

RAPPORT SCIENTIFIQUE 2021-2022



## Contenu

Liste des abréviations	4
Introduction	5
Les missions de l'ISSeP	6
Nos activités de recherche en 2021 et 2022 en quelques chiffres	7
Les évènements marquants	8
Caractériser l'environnement pour répondre aux défis émergents	12
Introduction	12
ECHAPA - Intégration des échantillonneurs passifs dans les stratégies de contrôle	
de la qualité des eaux de surface en Région wallonne	
MISSOURI - "MIcroplasticS in Soil and grOUndwateR: sources, transfer, metrology and Impacts"	17
PREMISS - Priorisation des composés chimiques émergents dans les sols	20
ISEMA -Evaluation de l'Impact de certaines Substances Emergentes sur la qualité des Milieux Aquatiques : médicaments et perturbateurs endocriniens dans le collimateur	23
INDAIRPOLLNET - INDoor AIR POLLution NETwork	27
CAPTEUR CO <sub>2</sub> - Fourniture et suivi de capteurs portatifs pour la mesure du dioxyde de carbone (CO2) dans les écoles	29
Évaluer l'exposition aux polluants environnementaux	
Introduction	32
ELEnSa – Etude de l'association entre l'exposition environnementale aux pesticides agricoles	
et l'incidence de certains cancers	34
CARIBOUH - Caractérisation et influence des boues de STEP sur la santé humaine	37
OIE - Outdoor and Indoor Exposure	
Développer des outils pour répondre efficacement en situations de crise	44
Introduction	
ALARM France – Wallonie – Vlaanderen « POUR UNE SÉCURITÉ SANS FRONTIÈRE »	
TransStat – Échanges structurels de (méta) données au-delà des frontières	
TRANSFAIR- Pour une population transfrontalière informée et impliquée dans l'amélioration de la qualité de l'air	52
RISSC- Amélioration transfrontalière de la prévention et de la gestion des risques du sous-sol	
engendrés par les terrains sous-cavés	
Accompagner la transition écologique	
Introduction	59
VALSE – Nouvelles ressources transfrontalières : vers une validation de scénarii de valorisation de sédiments et autres matériaux	60
WALLPHY – Mise en place d'expérimentations de phytomanagement en Wallonie	
E04LULUCF – Inventorier les changements territoriaux à l'aide de l'observation de la Terre	04
pour le rapportage des émissions de GES	67
Encore plus de projets de recherche !	70
Publications	76
Comités scientifiques et normatifs auxquels participent les agents de l'ISSeP	84

## Liste des abréviations

**ACTRIS** Aerosol, Clouds and Trace Gases Research Infrastructure

ACOM Association des Communes Minières de France

ADEME Agence de la Transition Ecologique
AEE Agence Européenne pour l'environnement

AGW Arrêté du Gouvernement Wallon
AIV Agentschap voor Informatie Vlaanderen

**ARMINES** Association pour la Recherche et le Développement

de Méthodes et Processus Industriels

AwAC Agence Wallonne de l'Air et du Climat
BELAC Organisme Belge d'Accréditation

BPA bisphénol A

**BRGM** Bureau de Recherches Géologiques et Minières

(service géologique national français)

CCT Confédération Construction Toitures
CEA Commissariat à l'énergie atomique et aux

énergies alternatives (France)

**CECOTEPE** Centre de Coopération Technique et Pédagogique

**C.E.T.** Centre d'enfouissement technique

CEREMA Centre d'Etude et d'expertise sur les Risques,

l'Environnement, la Mobilité et l'Aménagement

CIH Centre Informatique du Hainaut
CTP Centre Terre et Pierre
EP échantillonnages passifs

**ESFRI** European Strategy Forum on Research Infrastructures,

FESU Forum européen pour la sécurité urbaine
FEDER Fonds Européen de Développement Régional

GES Gaz à effet de serre

Groupe d'expert Intergouvernemental sur l'Evolution du Climat

GISREAU Groupement d'intérêt scientifique wallon de

référence pour la qualité des eaux

**GRER** Guide de Référence pour l'Evaluation des Risques

GW Gouvernement Wallon
HAP Benzo[a]pyrene
HCB Hexachlorobenzène

ICOS Integretad Carbon Observation System

IMT Lille Douai Institut Mines-Télécom Lille Douai

**INERIS** Institut national de l'environnement industriel et des risques

ISSeP Institut Scientifique de Service Public

IWEPS Institut Wallon de l'évaluation, de la prospective

et de la statistique (Wallonie)

**LOQ** Limit of quantification

LULUCF
Land Use, Land Use Change and Forestry
MDK
Maritieme Dienstverlening en Kust
MOW
Departement Mobiliteit en Openbare Werken
NOE
Normes de Qualité Environnementales

**ONERA** Office National d'Etudes et de Recherches Aérospatiales (France)

OT observation de la Terre
OVAM Public Waste Agency of Flanders
PE perturbateurs endocriniens
PBDEs Diphényléthers bromés
PFOS Acide perfluorooctanesulfonique

PM2.5 particulate matter 2.5µm
PPP produits phytopharmaceutiques - Plant Protection Products

RIVM Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu (Dutch

National Institute for Public Health and the Environment)

RMs Résidus médicamenteux
RSD Relative standard déviation

**SDIS** Service départemental d'incendie et de secours

SIGENSa Système d'Information Géographique en Environnement Santé)
SPAQUE Société Publique d'Aide à la Qualité de l'Environnement

SPGESociété Publique de la Gestion de l'EauSPW ARNEService Public de Wallonie Agriculture,

Ressources naturelles et Environnement

CPES – Cellule Permanente Environnement et Santé

DAS – Direction de l'Assainissement du sol

DESU - Direction des Eaux de surface

**SPW MI** Service Public de Wallonie Mobilité et Infrastructures

STEP Station d'épuration
SWDE Société Wallonne Des Eaux
UMons Université de Mons

UNFCCC United Nations Framework Convention on Climate Change

ValBiom Valorisation de la Biomasse ASBL

VITO Vlaamse Instelling voor Technologisch Onderzoek

VNF Voies navigables de France
VU Vriie Universiteit Amsterdam

**4-NP** 4-Nitrophenol

### Introduction

C'est avec beaucoup de plaisir que je vous présente le rapport scientifique de l'ISSeP qui recense un grand nombre de nos projets menés au cours des années 2021 et 2022.

Comme vous pourrez le constater, la présentation de notre rapport a changé. Si celui-ci reprend bien un listing de l'ensemble des projets menés ces deux dernières années, seuls les projets terminés sont détaillés et présentés selon les objectifs « métier » de notre contrat d'administration. D'autre part, vous y retrouverez également la recherche à l'ISSeP synthétisée en quelques chiffres, un rappel des événements marquants qui ont émaillé ces deux années ainsi que nos publications et participations à différents comités scientifiques.

La recherche à l'ISSeP est une activité fondamentale pour répondre aux engagements environnementaux et climatiques pris par la Wallonie. En tant qu'Institut Scientifique reconnu comme Organisme de recherche par le GW dès 2017, le développement continu de ces activités est primordial.

« La recherche à l'ISSeP est une activité fondamentale pour répondre aux engagements environnementaux et climatiques pris par la Wallonie. »

L'ISSEP ambitionne, en effet, de développer son portefeuille de projets sur des thèmes en lien avec la recherche de pollution émergente, les sciences participatives, le développement de méthode d'analyse, l'évaluation et la prévention des risques et les études en environnement-santé. Les collaborations sont multiples avec le secteur scientifique et notre panel propose aussi bien des projets menés sur fonds propres via le mécanisme Moerman, que des projets commandités par la Région Wallonne ou des projets européens tels que Interreq, Feder, ESFRi, Horizon 2020, etc.

Les travaux présentés dans ce rapport scientifique illustrent les questionnements et les défis que relève notre personnel scientifique chaque jour. Cette édition met en lumière les solutions de caractérisation de l'environnement pour mieux faire face aux défis émergents, les méthodes pour évaluer l'exposition de l'Homme à certains polluants environnementaux, des outils pour répondre efficacement en situations de crise ainsi que des études pour faciliter la transition écologique. Je remercie nos équipes et chaque agent qui contribue de près ou de loin à la réussite et à la reconnaissance de notre travail.

Je vous souhaite une bonne lecture,



Rose Detaille, Directrice générale.

## Les missions de l'ISSeP



L'ISSeP comprend 300 agents qui exercent des activités scientifiques et techniques de pointe dans le domaine environnemental sur 2 sites, à Liège et Colfontaine. Il œuvre plus que jamais à fournir des données scientifiques fiables, actuelles, innovantes et pertinentes. La métrologie environnementale est d'une importance fondamentale pour comprendre les changements de la terre et de son climat. Les décisions prises en matière de politique environnementale sont garantes du bien-être et de la sécurité des générations futures et nécessitent des informations fiables. C'est dans cette optique que l'ISSeP surveille en continu la qualité de différents milieux environnementaux pour la Wallonie, tels que l'air, les eaux, le sol, les déchets et les sédiments. Il s'agit de programmes d'études visant à en diagnostiquer l'état chimique, physique, écologique, ou encore sanitaire. L'ISSeP est accrédité BELAC (ISO 17025 et ISO 17043) et est par ailleurs le Laboratoire de Référence wallon en matière d'eau, d'air, des sols et des déchets. Dans ce cadre, il met au point des méthodes d'analyse et a également pour mission de fournir une assistance technique aux laboratoires agréés et au SPW dans leurs démarches de caractérisation et de surveillance de l'environnement. L'ISSeP assiste également l'Administration dans le processus d'agrément des laboratoires par la réalisation d'audits de compétences techniques.

Au-delà de la caractérisation des matrices environnementales, l'institut développe des compétences en caractérisation de sources de danger et en évaluation des risques pour l'homme et les écosystèmes qui y sont liés. Dans ce cadre, il utilise différents outils d'expérimentation, d'exploitation de

données de mesure et de modélisation de processus pour notamment caractériser l'aléa d'effondrement de cavités souterraines, la probabilité d'occurrence d'accidents industriels ou l'exposition chronique à des agents chimiques ou physiques et en déduire les impacts environnementaux, écologiques et sanitaires.

L'ISSeP, reconnu en tant qu'Organisme de recherche par le GW, se doit également d'affiner son expertise scientifique afin de pouvoir anticiper les besoins de la société en termes de caractérisation de l'environnement, de maîtrise des risques et de réduction des nuisances. Relever ce défi nécessite de développer la recherche de manière constante.

L'ISSeP est un Institut qui travaille de manière transversale depuis de nombreuses années. De par la nature de ses multiples compétences, les synergies sont rapidement établies entre plusieurs services pour travailler ensemble sur des projets interdisciplinaires ou encore pour développer de nouvelles compétences telles que les sciences participatives ou l'intelligence artificielle. Depuis quelques années, des projets impliquant le citoyen à contribuer à la production de données scientifiques ou de sensibilisation citovenne voient le jour. Ces recherches concernent généralement des thématiques qui intéressent plus particulièrement le grand public : les pesticides, la qualité de l'air ambiant et intérieur etc. Ces projets sont aussi l'occasion de pouvoir sensibiliser les participants à la problématique environnement-santé. En devenant acteur d'un projet, l'ISSeP propose au citoyen de s'impliquer pour la santé de notre environnement et par conséquent pour sa propre santé.

# Nos activités de recherche en 2021 et 2022 en quelques chiffres

Si l'ISSeP a toujours participé à divers projets de recherche, la mise en place d'un programme de recherche interne lancé dès 2012 et financé par les fonds issus de la ristourne partielle du précompte professionnel (Loi Moerman) a permis de donner un nouveau souffle à ses activités de recherche. L'Institut obtient la reconnaissance en tant qu'Organisme de recherche du GW en 2017.

L'ISSeP participe également à des programmes de recherche régionaux, nationaux et européens tels qu'INTERREG, FEDER, ESFRI, etc. La période 2021-2022 est marquée par la fin du programme INTERREG FWVI, qui a financé cinq projets à l'ISSeP, ALARM, RISSC, TRANSFAIR, TRANSTAT et VALSE,,et du programme SOILVER dans lequel l'ISSeP était actif dans les projets PREMISS et MISSOURI. Tous ces projets sont présentés dans ce rapport.

En 2022, le projet HORIZON EUROPE PARC est lancé : celui-ci vise à concevoir une évaluation des risques des substances chimiques de nouvelle génération afin de mieux protéger la santé et l'environnement, dans une approche « ONE HEALTH ».

Les travaux de recherche de l'ISSeP abordent un large éventail de thématiques et couvrent autant des aspects plus fondamentaux visant à mieux comprendre les mécanismes qui influencent l'environnement que des aspects opérationnels. Les aspects opérationnels débouchent sur la mise au point d'outils métrologiques de caractérisation et/ou de surveillance, la prévision de l'évolution de paramètres environnementaux ou encore l'identification de risques et des moyens pour les maîtriser. Ce rapport scientifique présente les apports des projets finalisés en 2021 et 2022 et liste également tous les projets en cours dans l'institut.

