

Interreg

France-Wallonie-Vlaanderen



UNION EUROPÉENNE
EUROPESE UNIE

SAFESIDE

PUBLIC REPORT

Yves Hernandez^{5 *}, Florent Defossez^{2,4}, Raphael Vallon², Sylvain Brohez⁴, Dortothée Dewaele¹,
Fabrice Cazier¹, Weidong Chen¹, Anastasia Penkina¹, Clément Jacquemin², Bertrand Parvitte²,
Virginie Zéninari¹, Gunther Roelkens³, Bahawal Hacq³

ULCO¹, URCA², UGHENT³, UMONS⁴, MULTITEL⁵.



Avec le soutien de
la



Wallonie



Région
Hauts-de-France

* hernandez@multitel.be

www.safeside-project.eu

Le projet SAFESIDE a démarré en Janvier 2017. Un site internet dédié à ce projet a été mis en ligne : <http://www.safeside-project.eu>. Le but du projet SAFESIDE est de développer de nouveaux outils de mesure de gaz afin d'aider à une meilleure prise en charge et évaluation des risques sur le terrain en cas d'incident. Au début du projet, nous avons rencontré certains acteurs de la protection civile afin de mieux comprendre leurs attentes en termes d'outils de mesure spectroscopiques. Nous avons ainsi pu définir une liste de gaz d'intérêt et aussi les conditions dans lesquelles les appareils développés dans le projet SAFESIDE devraient être utilisés. Parmi les gaz identifiés, nous avons retenu en particulier l'Ammoniac (NH_3), monoxyde et dioxyde de Carbone (CO et CO_2), acide chlorhydrique (HCl), cyanure d'hydrogène (HCN), dioxyde de soufre (SO_2) et oxydes d'azote (Nox). La réalisation d'un système bas coût, portable et capable d'identifier au moins 5 de ces gaz dans des concentrations relativement faibles serait un outil particulièrement utile pour définir les niveaux de dangerosité et périmètres de sécurité. C'est donc l'orientation qui a été donnée au projet.

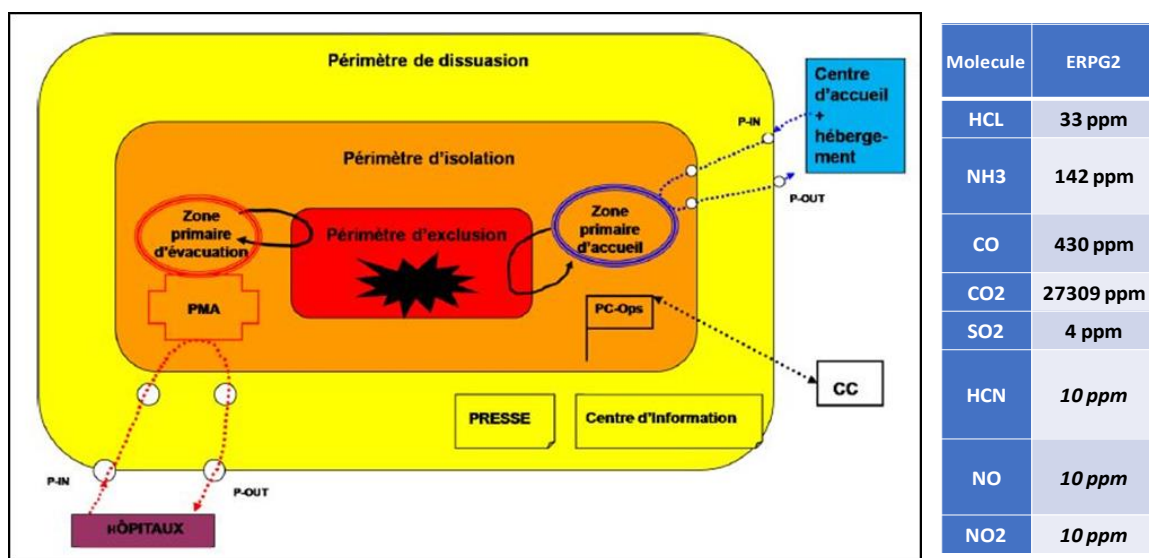


Figure 1 Limites EPG

La Figure 1 montre les différentes zones de sécurité ERP (Emergency Response Planning Guidelines) pour les substances visées dans le projet. Le niveau ERP-2 correspond aux concentrations maximales admissibles, en dessous desquelles les personnes les risques de symptômes irréversibles sont faibles pour des temps d'exposition inférieurs à une heure et qui pourraient empêcher de prendre des actions de protection adéquates.

