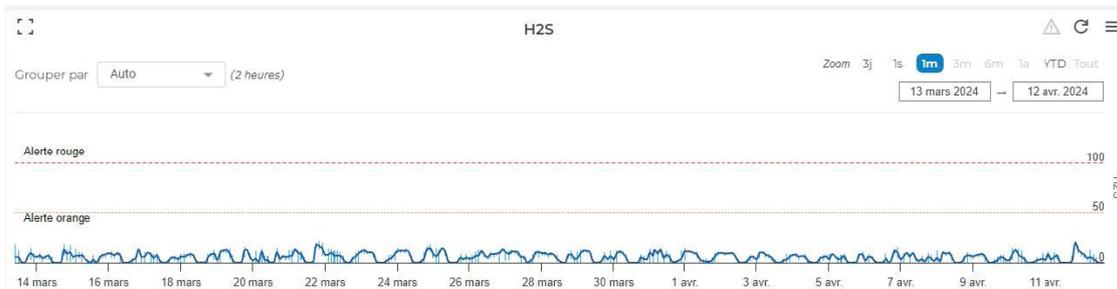
Depuis 2010, l'H2S est considéré comme un gaz toxique par l'Union Européenne. En effet, en plus de son odeur désagréable, le H2S est irritant et est un poison à large spectre. Etant plus lourd que l'air, il s'accumule au fond des cavités et forme des poches dans les zones stagnantes. Ces dernières libèrent des quantités mortelles de gaz quand le liquide est perturbé. Sans même parler

des nuisances olfactives de voisinages, les égoutiers, puisatiers et vidangeurs travaillant dans de tels milieux sont particulièrement exposés à ce grave danger. En outre, et concomitamment à ces nuisances et aux dangers, aux risques sanitaires, l'H2S, de par ses propriétés corrosives, est aussi une source importante de dégradation des équipements du réseau (canalisations, ouvrages de pompage). A ce titre, il représente un charge économique conséquente pour les collectivités et un véritable problème structurel.

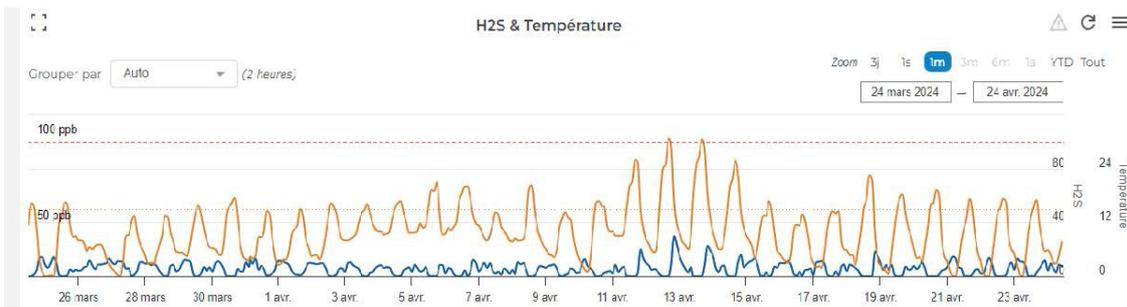
L'homme traite généralement ses eaux usées avant de les renvoyer dans l'environnement, en reproduisant de manière technologique accélérée les processus naturels d'épuration (sédimentation,



Graphe 4 : Concentration en PPM d'H2S dans le ciel du poste (profil bleu en haut) et Température dans l'ouvrage (profil orange) en fonction du temps entre le 15 Mai et le 21 Mai, avec les niveaux de seuil d'alerte orange et rouge.



Graphe 5 : Concentration en PPB d'H2S à l'extérieur de l'ouvrage en fonction du temps (profil bleu) avec les niveaux de seuil d'alerte orange et rouge du 13 Mars au 12 Avril.



Graphe 6 : Concentration en PPB d'H2S à l'extérieur du poste (profil bleu) et Température (profil orange) en fonction du temps entre le 24 Mars et le 24 Avril, avec les niveaux de seuil d'alerte orange et rouge.