L'activité « Recherche » de l'ISSeP pour les années 2021 et 2022 peuvent être résumées par les chiffres suivants :

- 27 projets de recherche clôturés
- 9 nouveaux projets de recherche
- 22 publications dans des revues avec comité de lecture
- 24 présentations orales à des conférences
- 9 colloques organisés

## Les évènements marquants

En 2021 et 2022, divers évènements scientifiques ont été (co-)organisés par l'ISSeP, un moyen idéal pour diffuser les résultats de projets et rassembler les experts de domaines bien définis afin de partager les connaissances et renforcer les réseaux de collaboration. Avec la clôture de plusieurs projets INTERREG, la participation à différents réseaux experts, l'ISSeP a misé sur ce moyen de réseautage et de diffusion de ses résultats en jonglant entre les modes distanciel ou présentiel selon les conditions sanitaires. Grâce à ce partage d'expertise, l'ISSeP ouvre également ses portes aux formations techniques en organisant des formations pour les experts SOL.

## 30/03 - 01/04/ 2021 : Webconference EARSeL

EARSeL est un réseau scientifique d'instituts européens de télédétection, issus à la fois du monde universitaire et du secteur commercial/industriel, qui couvre tous les domaines de la géoinformation et de l'observation de la terre. La conférence de 2021 sur la thématique «Earth Observation for sustainable cities and communities » fut organisée par l'ISSeP, BELSPO et la NASA. Plusieurs thématiques y furent abordées dont:

- La télédétection et les applications en sciences sociales urbaines;
- Suivi de la croissance urbaine dans les pays en développement;
- Utilisation de données commerciales à haute résolution dans les études urbaines;
- L'impact environnemental de l'évolution des espaces urbains, en particulier sur les cycles du carbone et de l'eau.

Nombre de participants : 100-150

## 22/06/2021 – Webinaire du projet transfrontalier RISSC

Le projet INTERREG RISSC réunissait des experts wallons et français qui travaillent à une meilleure gestion et une meilleure prévention des risques liés aux cavités souterraines. Durant ce webinaire, un état des lieux du cadre réglementaire, des pratiques et des outils existants en matière de sécurité et d'aménagement du territoire de part et d'autre de la frontière ont été présentés ainsi que les résultats du projet RISSC. Ce fut également un moment d'échange entre les acteurs concernés afin de mieux cerner leur perception de la problématique et d'identifier leurs attentes.

Nombre de participants : 168



Effondrement de la carrière de la Malogne

#### 11/05/2021 Webinaire du projet WALLPHY

ISSeP, Spaque et Valbiom ont organisé un webinaire pour présenter le parcours et les enseignements du projet WALLPHY (Réalisation de projets appliqués de phytomanagement en Wallonie), premier projet wallon à financer 3 plantations-pilotes sur friches et leur suivi.

Nombre de participants : 123

#### 4/10/2021 – Communication des résultats du biomonitoring wallon (BMH-WAL) par conférence de presse

Dans le cadre du projet BMH-WAL un peu plus de 800 Wallon. ne.s (i.e. nouveau-nés, adolescents, adultes) s'étaient portés volontaires afin de mesurer, grâce à des échantillons de sang et



d'urine, les niveaux d'imprégnation à une série de substances chimiques présentes dans l'environnement, l'alimentation, l'eau, les emballages ou les produits de la vie courante. Grâce à leur participation, des valeurs de référence d'exposition au sein de la population wallonne sont maintenant disponibles.

Cette étude a été réalisée en partenariat avec les laboratoires de Toxicologie clinique, médico-légale, de l'environnement et en entreprise du CHU-Liège, le Louvain Centre for Toxicology and Applied Pharmacology (LTAP), de l'UC Louvain, les Cliniques Universitaires Saint-Luc et Sciensano. La présentation s'est tenue en présence de Mme la Ministre de l'Environnement, Céline Tellier qui a contextualisé les résultats. Dans la foulée, ces résultats ont été présentés aux agriculteurs directement en contact avec les pesticides, une des familles de substances étudiées lors du projet BMH-Wal.



Madame la ministre Céline Tellier

#### 10/03/2022 : Séminaire sur les Sciences participatives



Ces dernières années, l'expérience en sciences participatives grandit à l'ISSeP grâce au nombre croissant de projets en sciences participatives. Le Groupe de Travail en Sciences Participatives de l'ISSeP a donc organisé et animé un séminaire de partage d'expériences en Sciences Participatives rassemblant 15 orateurs de 8 institutions (dont 3 wallonnes, 1 bruxelloises et 2 françaises).

Nombre de participants : 60

15/03/2022 : Colloque de clôture du projet Valse et inauguration d'une piste cyclable expérimentale à base de sédiments de voies d'eau, fruit du projet



Dans le contexte de la clôture du projet « Valse » (validation de filières transfrontalières de valorisation de matières telles que les sédiments et terres excavées), un colloque a eu lieu le mardi 15 mars 2022 à Châtelet et a été largement médiatisé



Ce projet financé dans le cadre de la programmation 2014-2020 du programme Interreg V France-Wallonie-Vlaanderen participe à la démonstration de la faisabilité de la réutilisation de matières et des bénéfices de l'économie circulaire. A cette occasion, une piste cyclable pédagogique, élaborée dans le cadre du projet, avec du béton formulé à l'aide de sédiments de voies d'eau, a été inaugurée.

Nombre de participants : 83



Piste cyclable pédagogique

#### 17/03/2022 : Groupe de Travail en Observation de la Terre (GTEO) pour la gestion des risques

L'ISSeP, Skywin et le CRA-W ont co-organisé la 13e édition du GTEO (www.gteo.be) portant sur les usages de l'observation de la Terre dans l'aide à la prévention, la caractérisation et la gestion des risques. Trois sessions spécifiques étaient organisées sur les thèmes de l'agriculture, de l'environnement et de l'hydrologie. L'évènement a rassemblé plus de 20 orateurs.

Nombre de participants : plus de 150

## 14-25/03/2022 : nouvelles sessions de formation pour préleveurs sols et déchets

L'ISSeP, en collaboration avec le Département Sols et Déchets du SPW ARNE a organisé de nouvelles sessions de formations obligatoires (cf. art. 8,4° de l'AGW du 11/04/2019) pour les prélèvements de sols et de déchets avec traductions simultanées en néerlandais et en allemand en fonction de la demande.

La formation dispensée par nos experts de l'ISSeP pour devenir officiellement préleveurs sols et déchets en Wallonie a rassemblé plus de 400 participants.





#### 3/05/2022 : Colloque Al4COPERNICUS

Les Copernicus relais belges (Skywin, ISSeP, Spacebel et VITO) et l'Académie royale militaire de Belgique étaient à l'initiative d'un événement sur la thématique de l'Observation de la Terre et Intelligence Artificielle pour un monde plus sûr. C'était la 2e édition de la conférence AI4Copernicus.

De nombreux experts internationaux spécialisés dans l'utilisation de l'IA et des technologies d'observation de la Terre se sont réunis pour relever les défis liés à la sécurité militaire, alimentaire, et faire face aux phénomènes naturels.

Nombre de participants : plus de 350



## 1/06/2022: ENERO symposium "How ENERO makes the GREEN DEAL alive", Bruxelles

L'ISSeP a organisé pour le trentième anniversaire du réseau européen des organismes de recherche en environnement, un symposium à Bruxelles dans le cadre de la European green week 2022 sur le thème du développement durable, ou plus précisément How research made among ENERO's members help to make Green Deal a reality. L'économie circulaire, le changement climatique et le zéro déchet étaient à l'ordre du jour.

Nombre de participants : 22

## 28/06/2022: Réhabilitation et fin de postgestion des centres d'enfouissement technique en Wallonie - Matinée informative relative à la modification des conditions sectorielles C.E.T.

L'ISSeP a convié les exploitants de CET et d'anciennes décharges contrôlées à participer à une matinée informative pour une présentation du travail technique qui a été réalisé afin de revoir l'AGW du 27 février 2003 fixant les conditions sectorielles d'exploitation des C.E.T. Cette proposition

a été élaborée au sein d'un groupe de travail rassemblant la DIGPD, l'ISSeP, l'AwAC, SPAQuE et le bureau SECO. L'objectif est d'adapter les conditions sectorielles afin qu'elles cadrent mieux avec les contraintes actuelles de (post-)gestion et de fin de vie des C.E.T.

Nombre de participants : 35

## 13/09/2022 : Le colloque de clôture du projet transfrontalier RISSC

Suite au succès du webinaire du projet RISSC organisé en juin 2021 et les retours reçus, le consortium du projet RISSC a organisé un colloque sur la prévention et la gestion des risques de mouvements de terrain liés aux cavités souterraines en Wallonie et dans les Hauts-de-France. Le projet visait à sensibiliser des acteurs locaux (administrations, communes, services de secours, experts techniques, ...) aux risques d'effondrement et à une meilleure prise en compte de la prévention du risque dans les décisions locales, et à mettre en place une coopération transfrontalière plus systématique sur la gestion du risque d'effondrement. Le colloque fut l'occasion de présenter les outils développés par ce projet et également de confronter les participants à des cas pratiques lors des ateliers interactifs.

Nombre de participants : 150





## 16/09/2022 : Le colloque de clôture du projet transfrontalier TransfAir

Le colloque de clôture du projet transfrontalier TransfAir a eu lieu à Valenciennes. La matinée en séance plénière a permis de présenter les résultats de 3 années de travail sur l'harmonisation de la communication mais aussi l'information relative à la qualité de l'air et son amélioration. L'après-midi a

été dédié à des ateliers participatifs et un espace démoa permis de découvrir les réalisations du projet : micro-capteurs et mini-stations, jeu serious game, application signalAir, modèle de prévision des pollutions atmosphériques harmonisées sur toute les régions Flandre / Hauts-de-France / Wallonie ...

Nombre de participants : 86







#### 22 & 29/09/2022 : Formation continue des experts sols agréés - Code Wallon des Bonnes Pratiques v.05

Le Département Sols et Déchets du SPW ARNE a organisé une formation continue pour les experts sols agréés aux Moulins de Beez. L'ISSeP (C. Lambert é S. Crévecoeur) est intervenu en tant qu'orateur sur la partie guide de référence pour les études de risque (GRER v.05).

Chacune des journées de formation a rassemblé une centaine de participants.

# Caractériser l'environnement pour répondre aux défis émergents

#### Introduction

Dans la déclaration de politique régionale 2019-2024, le gouvernement s'engage à protéger la qualité de l'air et de la ressource en eau et garantir la santé des habitants en améliorant la prévention et la gestion des polluants, notamment des polluants émergents. Pour soutenir cet engagement, l'ISSeP en tant que Laboratoire de Référence assure le développement continu de la chaîne complète du traitement d'échantillon (i.e. du prélèvement à la mesure des paramètres recherchés). L'amélioration des méthodes analytiques ou de prélèvement permet dès lors d'analyser des paramètres de nouvelles directives ou des polluants émergents. De cette manière la qualité des résultats des analyses effectuées dans l'environnement peut être affinée continuellement.

Actuellement les méthodes de prélèvements en milieu aquatique sont essentiellement ponctuelles dans les réseaux de surveillance. Or les résultats obtenus tendent à surestimer les risque en incluant également des fractions des contaminants en grande partie non biodisponible (EPA, 2012a; Lydy et al., 2014). Afin d'améliorer les méthodes de prélèvement utilisé dans les réseaux de surveillance, l'échantillonnage passif est étudiée. Ce type d'échantillonage regroupe un ensemble de méthodes qui impliquent le transfert spontané de la fraction dissoute des analytes de l'eau échantillonnée

vers la phase réceptrice (sorbant), ce qui résulte des différences de potentiel chimique entre les deux milieux (Górecki et Namieśnik, 2002). La mesure de la seule fraction librement dissoute (la plus biodisponible) du contaminant obtenue grâce à l'échantillonnage passif permet une évaluation plus précise des risques. De plus, l'échantillonnage passif constitue un outil de surveillance innovant pour la mesure intégrée dans le temps des contaminants. Cette technologie s'avère être un outil fiable, robuste et rentable à intégrer dans le cadre d'une stratégie de surveillance d'une série de polluants prioritaires et émergents. L'intégration de cette technologie dans le cadre de programme de surveillance dans toute l'Europe est également encouragée par le réseau Norman (www.norman-network.net). Le développement d'un tel système d'échantillonnage dans les réseaux d'eau de surface wallon est présenté dans le projet ECHAPA.

La présence de polluants émergents dans l'environnement présente des risques sanitaires et environnementaux encore peu connus. Compte tenu de l'impact potentiel de ces substances sur la biodiversité et la santé humaine, le développement de techniques de détection, d'identification et de quantification est primordial pour améliorer les connaissances sur leur présence et leur comportement dans l'eau. Le défi

Rapport scientifique 2022

à relever est important puisqu'il existe un grand nombre de polluants émergents dont la présence dépend de paramètres variables dans le temps (i.e. production, utilisation et traitement). De plus, les polluants émergents à cibler ne sont pas toujours connus au moment de l'échantillonnage et leur impact sur le milieu aquatique peut se manifester à des concentrations très basses nécessitant des limites de détection extrêmement basses et (Geissen et al., 2015). La problématique des polluants émergents est abordée pour différentes matrices dans les projets MISSOURI, PREMISS et ISEMA présentés dans ce chapitre.