Différentes approches ont été étudiées dans SAFESIDE en combinant les savoir-faire des différents partenaires :

- la capacité de réaliser des lasers sur puce semi-conductrices à l'Université de Gand (UGAND),
- la maîtrise de la fabrication de sources laser à fibre chez MULTITEL,
- la disponibilité d'outils de mesure terrain et de développement de cellules multi-passages à l'Université de Dunkerque (ULCO),
- la connaissance des méthodes de mesures spectroscopiques et de conception de détecteurs photo-acoustiques à l'Université de Reims (URCA),
- la disponibilité des infrastructures de test et bonne connaissance des besoins en matière de prévention des risques à l'Université de Mons (UMONS)

Les premiers lasers ont été disponibles en 2018 pour la réalisation de tests en laboratoire. Une source semi-conductrice couplée à une cellule multi-passages a été utilisée pour la détection de molécules de NH_3 et CO . (ULCO, UGAND).

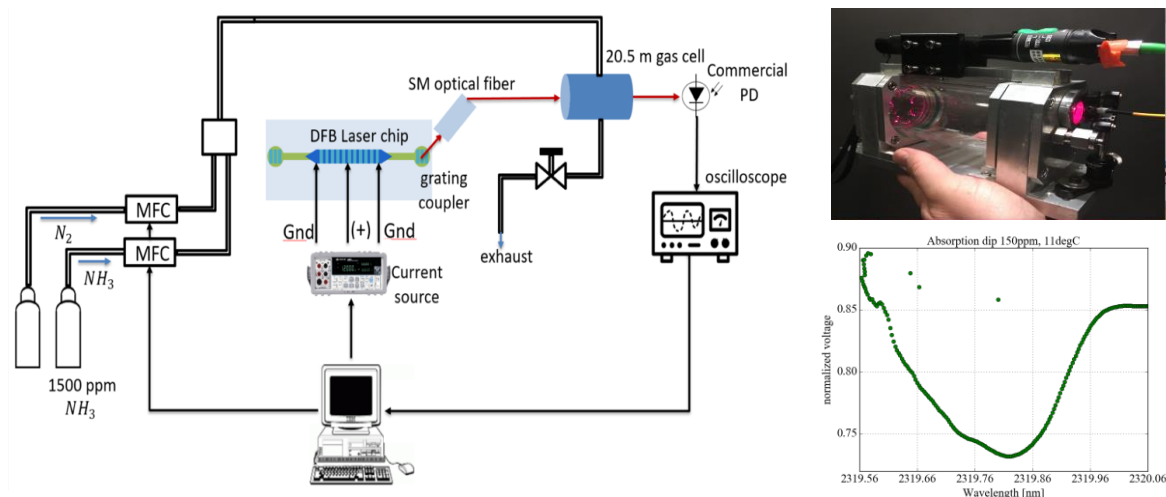


Figure 2 Mesures de NH_3

Un équipement de référence (GC/MS, acquis en partie sur SAFESIDE) a été testé lors d'essais réalisés fin novembre 2018 sur le cône calorimètre de l'université de Mons conjointement à d'autres équipements analytiques de l'Université de Mons et du laboratoire mobile de l'ULCO de Dunkerque. Ces analyses ont servi de campagne préparatoire aux essais qui seront réalisés en fin de projet. Elles nous ont révélé une grande quantité de molécules générées et pourraient nous permettre de mieux définir nos cibles de mesures spectrales.

Figure 3 Système GC/MS (Chromatographie gazeuse et spectroscopie de masse)



En 2019, les premières sources développées par Multitel, émettant dans l'infrarouge moyen, ont été testées à l'URCA avec des cellules multipassages et photo-acoustiques pour la mesure de différents gaz : Acetone, Methane, Acide Chlorhydrique.