Turbevap[®]

Evapo-concentrateur d'effluents industriels aqueux

Réduit jusqu'à 98% le volume de déchets liquides à éliminer

Revalorise vos effluents industriels aqueux sous forme d'eau distillée

Construction plastique : très bonne compatibilité chimique

Simple d'utilisation et tolérante aux variations de l'effluent

Faible consommation énergétique : 25 à 65kWh/m³ traité

Capacité de traitement de 0,5 à 32m³/jour par machine

www.leviathan-dynamics.com

1 centre commercial La Tour, 93120 LA COURNEUVE

Tél : 01 48 38 22 45 - E-mail : contact@leviathan-dynamics.com

biologie, filtration, etc.). ALEPH propose une approche comparable pour l'air, avec une solution technique si compacte et frugale qu'elle peut être intégrée à chaque source de pollution pour un impact global.

Alors même que les réactions épuratrices de la chimie atmosphériques mettent des années ou des décennies dans la nature, les molécules encombrantes devant atteindre la stratosphère puis revenir au sol après avoir subi toutes les étapes de la photochimie atmosphérique, la solution de traitement ALEPH reproduit et accélère à la demande, ce processus.

Comme l'illustre ces travaux conduits en situation réelles sur un poste de relevage du réseau de la métropole angevine, l'abattement de la quasi-totalité de la concentration d'H₂S dans le ciel de l'ouvrage (75 % et plus) et la suppression des émissions atmosphériques par

la solution ALEPH témoigne de la pertinence de cette approche curative inspirée de la nature.

Avec une efficacité énergétique hors du commun ALEPH élimine les composés malodorants (H₂S, SO₂, COV...), les gaz irritants ou toxiques, les micro-organismes et les gaz à effet de serre en quelques secondes ou minutes de recyclage dans n'importe quel environnement - bureau, métro, chambre d'hôpital ou d'hôtel, hall d'aéroport, centre de stockage de déchets, etc -.

Si la présence d'hydrogène sulfuré (H₂S) dans les réseaux d'assainissement préoccupe de plus en plus les exploitants - d'après des études récentes, 40 à 50% des postes de refoulement sont concernés; ce pourcentage pourrait atteindre 70% en zone rurale -, et que les approches préventives peinent à maîtriser l'impact de la présence de sulfates dans les eaux résiduaires urbaines

(ERU), ces travaux démontrent qu'une approche curative par le biais de l'élimination de l'H₂S, via la solution de traitement par photolyse ALEPH, s'avère être une alternative efficace et économique. Alors que les nuisances générées par l'hydrogène sulfuré - olfactives, corrosion des réseaux, danger pour la santé, dysfonctionnement des stations de traitement des eaux usées par voie biologique - semblaient insolubles, en particulier au niveau des ouvrages intermédiaires disséminés tout au long des réseaux, la mise en œuvre de la solution ALEPH permet ainsi d'envisager une résolution d'au moins 3 de ces 4 catégories de nuisance suscitées, par simple suppression de l'H₂S au moment de sa production dans le volume gazeux et, le cas échéant, décantation de phase au sein même de l'équipement. ●



Références bibliographiques

Chémosphère. Août 2014 :109:202-7. DOI : 10.1016/j.chemosphere.2014.01.065. EPUB 26 février 2014.

Photolyse de H₂S à faible concentration sous irradiation UV/VUV émise par des lampes sans électrode à décharge haute fréquence

Jianhui Xu, Chaolin Li, Peng Liu, Di He, Jianfeng Wang, Qian Zhang

« L'urbanisme hier et aujourd'hui. Et demain... ? », Jean-Claude Poutissou, in Les Publications de l'AUEG.

HAL Id: hal-03629460; <https://hal.science/hal-03629460>; Submitted on 4 Apr 2022

Les gaz nocifs des égouts, Synthèse bibliographique

Philippe Namour

"Atmospheric Chemistry: From The Surface To The Stratosphere" Grant Richie (2017) de

"The natural atmospheric sulphur cycle and its response to anthropogenic perturbations" Angus J. Ferraro - aferraro_sulphcycle.pdf (reading.ac.uk)

Nature volume 237, pages 452-453 (1972) Published: 23 June 1972

Atmospheric Dimethyl Sulphide and the Natural Sulphur Cycle

LOVELOCK J. E., MAGGS R. J., RASMUSSEN R. A Lucie Carrera. Caractérisation du transfert liquide/gaz du sulfure d'hydrogène dans les réseaux d'assainissement. Ecologie, Environnement. Université de Lyon, 2016. Français. ffnnt : 2016LYSEI137ff. ffile-01755138f

A. G. SADOWSKI1 La problématique H₂S: dispositions préventives et curatives TSM 1/22012 - Page(s) 37-52