Le projet ISEMA s'approfondit également sur la présence simultanée de différents types de polluants car les polluants se présentent rarement sous la forme d'une seule molécule. La surveillance de la qualité de l'environnement est donc confrontée au défi d'évaluer de manière exhaustive une multitude de contaminants et d'effets néfastes potentiels. L'écart régulièrement observé entre les évaluations chimiques et biologiques des effets néfastes des contaminants sur le terrain peut être dû soit à des contaminants non identifiés, soit aux interactions des composés dans les mélanges (Altenburger et al., 2018). Des méthodes basées sur les

effets sont donc de plus en plus recommandée par l'UE pour compléter la caractérisation analytique chimique des schémas de pollution complexes.

Dans certaines matrices spécifiques, les listes de polluants à cibler et techniques de mesure restent encore peu définies. L'air intérieur est par exemple une matrice peu analysée. Pourtant l'organisation mondiale de la santé considère la pollution de l'air et l'exposition humaine à une mauvaise qualité de l'air comme la principale menace environnementale à la santé publique (World Health Organization, 2016). En effet, la population passe 80-90% du temps de vie à l'intérieur et que les niveaux de pollution sont généralement deux fois plus important à l'intérieur qu'à l'extérieur. Pourtant, peu d'informations sont connues sur la qualité de l'air intérieur puisque le nombre et la diversité de sources de polluants sont importants. Améliorer la compréhension des types de polluants, de leur concentration et flux permettra de développer des stratégies de contrôle et de réduction d'émission. Les travaux pour pallier à cette problématique sont exposés dans le projet INDAIRPOLLNET. L'étude CAPTEUR CO2 analysant les concentrations en CO2 dans les milieux scolaires est également étayée dans ce chapitre.

#### **Bibliographie**

Geissen, V., Klumpp, E., Umlauf,G., Nadal, M., Mol, H., Van der Ploeg, M., van de Zee, S., Ritsema, C.J. (2015). Emerging pollutants in the environment: A challenge for water resource management, International Soil and Water Conservation Research, 3(1), 57-65, ISSN 2095-6339, https://doi.org/10.1016/j.iswcr.2015.03.002.

Altenburger, R., Scholze, M., Busch, W., Escher,B.I., Jakobs, G., Krauss, M., Krüger, J., Neale, P.A., Ait-Aissa, S., Almeida,A.C., Seiler, Th., Brion, F., Hilscherová, K., Hollert, H., Novák,J., Schlichting, R., Serra, H., Shao,Y., Tindall,A., Tollefsen, K.E., Umbuzeiro, G., Williams, T.D., Kortenkamp,A. (2018). Mixture effects in samples of multiple contaminants — An inter-laboratory study with manifold bioassays, Environment International, 114, pp. 95-106, ISSN 0160-4120

https://doi.org/10.1016/j.envint.2018.02.013

Górecki, T., Namieśnik, J. (2002). Passive sampling, TrAC Trends in Analytical Chemistry, 21 (4), pp. 276-291, ISSN 0165-9936.

https://doi.org/10.1016/S0165-9936(02)00407-7

U.S. EPA. (2012) Equilibrium Partitioning Sediment
Benchmarks (ESBs) for the Protection of Benthic
Organisms: Procedures for the Determination of the Freely
Dissolved Interstitial Water Concentrations of Nonionic
Organics. EPA-600-R-02-012. Office of Research and
Development, Washington, DC 20460.

Lydy, M.L., Landrum, P.F., Oen A.M.P., Allinson, M., Smedes, F., Harwood, A.D., Li, H.L., Maruya, K.A., Liu, J. (2014). Passive sampling methods for contaminated sediments: state of the science for organic contaminants. Integrated Environ. Assess. Manag., 10 (2), pp. 167-178.

World Health Organization. (2016). Ambient air pollution: a global assessment of exposure and burden of disease. p. 121. ISBN 9789241511353.

https://apps.who.int/iris/handle/10665/250141

### **ECHAPA**

#### Intégration des échantillonneurs passifs dans les stratégies de contrôle de la qualité des eaux de surface en Région wallonne

Développement des méthodologies d'utilisation de capteurs passifs comme matrice alternative au biote pour évaluer l'état des eaux de surface et pour fiabiliser les analyses de tendance d'évolution des concentrations en certains micropolluants dans les sédiments.

Intervenant ISSeP: Denis, A.C., Kech, C., Leroy, D.

Contact: ac.denis@issep.be

Durée: novembre 2017 à novembre 2021

Partenaires : SPW ARNE

**Financement**: Fonds Propres (Loi Moerman)

#### Contexte et objectif

Comme dans les autres régions européennes, les stratégies de contrôle de la qualité des eaux de surface reposent principalement en Wallonie sur un échantillonnage ponctuel réalisé le plus souvent avec une fréquence mensuelle. Cependant, les actions de contrôle du respect des normes de qualité environnementale (NQE) au niveau des biotes (poissons, invertébrés), imposées par la directive cadre sur l'eau (DCE - 2000/60/CE) et ses directives filles (2008/105/CE et 2013/39/UE), a mis en évidence sur environ 30% des masses d'eau l'absence ou la rareté de biotes empêchant ainsi d'envisager des prélèvements de suivi (Leroy et al, 2013).

Depuis près d'une vingtaine d'années, les méthodes d'échantillonnages passifs (EP) se développent pour la recherche de contaminants dans les milieux aquatiques (Miège et al., 2015). Contrairement à un échantillonnage ponctuel, un échantillonnage passif permet une intégration et une concentration des polluants émis dans le milieu sur une période de temps plus ou moins longue permettant ainsi la détection et la quantification de composés pas nécessairement mesurables dans un échantillon ponctuel.

Cette méthodologie fournit donc une concentration moyennée susceptible d'être représentative de l'exposition (ou non) d'organismes vivants et d'intégrer l'ensemble des événements affectant un cours d'eau. Le projet ECHAPA a dès lors pour objectif d'évaluer la possibilité d'intégrer les EP dans les stratégies de contrôle de la qualité des eaux de surface et proposer des protocoles (période et temps d'exposition, nombre de réplicats, blancs de terrain, conditions de déploiement...) pour la surveillance des substances prioritaires.

#### Méthodes

Le principe de fonctionnement des EP repose sur la diffusion de composés présents dans le milieu vers une phase réceptrice, en raison de la différence de potentiel chimique du composé entre le milieu et la phase réceptrice, qui peut être décrit suivant un modèle cinétique de premier ordre (Vrana et al., 2005).

Dans le cadre de cette étude, cinq substances orga-(Fluoranthene<sup>1</sup>, Benzo[a]pyrene<sup>1</sup> (B[a]P). niques Hexachlorobenzène<sup>1</sup>(HCB), Diphényléthers bromés1 (PBDEs) et Acide perfluorooctansulfonique <sup>2</sup> (PFOS)) ont été sélectionnées parmi les substances imposées par la Directive Cadre sur l'Eau DCE pour évaluer l'état des eaux de surface et contrôler le respect des NQE biote. Un premier EP de type Silicone Rubber (SSP-M823, E&H Services, Czech Republic) a été choisi afin de cibler les composés organiques non polaires et un deuxième de type POCIS (membrane PES, phase Sepra ZT-WAX) non commercialisé pour les composés organiques polaires (Figure 1). Les EP de type POCIS ont été montés et conditionnés en laboratoire.

Afin de relier les concentrations accumulées par les EP aux concentrations dans le cours d'eau, un étalonnage des EP a été réalisé. Pour les EP de type Silicone Rubber, un étalonnage in situ à l'aide de composés de référence (Performance Reference Compounds - PRC) a été développé sur base de protocoles disponibles dans la littérature (Smedes & Booij.

<sup>1</sup> Composé organique non polaire

<sup>2</sup> Composé organique polaire

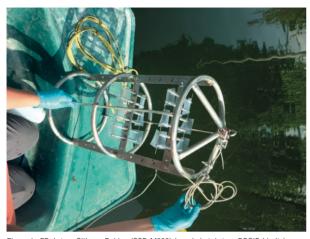




Figure 1 : EP de type Silicone Rubber (SSP-M823) (gauche) et de type POCIS (droite).

2012). Pour les EP de type POCIS, un étalonnage combinant un déploiement in situ à différents pas de temps et un échantillonnage automatique d'eau (Wund, 2013) a été réalisé sur les différents sites d'étude.

#### Résultats et conclusions

En 2020, 42 EP de type Silicone Rubber ont été déployés pour des durées de 28 jours sur 4 stations pilotes du réseau wallon (la Meuse à Visé, la Berwinne à Dalhem, l'Ourthe à Comblain-Fairron et la Vesdre à Vaux-sous-Chèvremont) en parallèle aux prélèvements classiques sur les matrices biote, eau, sédiment et matières en suspensions. D'autres stations du réseau ont également été prospectées avec le déploiement de 9 EP. La calibration des EP de type POCIS a été poursuivie sur les quatre stations pilotes, après une phase de développement en laboratoire.

La calibration in situ à l'aide de PRC a permis de déduire, à partir des concentrations mesurées dans les EP (Booij, 2017), des concentrations dans la phase aqueuse pour les composés recherchés sur différentes stations au cours de l'année 2020 (Figure 2). Comme cela a déjà été observé pour certains cours d'eau, la capacité des EP à accumuler et concentrer les polluants, a permis de mettre en évidence la présence d'HCB habituellement non détecté (<LOQ) dans les matrices eau, sédiments et biote. On constate toutefois que cela n'est pas le cas pour tous les cours d'eau.

Le projet ECHAPA a permis de rédiger un premier guide pour le déploiement des EP (période et temps d'exposition, nombre de répétitions, blancs sur le terrain, conditions de déploiement, méthode d'extraction...) dans le cadre du suivi des substances prioritaires dans le réseau wallon.

L'analyse des derniers résultats et le croisement des résultats d'évaluation des NQE obtenus à partir de la matrice biote et des EP devrait permettre de valider la méthode.

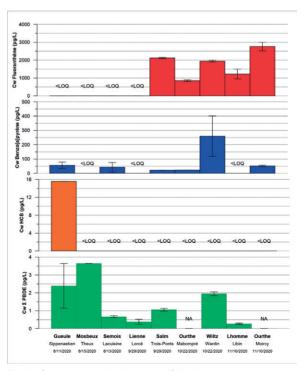


Figure 2 : Concentrations dans la phase aqueuse (Cw) en fluoranthene, B[a]P, HCB et PBDE mesurée dans les EP de type Silicone Rubber (SSP-M823) de différentes stations du réseau de contrôle de la qualité des eaux de surface (NA: non analysé; LOQ : limit of quantification).

#### **Perspectives**

Les résultats de cette étude et l'intérêt croissant porté sur cette méthode au niveau européen et international devraient permettre l'intégration de ces nouvelles techniques dans les réseaux wallons de contrôles de la qualité des eaux de surface, en particulier dans les bassins ne présentant pas ou peu de biotes. Le monitoring pourrait également s'étendre à d'autres substances imposées par la DCE.

Une perspective d'application de l'utilisation des EP dans les eaux de surface wallonne est la recherche de polluants émergents difficilement décelables à partir de l'analyse d'échantillons prélevés ponctuellement comme les substances pharmaceutiques ou les perturbateurs endocriniens.

Enfin d'autres applications des EP, notamment dans les bassins versants à vocation agricole, pourraient également permettre d'identifier l'impact des pratiques culturales sur les masses d'eau notamment par la recherche de pesticides.

#### **Bibliographie**

- Booij, K. (2017, 25 mars). Cw calculation template for silicone passive samplers. Background information and manual. Passive Sampling of Organic Compounds / PaSOC. Kimswerd, The Netherlands.
- ► Leroy, D., et al. (2017). Projet Biotes Développement et validation du monitoring des substances prioritaires DCE sur la matrice «biotes», Rapport final de recherche, ISSeP.
- Miège, C., Mazzella, N., Allan, I., Dulio, V., Smedes, F., Tixier, C., Vermeirssen, E., Brant, J., O'Toole, S., Budzinski, H., Ghestem, J. P., Staub, P. F., Lardy-Fontan, S., Gonzalez, J. L., Coquery, M., & Vrana, B. (2015). Position paper on passive sampling techniques for the monitoring of contaminants in the aquatic environment Achievements to date and perspectives. Trends in Environmental Analytical Chemistry, 8, pp. 20–26.
- Smedes, F.; Booij, K. (2012). Guidelines for passive sampling of hydrophobic contaminants in water using silicon rubber samplers. ICES Techniques in Marine Environmental Science (TIMES). Report. https://doi. org/10.17895/ices.pub.5077
- ► Vrana, B., Allan, I. J., Greenwood, R., Mills, G. A., Dominiak, E., Svensson, K., Knutsson, J., & Morrison,

- G. (2005). Passive sampling techniques for monitoring pollutants in water. TrAC Trends in Analytical Chemistry, 24(10), pp. 845–868.
- ▶ Wund, P. (2013). Développements d'échantillonneurs passifs pour l'étude de la contamination des eaux par les micropolluants organiques. Thèse de l'Université Bordeaux 1.