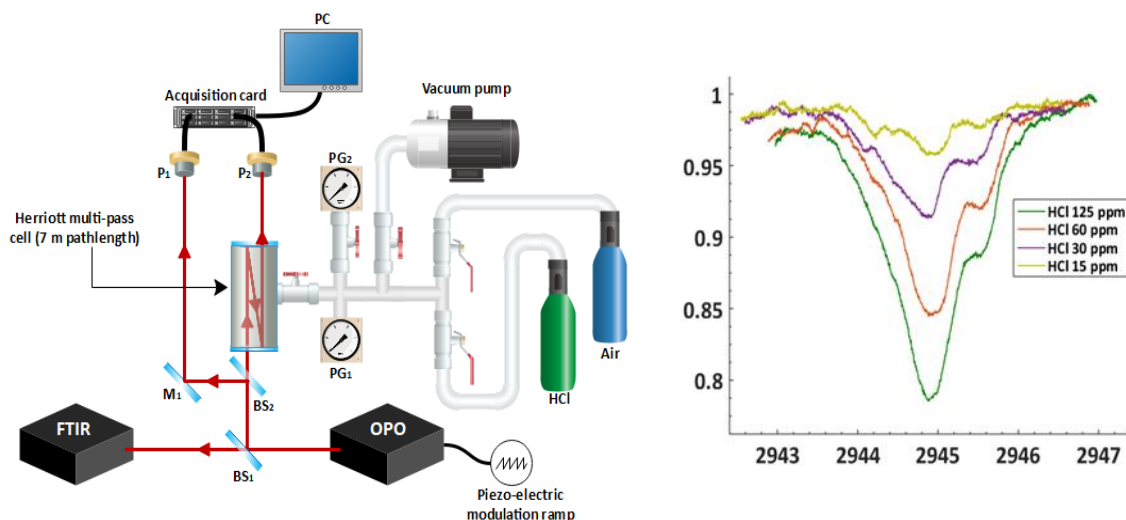


Figure 4 Mesures de HCl

En 2020, les sources laser ont été optimisées d'après les premières expériences en laboratoire et prototypées en vue de leur utilisation sur le terrain (MULTITEL, UGAND). Les autres éléments de mesure comme les cellules multi-passage et photo-acoustiques ont également été développées (ULCO, URCA). Des premières mesures par prélèvement ont pu être réalisées sur des essais de combustion de matériaux (UMONS). Le dispositif GC/MS de l'ULCO a déjà pu être utilisé sur différents sites.

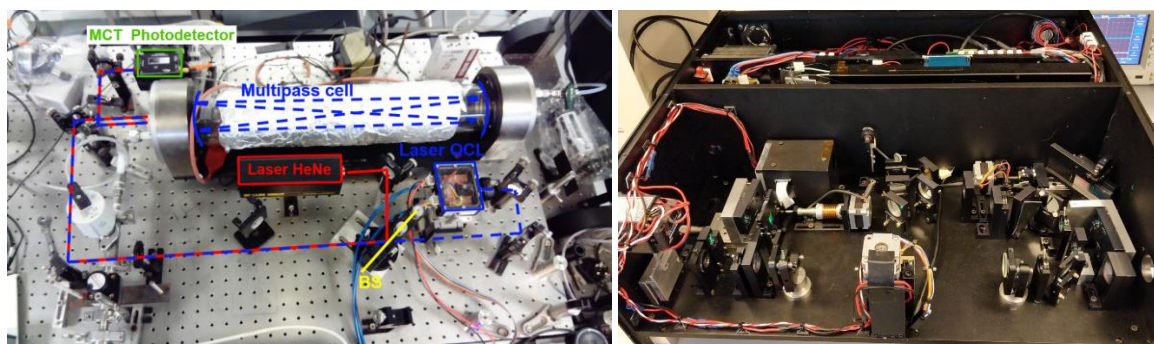


Figure 5 Prototypes (cellules multi-passages, laser infrarouge)

Enfin, les différents systèmes ont été validés sur le terrain en condition réelles notamment dans le cas de mesures de CO₂ et d'Ammoniac (NH₃). Les différents dispositifs du projet ont donc été confrontés à d'autres systèmes de mesure existants pour l'inter-comparaison des résultats.