#### **Abstract**

Protocols implemented in surface water quality control networks are based, in Wallonia as in other European regions, on a one-time sampling mostly carried out at a monthly frequency. This approach does not always provide an accurate assessment of average concentrations and thus not establish a quantitative balance of the pollutants emitted. In Wallonia, the feedback from the implementation operations to control compliance with the biota environmental quality standards (EQS), provided by the Water Framework Directive (WFD) (2000/60/EC, 2008/105/EC and 2013/39/ EU), experienced the absence or scarcity of biota in 30% of water bodies. The aim of this project is to develop, evaluate and validate the use of passive samplers for the monitoring of EQS of surface water in Wallonia. The aim of this study is to evaluate the use of passive sampling in Walloon surface water quality control strategy and to propose guidelines (period and exposure time, number of replicates, field blanks, conditions of deployment...) for the monitoring of priority substances in the Walloon network.

Two types of passive samplers were selected (Silicone Rubber and POCIS), in order to target four non-polar organic compounds (Fluoranthene, benzo[a]pyrene, hexachlorobenzene and brominated diphenylether) and one polar organic compound (Perfluorooctane sulphonic acid). In 2019, 45 silicones rubbers (SSP-M823, E&H Services, Czech Republic) were deployed during 4 weeks on 4 stations (Meuse, Berwinne, Ourthe and Vesdre Rivers). Meanwhile biota, water and sediments (suspended load) were monitored to compare results. POCIS (PES membrane, Sepra ZT-WAX sorbent) were also deployed on the 4 stations. Concentrations obtained by passive samplers were compared with the results measured in the other matrices. This project has proven that passive samplers allow to detect the presence of pollutants which remain below the limit of quantification when classical sampling methods are used for monitoring surface waters.

## **MISSOURI**

## MicroplasticS in Soil and grOUndwateR: sources, transfer, metrology and impacts

Intervenants ISSeP : Joris A. Contact : a.joris@issep.be

**Durée**: juillet 2020 — novembre 2021

Partenaires: INERIS, VU

**Financement**: ADEME, SPW ARNE, Ministry of Infrastructure and Water Management (NL) (appel SOILveR), fonds propres (Loi Moerman).



#### Contexte et objectif

La présence de microplastiques (MP) est étudiée depuis plusieurs années dans les milieux marins et les eaux de surface. Un besoin d'information se fait ressentir pour les matrices « sol » et « eaux souterraines ». Ainsi, le projet européen MISSOURI s'est dès lors concentré sur les MP dans ces deux matrices , le sol et les eaux souterraines avec pour objectifs de : (i) proposer une définition harmonisée pour les MP (ii) proposer un ensemble de méthodes de laboratoire pour la séparation et l'analyse des microplastiques dans le sol (iii) définir/orienter les priorités pour les futurs projets de recherche sur les M (iv) accompagner la gestion des risques liés à la présence de MPs dans le sol et les eaux souterraines.

Le projet s'est décliné en deux actions principales : faire le point sur l'état des connaissances dans le cadre d'un continuum «sources-transferts-exposition» et mener une étude interlaboratoire à l'échelle européenne (ILS) afin de fournir des recommandations sur les méthodes de séparation et d'analyse des MP dans une idée d'harmonisation.

#### Résultats

1/ Etat de l'art

Un état de l'art a été réalisé en collectant 650 publications scientifiques. Celles-ci ont été classées selon les thèmes suivants :

• Les méthodes de prélèvements, la caractérisation et la quantification des microplastiques dans le sol et leurs occurrences ;

- Les principales sources, les processus de transfert des microplastiques dans le sol et leurs impacts sur les écosystèmes terrestres (fonctions et propriétés du sol, communautés microbiennes, faune et flore);
- Les microplastiques dans les eaux souterraines : leur occurrence, leurs sources, leurs transferts et leurs impacts sur les organismes des eaux souterraines (e.g. Daphnia magna);
- Les principales voies d'exposition et les impacts pour l'homme.

Une enquête a également été réalisée afin de recueillir les constats et opinions des parties prenantes en lien avec les microplastiques (laboratoires d'analyse, fabricants, utilisateurs de microplastiques pour la recherche et développement, chercheurs en science de l'environnement et toxicologues...). Les thématiques abordées étaient les effets sur la santé, les écosystèmes, la qualité de l'eau et les méthodes de caractérisation des MP dans les différentes matrices (eau, sédiment, sol).

L'état de l'art a abouti à une publication et une brochure pédagogique décrivant le transfert des microplastiques dans l'écosystème terrestre (https://www.soilver.eu/news/project-missouri/).

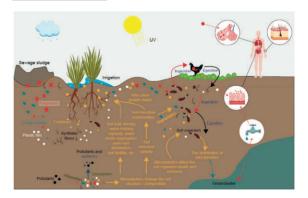
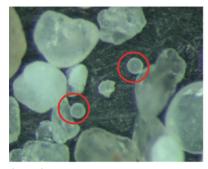


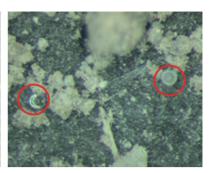
Figure 1 : Transferts de microplastiques dans les écosystèmes terrestres (sols et eaux souterraines) et vers l'homme (Figure extraite de la brochure pédagogique MISSOURI)

#### Essai interlaboratoire européen

Un essai interlaboratoire a été organisé en collaboration avec WEPAL —QUASIMEM sur les MP dans les sols, auquel







QMP006SL 400 x Sol A dopé avec MP de PE, PMMA et PS

QMP008SL 250 x Sol B < 250 µm dopé avec PMMA, PE et PS

QMP009SL 400x Sol B < 2 mm dopé avec PE

Figure 2 : Observations au binoculaire de trois des cinq lots préparés

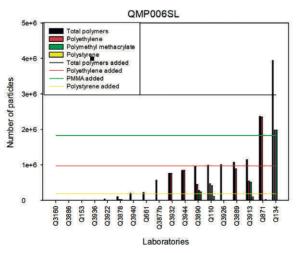
25 laboratoires européens ont participé. Cinq échantillons de sol de deux types (un sable et un sol issu d'un site industriel) ont été dopés avec des microsphères de plastique de natures différentes (polyéthylène (PE), polystyrène (PS) et polyméthacrylate de méthyle (PMMA)) et de tailles variant de 85 à 105 µm (Figure 2). Le dopage a été réalisé soit par le PE uniquement soit par un mélange PE, PS et PMMA.

Les consignes de l'essai interlaboratoire n'imposaient aucune méthode aux laboratoires. Les résultats ont été rendus pour chaque type de MP et le total des MP sur la base du nombre de particules de MP par kg ou sur la base de la masse de MP par kg.

Une grande variation dans les niveaux de MP rapportés a été observée entre les laboratoires pour tous les échantillons testés (Figure 3). Les déviations standards relatives (RSD) du nombre total de MP dans les cinq sols variaient entre 128% et 162%, et des RSD plus faibles ont été trouvés sur

base de la masse de MP : 41% à 80%. Dans les deux cas, on a constaté que les déviations standards relatives étaient trop élevées pour une méthode quantitative fiable. Le même constat ressort des valeurs obtenues lors d'un essai organisé au même moment par WEPAL —QUASIMEM sur des matrices eau et sédiment dopées en MP. Il a été constaté que les déviations standards relatives étaient similaires pour le PE seul et pour le mélange PE, PS et PMMA. Pour les natures de MP étudiés, les mélanges de MP ne semblent pas plus complexes à analyser que l'analyse de MP uniques.

La Figure 4 compare les valeurs rapportées par laboratoire avec les valeurs théoriques de dopage. Il a été constaté des écarts importants entre ces valeurs. Les valeurs mesurées par les laboratoires moyennes pour le PE et le PS étaient un peu plus faibles que les valeurs théoriques de dopage,. Ceci contraste avec le PMMA où les valeurs rapportées sont beaucoup plus basses que les valeurs théoriques de dopage. Les MP de nature PMMA ne furent utilisés que dans les



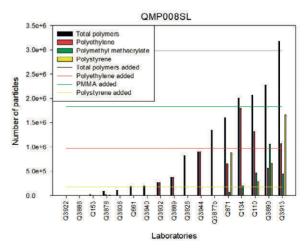


Figure 3 : Nombre de particules MP total obtenu pour l'échantillon de sable dopé QMP006SL (au-dessus) et le sol 250 µm dopé QMP008SL (en dessous).

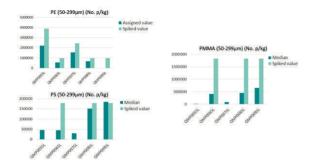


Figure 4 : Comparaison entre les valeurs rapportées par le laboratoire (« assigned value ») et les valeurs théorique de dopage (« spiked value »).

sols dopés avec des mélanges de MP composé de PE, PS et PMMA: il est donc suggéré que le PMMA se comporte différemment du PE et du PS dans les bouteilles en verre. Cela avait été constaté dans l'étude d'homogénéité. En effet, des analyses complémentaires ont montré que 20% de MP de PMMA restait dans le flacon après avoir enlevé l'ensemble de l'échantillon de sol pour analyse, contrairement au MP de PE et de PS dont les résidus dans la bouteille furent négligeables. Cela suggère l'inhomogénéité de la répartition des microsphères de PMMA dans les échantillons de sol stocké en bouteille en verre, qui était peut-être due au transport des échantillons. Cette observation nécessite des investigations supplémentaires.

#### **Conclusions**

Le projet MISSOURI a fourni des propositions pour une définition harmonisée des MP, un protocole standardisé pour caractériser les MP du sol et pour étudier leur comportement et leurs effets sur les écosystèmes terrestres et la santé humaine. L'état de l'art a été publié dans une revue scientifique et sous forme d'une revue pédagogique décrivant le transfert des microplastiques dans l'écosystème terrestre

L'essai interlaboratoire sur les MP dans les sols a démontré que l'analyse est complexe, tout comme pour les matrices eau ou sédiments. Des recommandations ont été émises pour améliorer la préparation de futurs essais interlaboratoires sur les sols. L'ensemble des délivrables sont consultables ici : https://www.soilver.eu/news/project-missouri/.

#### **Perspectives**

Afin d'améliorer les techniques d'analyses, des essais interlaboratoires supplémentaires sur les sols devront être réalisés en tenant compte de certaines pistes d'amélioration : doper les échantillons de sol humide avec une quantité

moindre de MP pour faciliter le dénombrement de ceux-ci et vérifier la distribution des différents types de microplastiques dans les matériaux du sol pour se prémunir des pertes de MP selon le conditionnement utilisé. Davantage de recherches multidisciplinaires sont également nécessaires pour diminuer les risques liés à la propagation de MP dans l'environnement notamment sur les questions liées à la conception des matériaux sources de MP ou encore pour élaborer des politiques intersectorielles respectueuses de l'environnement.

#### **Bibliographie**

- ► Carré, F., Joris, A., Leonards, P., Lamoree, M. (2022). Brochure pédagogique : MISSOURI Microplastiques dans les sols et les eaux souterraines : Sources, transfert, métrologie et impacts, Ineris, France. https:// www.soilver.eu/wp-content/uploads/2021/12/Frenchbrochure-Missouri.pdf
- ▶ Perez, C. N., Carré, F., Hoarau-Belkhiri, A., Joris, A., Leonards, P. E., & Lamoree, M. H. (2022). Innovations in analytical methods to assess the occurrence of microplastics in soil. Journal of Environmental Chemical Engineering, 10(3), 107421.

#### **Abstract**

The one-year European project MISSOURI focuses on microplastics (MP) in soil and groundwater and aims at conducting a state-of-the-art review along a "sources-transfer-exposure" continuum and at participating in a European-scale interlaboratory study (ILS) in order to provide recommendations on separation and analytical methods in an idea of harmonization.

This work aims at proposing a harmonized definition for microplastics, a set of laboratory methods for the separation and analysis of microplastics in soil and at identifying priorities for future projects. It also aims at giving first recommendations for decision-making and management of soil quality regarding the potential risks associated with microplastics in soil and groundwater.

## **PREMISS**

#### Priorisation des composés chimiques émergents dans les sols

Intervenants ISSeP: Bouhoulle E., Jacquemin P.

Contact: el.bouhoulle@issep.be

**Durée**: novembre 2020 – décembre 2021

Partenaires: BRGM (chef de projet), RIVM, Deltares,

Arcadis, Witteveen&Bos

**Financeurs**: SPW ARNE, ADEME, Ministry of Infrastructure and Water Management (NL), OVAM (Appel

SOILveR), fonds propres (Loi Moerman)

#### Contexte et objectif

Le projet PREMISS avait pour but de développer un prototype pour la priorisation des composés émergents (CEs) dans les sols afin d'orienter leur gestion, leur réglementation et la recherche scientifique.

L'ISSeP était responsable de l'inventaire des données existantes sur les CEs dans les sols et autres matrices potentiellement sources de CEs dans les sols.

#### Méthodes

Le projet PREMISS s'est concentré sur 4 groupes de substances (les PFAS, les pesticides, les (alkyl)phénols et les substances pharmaceutiques) et 3 scénarios d'exposition :

- L'exposition à des substances industrielles (REACH) dans les sols (PFAS et alkylphénols).
- L'épandage de boues d'épuration des eaux usées (substances pharmaceutiques et PFOS).
- L'application de pesticides (PPP) sur les sols agricoles.

Ces 4 groupes de substances comprenant un nombre considérable de substances chimiques, l'inventaire des données disponibles de concentrations dans l'environnement a été réalisé sur une sélection de 18 CEs. Trente-deux bases de données (BD) et rapports ont été recensés, dont 20 sources de surveillance contenant des données de fond et 12 des données de matrices (potentiellement) contaminées. La priorisation à l'aide du prototype développé a été réalisée pour ces mêmes 18 CEs.

#### Résultats

Les données d'occurrence de CEs dans les sols sont rares. Seulement 6 des 20 sources de surveillance globale relèvent de la matrice sol. Au contraire, la plupart des BD et rapports relatifs à des pollutions (9 sur 12) se rapportent à la matrice sol.

Douze rapports ou BD incluent des données d'occurrence sur les PFAS dans les sols, données de fond et de pollution confondues (Tableau 1). Tous proviennent des Pays-Bas ou de Flandre. Le PFOA est le composé perfluoré le plus étudié (analysé dans toutes les sources), suivi par le PFOS (analysé dans 83% des sources), puis viennent le PFHpA et le PFHxS (75%). La concentration maximale la plus élevée analysée dans les sols correspond au PFOS (36.100 μg/kgMS). La deuxième concentration maximale la plus élevée correspond au PFOA (380 μg/kgMS).

Les Pays-Bas et la Flandre possèdent des industries de production de PFAS autour desquelles des campagnes de surveillance ont été réalisées. De plus, la réglementation néerlandaise a introduit des valeurs guides pour les PFAS dans les sols en 2019, et la Flandre a fait de même récemment (mars 2021). Ceci explique probablement la disponibilité de données pour ces composés dans les sols. De leur côté, la France et la Wallonie ne disposent pas de BD rassemblant les données sur les PFAS dans les sols.

PFOA	PFOS	PFHXA	PFHxS	PFBA	GenX	N-EtFOSAA	Source	Pays
		Mor	itoring glob	al				
0,19-2,2 (50)	< LQ - 2,1 (50)	0,2 - 0,39 (50)	< LQ (50)	0,35 - 2,6 (50)	< LQ (50)	< LQ (50)	OVAM, 2021	BE-FL
0,62 (100)	0,42 (100)			0,14 (100)	< LQ (37)	0,07 (100)	RIVM, 2020	NL
		P	oint source					
0,97 (100)	0.7 (100)		4	0.23 (100)	0.08 (38)	0.08 (100)	RIVM, 2020	NL
0,3 - 7,7 (11)	- 8			-	0,1-1 (11)		RIVM, 2018	NL
<lq (40)<="" -="" 48="" td=""><td>&lt; LQ - 36100 (61)</td><td>&lt; LQ - 160 (40)</td><td>&lt; LQ - 280 (40)</td><td>&lt; LQ - 12 (40)</td><td>(*)</td><td></td><td>OVAM, 2018</td><td>BE-FL</td></lq>	< LQ - 36100 (61)	< LQ - 160 (40)	< LQ - 280 (40)	< LQ - 12 (40)	(*)		OVAM, 2018	BE-FL
<lq -="" 112<br="">(79)</lq>	0 - 89 (114)	141	< LQ - 5,6 (55)	-	(4)	54	BD Mistral	BE-FL
71-114		Monitoring	global + Poi	nt source				
0,1-380 (6279)	31 (6361)	0,9 (2625)	0,2 (2287)	2,3 (2792)	0,1 (139)	< LQ (1724)	BD PFAS Achter- grondwaarden	NE

Figure 1 : Gamme de concentrations en μg/kgMS de PFAS dans les sols en Belgique (Flandre) et aux Pays-Bas : concentrations minimales et maximales, ou moyennes (nombre d'échantillons analysés).

En ce qui concerne les autres catégories de CEs, seuls 4 des rapports et BD répertoriés rapportent des données d'occurrence dans les sols pour les (alkyl)phénols et 4 pour les pesticides. Les rapports et BD répertoriés ne contenaient pas

de données sur les substances pharmaceutiques retenues (ce qui ne veut pas dire que ces données n'existent pas).

Plusieurs initiatives du Green Deal apportent un cadre européen pour la prévention de la pollution des sols. Toutefois, un cadre réglementaire contraignant permettrait de renforcer les efforts pour atteindre une gestion durable des sols.

L'application du prototype a permis de prioriser les groupes de substances selon leur score de risque lié à l'ingestion d'eau (Figure 1) ou de sol et végétaux contaminés. Le score de risque est défini comme le quotient de l'exposition (tonnages enregistrés dans REACH) par le seuil de préoccupation toxicologique (TTC). Les cercles bleus, jaunes et rouges identifient les CEs à considérer de priorité faible, moyenne ou élevée.

De manière générale, les pesticides ont obtenu des scores de risques élevés et les PFAS des scores de risques faibles. En outre, des regroupements ont été observés : les pesticides ont tous obtenu un score de risque similaire. Les scores de risques élevés pour les pesticides sont liés aux concentrations élevées estimées dans l'eau interstitielle et à la forte toxicité de ce groupe pour l'homme et l'environnement. Les faibles scores de risque obtenus pour les PFAS peuvent s'expliquer par deux facteurs : premièrement par un faible transfert estimé dans les sols, en lien avec les faibles tonnages d'émission (PFOA, PFOS, GenX) ou le faible logKow (PFHxA, PFHxS, PFBA), et ensuite au niveau des risques, par un niveau de toxicité moyen. En effet, les avancées récentes sur la toxicité des PFAS ne font pas partie intégrante du screening développé dans PREMISS. Il est attendu que le score de risque estimé sera plus élevé si des données de toxicité spécifiques sont utilisées. Le 4-NP et le BPA présentent les concentrations les plus élevées dans l'eau et le sol suite à la modélisation des transferts. Ils présentent des scores de risque élevés pour l'écotoxicité directe, et moyens pour les autres voies d'exposition.

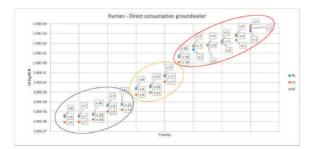


Figure 2 : Priorisation des substances pour le risque d'ingestion par de l'eau contaminée

#### **Conclusions**

L'étude des données d'occurrence de CEs a permis de pointer les améliorations nécessaires pour rencontrer les principes « FAIR¹ » de gestion et réutilisation des données scientifiques. En particulier, celles-ci devraient être systématiquement liées au numéro CAS du composé de même qu'à des métadonnées détaillées afin de permettre leur réutilisation. Le traitement de jeux de données doit être harmonisé, en particulier pour les concentrations inférieures à la limite de quantification.

Le prototype de priorisation a permis d'identifier les groupes de substances ayant un score de risque plus élevé. Le seuil à partir duquel une substance, à l'issue du screening, doit être considérée comme prioritaire et à étudier de façon plus détaillée reste à déterminer.

#### **Perspectives**

La conception de BD harmonisées pour centraliser les données d'occurrence de polluants dans les sols mais aussi d'autres matrices environnementales d'intérêt (boues de STEP, composts, etc.) est préconisée pour permettre la réutilisation de ces données à des fins de recherche et/ou de réglementation pour la protection des sols. Pour les sols, la BD LUCAS² constitue une opportunité idéale.

Le prototype a été développé pour une application à l'échelle nationale (pollution diffuse). L'outil doit être développé et testé pour une utilisation à l'échelle locale voire d'un site spécifique.

C'est principalement l'application pour un screening générique qui a été développée. L'application pour une priorisation plus poussée, sur base de données spécifiques, devra être développée davantage. De plus, d'autres scénarios d'exposition pourraient être ajoutés, comme la pollution industrielle de sols urbains ou encore une pollution localisée en PFAS suite à l'utilisation de produits anti-incendie notamment. La prise en compte de la dégradation des

<sup>1</sup> FAIR (findable, accessible, interoperable and reusable). Plus d'informations sur les principes FAIR : https://www.nature.com/articles/sdata201618

<sup>2</sup> LUCAS (Land Use and Cover Area frame Survey) est une base de données ponctuelle européenne produite par Eurostat. Elle est mise à jour tous les trois ans depuis 2006 afin d'identifier les changements en couverture et utilisation des sols. Elle fournit des observations sur plus de 270 000 points (grille de 2x2km) répartis parmi les états membres (1206 points sur la Wallonie). Des analyses chimiques (notamment certains pesticides et résidus de pesticides) sont prévues dans l'enquête LUCAS de 2022.

composés, des produits de dégradation/transformation et l'évaluation de la toxicité des composés doivent également être améliorées. Enfin, d'autres développements techniques sont envisagés, comme de créer une interface conviviale, d'automatiser l'encodage des données d'entrée ou encore de décliner différentes interfaces en fonction des objectifs de priorisation de l'utilisateur.

#### **Abstract**

The PREMISS (PRioritisation of EMerging chemical compounds In SoilS) project dealt with Contaminants of Emerging Concern (CECs) with a focus on soils and subsoils. The aim of PREMISS was to build a robust and flexible prototype tool for CECs prioritisation in order to propose recommendations for their management, their regulation and for research.

PREMISS studied 4 substance groups (PFAS, (alkyl)phenols, pesticides and pharmaceuticals) and 3 scenarios:

- Industrial chemicals pathway using selected PFAS and alkylphenols as pilot substances.
- Wastewater treatment plant sludge application on soils with a focus on pharmaceuticals and PFOS.
- Plant Protection Product (PPP) application on agricultural fields.

ISSeP carried out the inventory of the existing occurrence data in national databases and reports for these 4 substances groups and for the selected environmental matrices:

soil, groundwater, sediment and wastewater treatment plant sludge.

In general, there is little data on the presence of CECs in soils compared to the aquatic matrix, except for PFAS in Flanders and the Netherlands. The latter have PFAS production plants in their territory and have recently introduced guide values for PFAS in soils. In France and Wallonia, the existing databases do not currently cover the ECs selected in PREMISS.

The prioritisation prototype highlighted substance groups with a higher risk score. Some grouping occurred: notably all pesticides received a similar risk score. PFAS compounds had a relatively low ranking, because of low emission tonnage or low logKow and of middle toxicity value, as the recent knowledge on PFAS toxicity is not part of current developments. It is expected that using substance specific toxicity data, the prioritisation would lead to higher risk scores for PFAS.

The prototype was tested at national scale, for 18 CECs and 3 scenarios, and for screening purposes. Several developments are foreseen for the prioritisation tool, such as automation of input data filling, local or site-specific scale prioritisation, or the addition of other scenarios (eg. urban soils).

## **ISEMA**

#### Évaluation de l'Impact de certaines Substances Emergentes sur la qualité des Milieux Aquatiques : médicaments et perturbateurs endocriniens dans le collimateur

 $\textbf{Intervenants ISSeP}: Chalon, \ C., \ Leroy, \ D., \ Marneffe, \ Y.,$ 

Radoux, M.

**Contact**: y.marneffe@issep.be **Durée**: janvier 2020 à juin 2022

**Partenaires**: SPGE, SPW ARNE (DESU) et SWDE **Financement**: Subvention du SPW au GISREAU.

#### Introduction

En 2019, la Commission Européenne a publié sa stratégie concernant les produits pharmaceutiques dans l'environnement. Ces substances pénètrent dans l'environnement principalement lors de leur utilisation: la voie diffère selon l'usage, humain ou vétérinaire. La stabilité chimique et/ou métabolique de certains produits pharmaceutiques explique que jusqu'à 90 % de la substance active est excrétée sous sa forme d'origine. En Europe, la consommation de médicaments a pratiquement doublé durant la première décennie du 21ème siècle (50 à 150 g par an et par habitant). En Europe. la Belgique fait partie des 5 Etats Membres dont la consommation, par habitant, d'antibiotiques et de médicaments destinés à abaisser le taux de cholestérol est la plus élevée. Les produits pharmaceutiques sont souvent concus pour agir à de faibles concentrations. Ceux qui persistent dans l'environnement et se propagent dans l'eau ou s'accumulent dans les biotes peuvent présenter un risque en raison de leur toxicité. L'inventaire des substances médicamenteuses et des hormones présentes dans le cycle anthropique de l'eau (projet IMHOTEP) a notamment mis en évidence la présence de nombreux résidus médicamenteux (RMs) dans les eaux de surface wallonnes, avec les concentrations les plus élevées pour les 44 RMs les plus fréquents dans les eaux de surface situées au nord du sillon Sambre et Meuse.