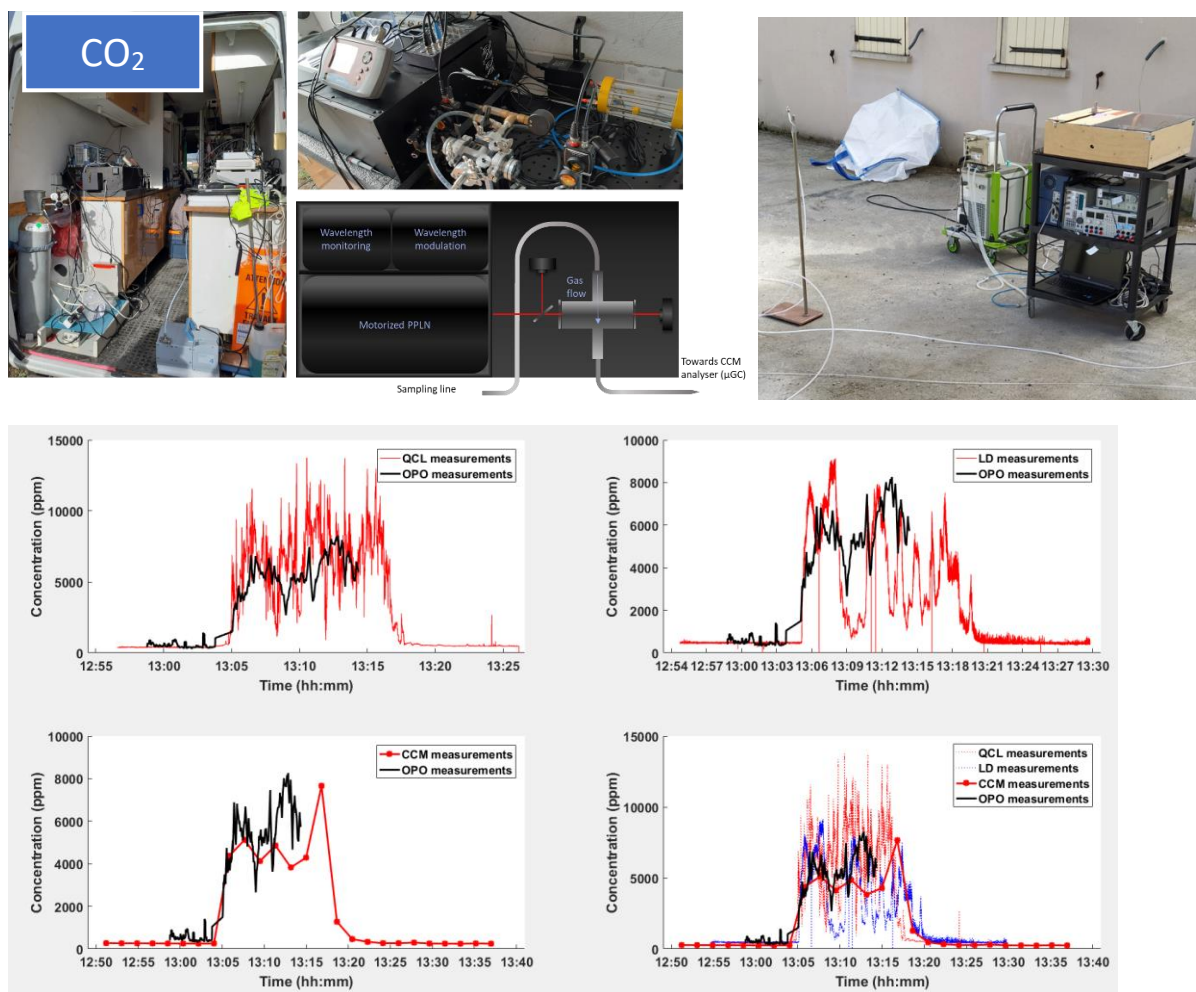


Figure 6 Mesures de CO₂

Dans la figure précédente (en haut à gauche) on peut voir le dispositif laser de MULTITEL (laser infrarouge accordable) installé dans le laboratoire mobile du CCM et couplé à une cellule alimentée en flux continu. En haut à droite on voit un système de l'URCA basé sur une diode couplée à une cellule multi-passages. Toujours sur cette photo en haut à gauche on voit également le point de prélèvement (tuyau fixé sur une tige verticale) qui achemine le gaz jusqu'au laboratoire mobile afin que les appareils mesurent quasiment au même endroit.