Les **perturbateurs endocriniens (PE)** sont des substances ou des mélanges exogènes altérant les fonctions du système endocrinien et induisant donc des effets nocifs sur la santé d'un organisme intact, de ses descendants ou sous-populations. Leur présence constitue un défi majeur, tant pour la santé humaine que pour l'environnement. Les

perturbateurs endocriniens agissent sur les populations à tout âge, mais les effets aux stades de développement les plus précoces sont les plus importants. Par ailleurs, ils agissent également à des concentrations généralement très faibles. Le milieu aquatique constitue un récepteur important de ces substances. Les perturbateurs endocriniens peuvent entrer dans les eaux de surface par différents canaux, dont les effluents de stations d'épuration, les eaux de ruissellement des milieux urbains et des routes, et celles issues des sols agricoles. Le projet BIODIEN a permis de démontrer l'intérêt d'utiliser des bioessais comme méthodes de screening en vue de détecter la présence de PE dans les eaux et de mesurer une activité de perturbation endocrinienne globale, prenant en compte l'ensemble des substances présentes dans l'échantillon.

#### Objectif et mise en œuvre

Le projet ISEMA a pour principal objectif de consolider les données acquises dans le cadre des programmes IMHOTEP (RMs) et BIODIEN (PE) par 180 analyses de RMs et 140 analyses d'activités oestrogéniques et androgéniques complémentaires pour mieux étudier des sources potentielles importantes de ces molécules. Pour rencontrer cet objectif, des prélèvements ont été effectués dans les rejets et les milieux récepteurs (amont/aval) :

- d'hôpitaux et des STEP publiques traitant leurs rejets :
- d'entreprises pharmaceutiques et des STEP publiques traitant leurs rejets ;
- de maisons de repos (amont/aval uniquement) ;
- de déversoirs d'orage (D0).

De plus, suite aux inondations de juillet 2021 et à l'arrêt de certaines STEP publiques endommagées, il a été décidé de faire quelques prélèvements pour évaluer l'impact de ces arrêts sur les teneurs en molécules et les niveaux d'activités endocriniennes visés par cette étude.

Il est important de souligner que le relativement faible nombre de prélèvements (les 180 prélèvements, i.e. 90

prélèvements amont/aval) répartis dans ces différentes catégories ne permet pas d'avoir une vue représentative de chaque type de rejet analysé en Wallonie. Il faut plutôt les voir comme des études de cas apportant néanmoins des informations intéressantes quant à l'impact de substances émergentes présentes dans certains types de rejets sur les milieux récepteurs.

#### Principaux résultats

Résidus médicamenteux (RMs)

Parmi les principales molécules de RMs retrouvées dans les milieux récepteurs de ces rejets. quatre analgésiques/AINs (paracétamol, tramadol, hydroxvibuprofène et diclofénac) ont été détectés/ quantifiés dans la quasi-totalité des échantillons prélevés en aval (mais déjà fréquents en amont) à des concentrations moyennes souvent supérieures à 100 ng/l, l'hydroxyibuprofène et le paracétamol dépassant même les 1000 ng/l (1 μg/l) en aval des différents types de rejets. En ce qui concerne l'évolution des concentrations d'amont en aval. le constat est contrasté en fonction de la molécule et du fait que le rejet est épuré ou non. Le diclofénac, réfractaire au traitement en STEP, augmente souvent en aval des rejets. Pour le paracétamol, l'ibuprofène et l'hydroxyibuprofène, on observe une diminution des concentrations en aval du rejet épuré en STEP publique (exemple les STEP qui traitent notamment des rejets d'entreprises pharmaceutiques) et une augmentation dans le cas de rejets non épurés (DO, hôpitaux, STEP à l'arrêt suite aux inondations).

Cinq cardiovasculaires (sotalol, l'irbesartan, losartan, aténolol et acide fénofibrique) ont été détectés/ quantifiés dans la quasi-totalité des échantillons prélevés en aval des rejets étudiés à des concentrations moyennes souvent supérieures à 100 ng/l pour le sotalol, le losartan et l'acide fénofibrique en aval des différents types de rejets étudiés. Ce dernier dépasse même les 1000 ng/l (1 µg/l) en aval de certains rejets (DO, STEP liées aux entreprises pharmaceutiques). Pour l'irbésartan, le losartan et l'acide fénofibrique, on observe souvent une augmentation des concentrations en aval des rejets étudiés.

Trois neuroleptiques (carbamazépine, l'époxycarbamazépine (métabolite) et la venlafaxine) ont été détectés/quantifiés dans plus de 85 % des échantillons prélevés en aval des différents types de rejets étudiés. C'est en aval des hôpitaux (ou des rejets de STEP recevant des effluents d'hôpitaux) que les concentrations les plus élevées ont été quantifiées (moyennes ca 100 ng/l en aval et maxima1200 - 1600 ng/l). Les concentrations les plus élevées sont liées à des rejets directs (sans passage par STEP) d'établissements hospitaliers (en particulier deux cliniques psychiatriques) et qui se font dans des milieux récepteurs de petite taille (faibles débits) et donc plus vulnérables (les concentrations tant en amont qu'en aval sont plus élevées que dans les milieux récepteurs de grande taille).

antibiotiques (triméthoprime, Trois sulfaméthoxazole et clarithromycine) ont été détectés/quantifiés dans ± 90 % des échantillons prélevés en aval des différents types de rejets étudiés. L'azithromycine a été quantifiée/détectée dans environ 80 % des échantillons « aval ». Les concentrations moyennes sont inférieures à 100 ng/l, mais ponctuellement, les concentrations maximales peuvent dépasser les 100 ng/l, en particulier pour le sulfaméthoxazole, la clarithromycine et l'azithromycine. Les tendances à l'augmentation des concentrations en aval des reiets sont variables d'un reiet à l'autre et principalement observées en aval des STEP qui traitent notamment les rejets des entreprises pharmaceutiques, en aval de certaines STEP à l'arrêt suite aux inondations et en aval de certains déversoirs d'orage.

L'ioméprol et l'iopromide ont été détectés/quantifiés dans 60 à 100 % des échantillons, suivant le type de rejets étudié. C'est dans les échantillons prélevés en aval des STEP recevant des effluents d'entreprises pharmaceutiques que les occurrences sont les plus élevées. Ces STEP publiques traitent évidemment d'autres types de rejets, et notamment ceux d'hôpitaux; ces deux agents de contraste étant plutôt marqueurs de cette activité (et les patients qui retournent chez eux continuent également à les excréter). Ils ont été quantifiés à des concentrations élevées, particulièrement en aval des STEP recevant notamment des effluents d'entreprises pharmaceutiques et en aval de certains déversoirs d'orage (concentrations maximales > 20 000 ng/l).

Parmi les **diurétiques**, **l'hychlorotiazide** présente des occurrences élevées quel que soit le type de prélèvement envisagé. Les concentrations moyennes sont toutefois < 100 ng/l, même si les concentrations maximales peuvent par endroits dépasser les 100 ng/l. Les **antiulcéreux**, les

**antiparasitaires** et les **hormones** présentent des occurrences et des concentrations nettement plus faibles.

Perturbateurs endocriniens (PE) (activités)

L'activité oestrogénique est essentiellement induite par les rejets d'hôpitaux et les STEP associées (0.35-99 ng E2 ég/l), les eaux de surface prélevées en aval des STEP à l'arrêt (< LQ et 10 ng E2 ég/l) et certains D0 (< LQ et 18 ng E2ég/l). L'activité anti-oestrogénique est moins fréquente mais a pu être quantifiée dans 3 rejets de STEP (1.4-10 4-HT ég/l) et à l'aval de certaines STEP à l'arrêt suite aux inondations de juillet 2021 notamment. L'activité anti-oestrogénique est plus fréquente dans les rejets de STEP en comparaison aux autres types de rejets. Celle-ci pourrait masquer une partie de l'activité oestrogénique des rejets de STEP. L'apparition d'effets anti-œstrogéniques concomitants à la diminution de l'activité oestrogénique au cours du traitement des eaux usées est bien documentée par la littérature scientifique. Les activités androgéniques (quelques quantifications en aval des rejets d'hôpitaux, de STEP (à l'arrêt ou non) et de maisons de repos) et anti-androgé**niques** présentent des occurrences nettement plus faibles.

Une recherche de corrélation entre l'activité oestrogénique et les concentrations en estrone (E1) a été réalisée. Cela concerne 27 échantillons pour lesquels ces informations communes étaient disponibles (eaux de surface uniquement). Une corrélation significative a ainsi pu être mise en évidence. Ceci n'a rien d'étonnant puisqu'il est reconnu que ce sont les hormones (naturelles et de synthèse) qui sont les plus puissantes pour les bioessais basés sur l'interaction avec le récepteur humain à œstrogène.

#### **Conclusions**

Même si le nombre de prélèvements ne permet pas d'avoir une vue représentative de chaque type de rejet analysé, ces résultats montrent néanmoins que les différentes émissions peuvent constituer des apports non négligeables en RMs et PEs dans les eaux de surface et doivent faire l'objet d'une préoccupation croissante en termes de gestion de ces polluants émergents.

L'analyse des risques écotoxicologiques réalisée sur l'ensemble des RMs a pu mettre en évidence l'existence d'un risque potentiel sur le milieu récepteur pour 18 RMs soit près de 40 % des molécules recherchées dans le cadre d'ISEMA. Cette analyse a également permis de montrer que 55 des 68 sites étudiés (soit 80 %) présentaient un risque pour au moins un RM.

Il convient toutefois de nuancer ce constat en rappelant ici que la moitié des points de prélèvements se situent à l'aval direct de rejets importants et qu'ils ne sont donc pas représentatifs de l'ensemble de la masse d'eau. Par ailleurs, la plupart des STEP à l'arrêt suite aux inondations ont maintenant redémarré et les déversoirs d'orage ne sont en surverse que pendant un temps limité. Cette analyse de risque correspond donc plutôt à une situation « worst-case ».

#### **Recommandations et perspectives**

Les recommandations émises dans le cadre d'IMHOTEP (RMs) et de BIODIEN (PE) restent évidemment valables, tant celles adressées au Pouvoir fédéral (notamment pour la mise sur le marché des médicaments) que celles qui relèvent des compétences de la Wallonie (et plus particulièrement ici sur les **eaux de surface**) :

- En priorité, développer un réseau belge (voire européen) sur la présence de RMs et de PE dans l'environnement.
  - Soutenir et suivre les recommandations proposées au niveau européen, qui ont été développées dans le cadre d'une approche stratégique concernant les résidus de médicaments dans l'environnement;
  - Concevoir des substances pharmaceutiques plus respectueuses de l'environnement;
  - Mettre en place des conditions d'autorisation de mise sur le marché des substances pharmaceutiques plus sévères;
  - Réaliser des recherches supplémentaires pour obtenir des informations additionnelles concernant le devenir, le comportement et les impacts des substances pharmaceutiques et des perturbateurs endocriniens dans l'environnement;
- Faire un monitoring plus systématique de ces substances dans les émissions jusqu'à présent peu étudiées et sources potentielles de charges importantes.
- En ce qui concerne les PE qui regroupent de nombreuses familles de molécules et dont les effets peuvent se combiner (synergie – effet cocktail), utiliser les bioessais en screening (monitoring d'effet) en complément des analyses chimiques et établir les impacts environnementaux potentiels de différentes matrices (déversoirs d'orage,

eaux de ruissellement, rejets de STEP, rejets industriels, ...). Utiliser les bioessais pour vérifier l'efficacité des traitements épuratoires des STEP (IN/OUT).

#### **Abstract**

In 2019, European Commission published a communication regarding European Union Strategic Approach to Pharmaceuticals in the Environment. Drug residues (DR) that persist in the environment and spread into water or accumulate in biota may induce a risk due to their toxicity. Moreover, the issue of endocrine disruptors (ED) potentially altering the functions of the endocrine system at very low concentrations is a priority. Endocrine disruptors can enter surface water through various channels, including effluents from wastewater treatment plants, runoff from urban areas and roads and from agricultural soils, direct discharges into surface water or even accidental releases.

The monitoring of ED and DR in surface waters and in relevant effluents for a better understanding of their sources is therefore an important issue. Samples were taken in selected effluents of hospitals, pharmaceutical factories, urban wastewater treatment plants (WWTP) and storm overflows. The aim of the present study was to carry out a characterization campaign of the level of endocrine disruption of a representative selection of effluents. In particular, it aimed at determining the (anti-)estrogenic and (anti-) androgenic

activities of the effluent samples evaluated using genetically modified yeast bioassays (YES and YAS tests). These activities were also assessed in the receiving rivers, upstream and downstream of the effluents. One of the interest of these bioassays, which are more sensitive and generally less costly than some chemical analyses, is their use as screening tools for the quality of effluents and surface waters to prioritize their management. Moreover, 47 DR and 4 activity tracers were also analyzed upstream and downstream of the effluents.

Even if the relatively small number of samples distributed in different categories of waste water does not allow a representative view of each type of discharge (hospitals, wastewater treatment plants, nursing homes or storm drains), these results show nevertheless that these types of waste water discharge non-negligible inputs of RMs and PEs into surface waters and should raise concern as regards managing emerging pollutants. The analysis of ecotoxicological risks carried out on all the DR highlighted the existence of a potential risk for the receiving environment for 18 DR, i.e. nearly 40% of the molecules analysed in the framework of ISEMA. This analysis also showed that 55 out of the 68 sites studied (i.e. 80%) presented a risk for at least one DR. It should be noted that these analyses were conducted in more exposed environments, representing worst case scenarios.

## INDAIRPOLLNET INDoor AIR POLLution NETwork

**Intervenants ISSeP**: Bergmans, B. **Contact**: b.bergmans@issep.be

**Durée**: 2018-2023



Partenaires : 77 partenaires européens (plus de 200 experts au total)

experts au total)

Financeur: European Cooperation in Science and

Technology (COST)

COST (Europen Cooperation in Science and Technology) is a funding agency for research and innovation networks. Our Actions help connect research initiatives across Europe and enable scientists to grow their ideas by sharing them with peers. This boosts their research, career and innovation. www.cost.eu

#### Contexte et objectif

Dans les pays développés, nous passons 90% de notre temps à l'intérieur, et c'est donc là que nous sommes majoritairement exposés à la pollution atmosphérique. Les concentrations de nombreux polluants atmosphériques peuvent être plus élevées à l'intérieur qu'à l'extérieur, en particulier après des activités telles que le nettoyage et la cuisson. De plus, les mesures d'efficacité énergétique, prônée actuellement dans le cadre de la réduction des émissions de gaz à effet de serre, rendent les bâtiments nettement plus étanches. Cela a pour effet d'augmenter encore d'avantage les concentrations de polluants intérieurs en cas d'absence de système de ventilation contrôlée. Malgré ces constats, la réglementation européenne se concentre actuellement principalement sur l'air extérieur. Par conséquent, l'environnement intérieur est beaucoup moins bien caractérisé. Ce projet est une belle opportunité pour l'ISSeP de se focaliser sur cette thématique, qui est devenue une compétence régionale.

L'objectif principal du réseau INDAIRPOLLNET est de définir un plan directeur pour une campagne optimale de

caractérisation chimique de l'air intérieur, pertinente selon l'utilisation des hâtiments

#### Méthodes

Ce financement européen permet de privilégier les échanges entre experts de la qualité de l'air intérieur (chimie, biologie, normalisation, caractérisation des particules, toxicologie, évaluateur de l'exposition ...), mais également avec des spécialistes de la construction (génie civil, matériaux de construction, physique, ingénierie et ventilation ...), afin d'améliorer la compréhension globale de la thématique.

Six groupes de travail (WGs dans Figure 1) travaillent sur des objectifs spécifiques afin d'élaborer une note de synthèse à destination des parties prenantes concernées telles que les architectes, ingénieurs du bâtiment, politiques et fabricants d'instruments.

#### **Diagram of Action**

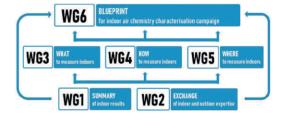


Figure 1 : Schématisation du programme de travail articulé en 6 groupes de travail (WG – Working groups)

Toutes les informations sur le but, les objectifs spécifiques de ce projet et le travail réalisé au sein de chacun de ces WP sont disponibles sur le site : https://indairpollnet.eu/

#### **Conclusions**

INDAIRPOLLNET s'est terminé en mars 2023 et aura permis de réunir plus de 240 scientifiques autour de la thématique de l'air intérieur. De nombreux documents de synthèse sur les molécules d'intérêts à mesurer en air intérieur en fonction de leur présence et toxicité, les protocoles de prélèvements, les manières de limiter leur émissions et l'interaction air intérieur / extérieur ont été rédigés. L'ISSeP a joué un rôle important au niveau du WP4 et plus précisément en

co-coordonnant les tâches relatives aux mesures des poussières fines et ultrafines.

De nombreuses publications scientifiques ont été produites. L'ISSeP a directement participé aux publications suivantes :

- Bergmans, B., Cattaneo, A., Duarte, R., Gomes, J., Saraga, D., Ródenas García, M., Querol, X., Liotta, L., Safell, J., Spinazzé, A., Rovelli, S., Borghi, F., Cavallo, D., Villanueva, F., Di Gilio, A., Maggos, T. & Mihucz, V. (2022) Particulate matter indoors: a strategy to sample and monitor size-selective fractions, Applied Spectroscopy Reviews, 57:8, 675-704, DOI: 10.1080/05704928.2022.2088554
- ▶ Duarte, R., Gomes, J., Querol, X., Cattaneo, A., Bergmans, B., Saraga, D., Maggos, T., Di Gilio, A., Rovelli, S., Villanueva, F. (2021) Advanced instrumental approaches for chemical characterization of indoor particulate matter, Applied Spectroscopy Reviews, 57(8), 705-745, DOI: 10.1080/05704928.2021.2018596
- ► Spinazzè,A., Borghi, F., Rovelli, S., Mihucz, V.G., Bergmans, B., Cattaneo, A. & Cavallo, D.M. (2022) Combined and modular approaches for multicomponent monitoring of indoor air pollutants, Applied Spectroscopy Reviews, 57(9-10), 780-816, DOI: 10.1080/05704928.2021.1995405
- ▶ Ródenas García,M., Spinazzé, A., Branco,P., Borghi, F., Villena, G., Cattaneo, A., Di Gilio, A., Mihucz, V., Gómez Álvarez, E., Ivan Lopes,S., Bergmans, B., Orłowski, C., Karatzas, K., Marques, G., Saffell, J. & Sousa, S. (2022) Review of low-cost sensors for indoor air quality: Features and applications, Applied Spectroscopy Reviews, 57:9-10, 747-779, DOI: 10.1080/05704928.2022.2085734

De nombreux liens avec d'autres scientifiques et instituts ont été initiés et ce sont concrétisés par le dépôt de 2 propositions de recherche (HE Catch4Health et LIFE ACT4AIR).

#### **Perspectives**

Le réseau créé grâce à ce projet a permis de tenir une réunion du WG4 sur les micro-capteurs en février 2023 à l'IS-SeP afin de planter les bases d'une future collaboration sur la thématique des réseaux de capteurs et l'intelligence artificielle. Une réflexion sur le dépôt d'une nouvelle proposition de recherche LIFE est également en cours.

#### **Abstract**

INDAIRPOLLNET (INDoor AIR POLLution NETwork) improves our understanding of the cause of high concentrations of indoor air pollutants. It assembles experts in laboratory and chamber experiments, modelling studies and measurements of relevance to indoor air quality (IAQ), including outdoor air chemists. This Action aims to significantly advance the field of indoor air pollution science, to highlight future research areas and to bridge the gap between research and business to identify appropriate mitigation strategies that optimize IAQ. The overarching aim of this network is to define a blue-print for the optimal indoor air chemical characterization campaign, which is relevant for the buildings we use and for the way that we use them. Impact of ISSeP was mainly on WP4h related to indoor measurement of fine and ultrafine dust, but also on low cost sensors and related activities.

CAPTEUR CO<sub>2</sub>

## Fourniture et suivi de capteurs portatifs pour la mesure du dioxyde de carbone $(CO_2)$ dans les écoles

**Intervenants ISSeP**: Simon BOTTON, Yves DESWAEF, Alain CAPRIOLI, Marie GOHY, Laurent SPANU.

Contact: m.gohy@issep.be

**Durée**: 2019-2021

Partenaire: ASBL HYPOTHESE

Financeur: AwAC et SPW ARNE - CPES (Plan ENVIeS)

#### Contexte et objectif

Le projet « capteurs CO<sub>2</sub> » visait à sensibiliser le milieu scolaire aux enjeux de la qualité de l'air intérieur et à l'importance d'adopter de bonnes pratiques de ventilation dans les classes. Plus largement, il s'inscrivait dans le développement de mesures de prévention des risques sanitaires environnementaux souhaité par le Gouvernement wallon.

#### Méthodes

Afin de récolter un grand nombre de données dans les écoles, ce projet de sciences participatives a fait appel aux écoles primaires et secondaires wallonnes pour s'inscrire au projet dans le courant de l'hiver 2019-2020. Cinq cents capteurs (ATAL Envix MB390SD — Figure 1) permettant la visualisation des concentrations en CO<sub>2</sub>, de la température et de l'humidité relative en temps réel et enregistrant les données en continu ont été distribués aux écoles participantes.



Figure 1: Tableau de bord du capteur ATAL ENVIX MB390SD

Les écoles se sont engagées à participer à une courte séance d'informations sur la pollution intérieure et les bonnes pratiques de ventilation, à effectuer des mesures dans leur classe à l'aide du capteur de novembre 2020 à février 2021 et à retourner les données enregistrées à l'ISSeP.

Onze séances d'informations d'environ 2h ont été organisées en Wallonie et en ligne auxquelles un peu plus de 250 enseignants ont participé. Afin que les enseignants et élèves s'approprient le capteur, divers outils pédagogiques en relation avec l'utilisation du capteur ont également été proposés par l'ASBL Hypothèse et présentés lors de ces séances d'informations.

A la fin de la période de mesures, les participants ont été invités à renvoyer les données à l'ISSeP et à compléter un questionnaire en ligne. Ce questionnaire comprenait toute une série de questions relatives au bâtiment et à la classe (dimension, nombre de fenêtres, chauffage, ...), aux habitudes de ventilation des enseignants ainsi que le planning d'occupation du local (horaire et nombre d'occupants). Ces informations complémentaires ont permis d'exploiter les données reçues de la manière la plus objective et cohérente possible. Ces données concernaient 210 classes dans 149 écoles différentes.

En juin 2021, chaque école participante a reçu un rapport détaillé et individualisé reprenant ses résultats, des commentaires et observations sur les valeurs mesurées ainsi des conseils personnalisés pour améliorer la qualité de l'air dans la classe.

#### Résultats

Les résultats (Figure 2 et Figure 3) montrent que, malgré le renforcement de la ventilation dans les classes, les concentrations mesurées dépassent régulièrement les valeurs-guide définies dans le Guide AD'Air (HVS, 2018), valeurs de référence actuelles en Wallonie (Critère d'intervention Cl – 1500 ppm et critère de vigilance CV – 1000 ppm). Ces valeurs sont pourtant moins contraignantes que les valeurs imposées par la FWB (Circulaire 8360 du 26/11/2021) durant la crise COVID (valeurs respectives de 1200 et de 900ppm), période pendant laquelle se sont déroulées les mesures.

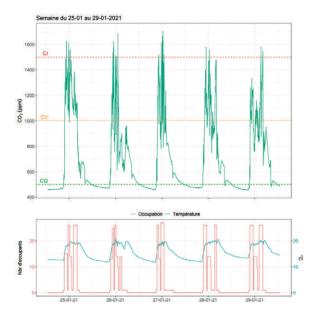


Figure 2 : Evolution en CO<sub>2</sub>, de la température et du nombre d'occupants dans une classe (CQ-critère de qualité, CV-critère de vigilance, CI-critère d'intervention)

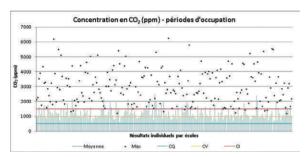


Figure 3 : Concentrations en CO2 (ppm) mesurées dans chaque école durant les périodes d'occupations des locaux (CQ-critère de qualité, CV-critère de vigilance, CI-critère d'intervention)

Un rapport globalisant l'ensemble des résultats individuels est disponible sur la page web du projet : https://www.issep.be/capteur-co2/ .

#### **Conclusions**

Les mesures ayant été effectuées dans un grand nombre d'écoles en Wallonie, ce projet a permis de faire un état des lieux de la qualité de la ventilation des classes. Cet état des lieux a cependant été réalisé pendant la pandémie COVID19 alors que le mode de fonctionnement de certaines écoles était perturbé (classes occupées moins fréquemment, nombre d'élèves par classe réduit...).

Il apparaît que se conformer aux valeurs du Guide Ad'Air (HVS, 2018) dans l'ensemble des classes en Wallonie pourrait demander des investissements plus ou moins conséquents selon l'âge et la configuration des établissements

scolaires. La situation serait encore plus compliquée si les valeurs définies dans le cadre de la crise COVID devenaient les nouvelles valeurs de référence.

Ce projet a également démontré l'importance de sensibiliser les acteurs de la vie scolaire à la qualité de l'air intérieur et de les informer des bonnes pratiques de ventilation à adopter. L'usage d'un capteur CO2 semble indispensable pour en assurer la bonne gestion. Suite à ce projet, plus de la moitié des enseignants participants nous ont rapporté avoir modifié leurs pratiques de ventilation et plus d'un tiers, avoir ressenti une amélioration de leur bien-être et de celui des élèves.

Il est également important de relever que le manque de fiabilité des capteurs CO2 est problématique. Sans un contrôle régulier, des valeurs aberrantes peuvent être affichées et les occupants de locaux n'en sont pas conscients.

Bien que ce n'était pas l'objectif initial de l'étude, l'enregistrement en continu de la température des classes a mis en évidence que la gestion du chauffage des bâtiments scolaires n'est pas toujours optimale et devrait être améliorée dans un souci de confort et d'économie d'énergie.