Dans la même figure, les quatre graphiques en dessous montrent les mesures comparatives entre les deux systèmes du projet testés ici : le laser (OPO) et la diode (QCL) comparés aux équipements de référence dans le laboratoire mobile (CCM)

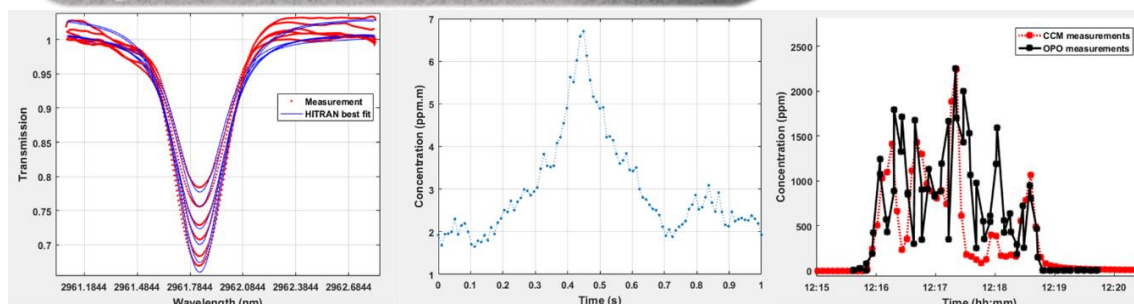
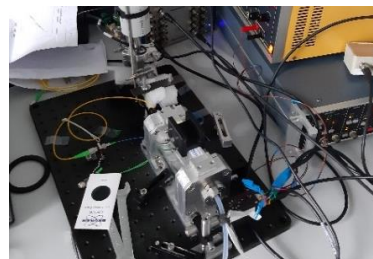
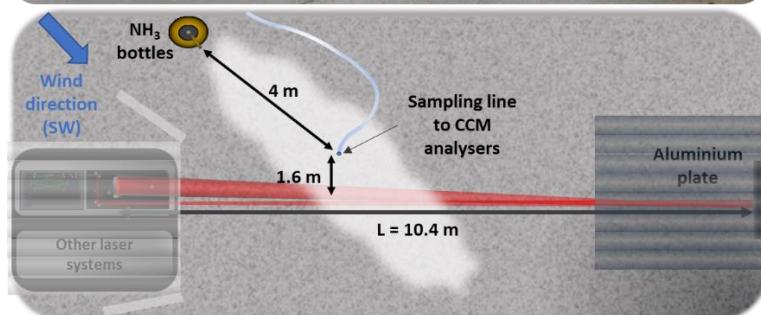
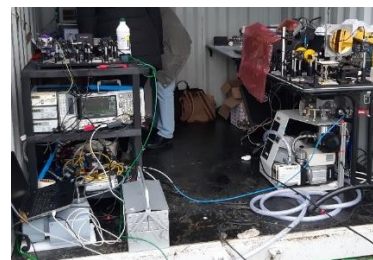


Figure 7 Mesures de NH_3

Dans la figure précédente on voit les photos de l'installation avec trois dispositifs de mesures installés dans un container : laser de type OPO fonctionnant en espace libre (par réflexion sur une cible), diode de type QCL et diode semiconductrice, toutes deux couplées à des cellules multi-passages (l'une est bien visible sur la photo du milieu à droite), raccordées à une ligne de prélèvement comme dans le cas des mesures de CO_2 . Les graphiques en dessous montrent les concentrations de NH_3 mesurées avec le laser en espace libre. Le dernier graphique en bas à droite montre une comparaison avec un instrument de référence du laboratoire mobile (CCM).

Ces campagnes de test nous ont permis de valider nos systèmes en réalisant des mesures en situation réelle avec des résultats équivalents aux systèmes de référence et des sensibilités suffisantes pour les niveaux de sécurité (ERPG2) visés dans le projet.

Nous avons organisé trois workshops au cours du projet, le premier à l'UGAND orienté sur des thématiques très scientifiques, liées à la spectroscopie des gaz ; un second à l'ULCO, un peu plus généraliste et applicatif dans le cadre de la journée de la qualité de l'air. Au cours de ce workshop nous avons établi un lien entre le laboratoire CCM de l'ULCO et le SDIS59 dans le but de partager les expertises et les moyens de part et d'autre. Enfin un workshop de clôture a eu lieu en ligne (comptenu de la situation sanitaire) et a permis de présenter la globalité des résultats, y compris les essais de validation sur le terrain, à une large audience.