#### **Bibliographie**

- Hainaut Vigilance Sanitaire (HVS), (2018). Guide AD'Air
   Qualité de l'air intérieur dans les écoles. Comment identifier et réduire les risques en matière de santé liés à la qualité de l'air intérieur au sein des écoles ? Guides de bonnes pratiques.
- Circulaire 8360 du 26/11/2021 Covid-19 Stratégie de mise à disposition de détecteurs de CO2 dans l'Enseignement obligatoire et dans l'ESAHR – FWB.

#### **Abstract**

The  ${\rm ~CO}_2$  sensor» project aims to raise awareness in the school environment about indoor air quality challenges and the importance of adopting good ventilation practices in classrooms. More broadly, it is part of the measures developed to prevent environmental health risks supported by the Walloon Government.

In order to meet the objectives of the project, ISSeP purchased 500 sensors (ATAL Envix MB390SD) allowing the visualisation of CO2 concentrations, temperature and

relative humidity in real time. These sensors also allow continuous data recording.

By signing up for the project, primary and secondary schools committed to participate to a short information session on indoor pollution and good ventilation practices and to carry out measurements in their classrooms with the sensor from November 2020 to February 2021. In order for teachers and pupils to appropriate the sensor, various pedagogical tools related to the use of the sensor have also been proposed by the ASBL Hypothèse.

At the end of the measurement period, the participants were invited to return the data to ISSeP and to complete a questionnaire. This questionnaire included a series of questions relating to the building and the classroom (size, number of windows, heating, etc.), the ventilation habits of the teachers and the occupancy schedule of the room (schedule and number of occupants). This questionnaire made it possible

to use the data received in the most objective and consistent way possible. The data concerned 210 classes in 149 different schools.

In June 2021, each participating school received a detailed and individualised report containing their results, comments and observations on the values measured, as well as personalised advice on how to improve the air quality in the classroom. A report summarising all the individual results is available on the project's web page: https://www.issep.be/capteur-co2/.

As the measurements were carried out in a large number of schools in Wallonia, this project made it possible to take stock of the quality of classroom ventilation. However, this inventory was carried out during the COVID19 pandemic when the operating mode of some schools was disrupted (less frequent classroom occupation, reduced number of pupils per class, etc.).

## Evaluer l'exposition aux polluants environnementaux

#### Introduction

La santé humaine peut être influencée par des facteurs environnementaux tels que l'exposition aux contaminants physiques, chimiques, biologiques ou radiologiques présents. En 2019, 11.7% des décès prématurés auraient été causés à des causes environnementales en Belgique (https://www.eea.europa.eu/publications/zero-pollution/health/). Les personnes vulnérables (i.e. enfants et les personnes âgées) sont plus sensibles à la pollution; en outre, les personnes appartenant à des groupes socio-économiques défavorisés ont tendance à être exposées à des niveaux de pollution plus élevés (EEA, 2018). La pollution réduit

également la qualité de vie en affectant la population avec des maladies de longues durées causées par l'exposition à la pollution, telles que l'asthme ou les maladies cardiaques (Figure 1).

Mieux comprendre les liens entre Environnement et Santé est donc primordial pour protéger les groupes vulnérables de la société sur le long terme, mais aussi pour améliorer la qualité de vie de tous. L'ISSeP participe activement à améliorer les connaissances sur les liens Environnement-Santé en développant des techniques pour couvrir toute la

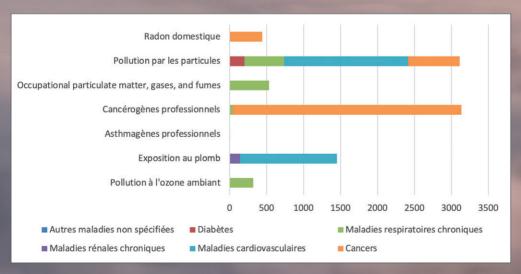


Figure 1 : Nombre de morts prématurés en 2019 en Belgique liés à des causes environnementales. Source : toutes les données se rapportent à 2019 et sont extraites de la base de données de l'IHME sur la charge mondiale de morbidité (© https://www.eea.europa.eu/publications/zero-pollution/health/).

Rapport scientifique 2022 33

chaîne d'une approche « source-transfert-cible » pour différents types de polluants. Par le développement continu des techniques de suivi environnemental, les sources de dangers sont caractérisées (phase I « source »), tant en milieux naturels, qu'industrialisés voire même au sein des domiciles. Puis le mode de transfert des polluants vers l'environnement est étudié (phase II « transfert ») par l'analyse de concentration de polluants dans diverses matrices, ou encore par des simulations numériques. A l'aide des données obtenues lors des deux premières phases, l'impact sur la santé humaine est estimé par la réalisation d'une évaluation des risques sanitaires (phase III « cible ») par l'étude de valeurs toxicologiques, des campagnes de biomonitoring ou encore l'analyse croisée des données environnementales et sanitaires en recourant à des systèmes d'information géographique (SIG).

Ce chapitre présente certains de ces outils pour différents types de polluants (et leurs mélanges) ainsi que des voies d'exposition humaines (i.e. air, sol, eau) très variés. Les associations spatiales entre l'exposition environnementale aux pesticides agricoles et l'incidence de certains cancers sont étudiées dans le projet ELENSA. Puis, l'exposition aux composés pharmaceutiques et perturbateurs endocriniens suite à l'épandage des boues de STEP sur des terrains agricoles est analysée dans le projet CARIBOUH. Le projet OIE s'intéresse à l'exposition personnelle à différents polluants atmosphériques.

L'intégration de tous ces outils de gestion de risques est un moyen essentiel pour faire évoluer notre environnement vers un environnement durable et résilient. En 2022, l'ISSeP a consolidé ses savoir-faire en participant au partenariat européen pour l'évaluation des risques liés aux substances chimiques « PARC ». Ce projet financé dans le cadre du programme ou par le programme HORIZON EUROPE a pour ambition de concevoir une évaluation des risques des substances chimiques de nouvelle génération afin de mieux protéger la santé et l'environnement, dans une approche «ONE HEALTH». Il contribuera à soutenir la stratégie de l'Union européenne (UE) pour la durabilité dans le domaine des produits chimiques et à l'ambition « zéro pollution » du Green Deal.

#### **Bibliographie**

European Environment Agency – EEA (2018) Unequal exposure and unequal impacts: social vulnerability to air pollution, noise and extreme temperatures in Europe EEA Report No 22/2018. ISBN: 978-92-9480-047-3

## **ELEnSa**

## Étude de l'association entre l'exposition environnementale aux pesticides agricoles et l'incidence de certains cancers

 $\textbf{Intervenants ISSeP}: Champon, \, L., \, Habran, \, S., \, Peeters, \,$ 

M., Philippart, C., Remy, S. **Contact**: s.habran@issep.be **Durée**: 2019 – 2022

**Partenaires**: Université de Lille (France), Fondation

Registre du Cancer (FRC)

**Financement**: Fonds Propres (Loi Moerman)

#### Contexte et objectif

Les risques liés à l'émission de produits phytopharmaceutiques (PPP) dans l'environnement constituent un sujet de préoccupations environnementales et sanitaires. Chaque année, d'importantes quantités de PPP sont en Wallonie par le secteur agricole (> 95% de l'utilisation wallonne). Démontrer le lien de cause à effet entre la présence des PPP et certaines maladies n'est pas chose aisée. Cependant, de lourds soupçons pèsent sur ces produits pour des pathologies comme la maladie de Parkinson, le cancer de la prostate, certains cancers hématopoïétiques, ou encore les leucémies et les malformations congénitales chez les enfants. L'ISSeP a dès lors réalisé une première étude exploratoire pour investiguer, en Wallonie, les disparités spatiales de certaines pathologies potentiellement liées à l'exposition aux pesticides agricoles. Cette étude s'inscrit dans le programme de recherche ELEnSa qui vise à exploiter sous un angle épidémiologique les données collectées et construites dans le projet SIGEnSa (Système d'Information Géographique en Environnement-Santé) afin d'étudier les Liens Environnement – Santé.

#### Mise en œuvre

Le travail s'est décliné en 4 phases :

- Phase 1 : Etat de l'art des pathologies potentiellement en lien avec l'exposition aux pesticides. Sélection d'un premier set de données (incidence des cancers) parmi les pathologies d'intérêt et établissement d'une convention de recherche avec la Fondation Registre du Cancer (FRC).
- Phase 2 : Estimation de l'exposition environnementale aux produits phytopharmaceutiques agricoles (modèle spatial sur l'ensemble de la Wallonie).

- Phase 3: Recherche des facteurs de confusion (i.e. variable associée à l'exposition et à l'événement, mais non impliquée dans le chemin causal entre l'exposition et l'événement) et construction d'un indice socio-économique.
- Phase 4 : Cartographies des maladies (calcul des rapports d'incidence standardisés (SIR) de certains cancers et lissage bayésien). Recherche des associations potentielles via analyses spatiales et statistiques (régression écologique) en partenariat avec l'Université de Lille.

#### Résultats et conclusions

Sur base de la revue de la littérature réalisée, les cancers de la peau, de la prostate, du testicule, du système nerveux central (SNC), ainsi que les cancers hématologiques ont été sélectionnés pour cette étude. Les données d'incidence issues du registre belge des cancers ont été utilisées et agrégées par commune pour les années 2015, 2016, 2017 et 2018 (convention de recherche établie avec la FRC). Après une première analyse des effectifs au cours de la période d'étude (2015-2018), certains cancers ont dû être écartés et d'autres regroupés afin d'assurer des effectifs moyens suffisants par commune pour garantir la robustesse des analyses statistiques.

L'exposition environnementale aux pesticides agricoles est estimée sur base 1) des plans parcellaires agricoles, établis annuellement et localisant les différents types de cultures. et sur base 2) de l'estimation des quantités de substances actives de PPP qui y sont appliqués annuellement. Les différentes étapes de la cartographie de l'utilisation de pesticides agricoles sur les cultures en Wallonie entre 2015 et 2017 sont décrites dans Habran et al. (2022). Des indices ont ensuite été construits sur base d'une analyse de voisinage en ArcGIS pour caractériser et approcher l'exposition potentielle de la population qui vit à proximité des cultures. Ces indices proxy traduisent l'intensité de la pression phytosanitaire au sein des zones habitées en fonction de la proximité des parcelles agricoles, de leur superficie et de la charge totale en substances actives estimée sur les parcelles (Figure 1).

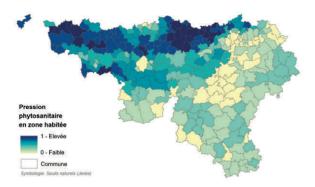


Figure 1: Indice de l'exposition environnementale aux pesticides agricoles sur base d'une analyse de voisinage (rayon de 1000 m). Indice rapporté par commune et normalisé entre 0 et 1.

Les facteurs de confusion pour lesquels des données spatiales existaient ont été pris en compte dans l'analyse. Ainsi, les rapports d'incidence des cancers ont été standardisés sur l'âge, le sexe et le niveau socio-économique. Un nouvel indice de défaveur sociale adapté au territoire de la Wallonie a été construit et a permis cet ajustement. Il est constitué de quatre variables relatives 1) au revenu médian des ménages, 2) au niveau de diplôme de la population, 3) à la part d'ouvriers et 4) à la part de chômeurs parmi la population (Habran & Genin, 2021a).

Le travail de cartographie des maladies, avec le calcul des SIR lissés et ajustés, a ensuite été réalisé pour chacun des groupes de cancers sélectionnés (Figure 2 : cas du mélanome de la peau). Pour certains cancers, particulièrement pour les tumeurs du SNC et les cancers hématologiques, peu de variation spatiale de l'incidence ressortait après standardisation et lissage bayésien. En l'absence d'hétérogénéité spatiale (d'un point de vue statistique), il n'y avait donc pas lieu d'évaluer une potentielle association spatiale au travers d'une régression écologique pour ces cancers. Les régressions écologiques ont par conséquent été testées uniquement sur les mélanomes de la peau, les cancers de la peau non-mélanomes et sur le cancer de la prostate.

Les résultats de cette première étude écologique n'ont montré, à ce stade, aucune association spatiale entre les cancers sélectionnés et une potentielle exposition environnementale aux pesticides agricoles en Wallonie (Habran & Genin, 2021b). Si certaines tendances apparaissent (tendance d'association positive avec le risque de mélanomes et de cancers de la prostate), aucune association statistiquement significative n'a été observée, quel que soit le type de cancer et le type d'exposition environnementale aux pesticides agricoles.

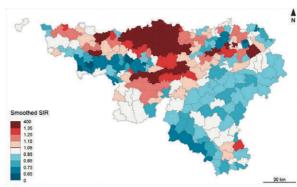


Figure 2 : Répartition spatiale des SIR lissés de mélanomes de la peau ajustés sur l'âge, le sexe et la défaveur sociale, Wallonie, 2015-2018.

#### **Perspectives**

Plusieurs pistes d'amélioration des indicateurs, ainsi que des perspectives peuvent néanmoins être dégagées. Les indicateurs « pesticides » pourraient notamment être affinés afin de mieux prendre en compte le risque pour la santé humaine, via une sélection de certaines substances actives (ex. : groupe fonctionnel tels que les insecticides, substances spécifiques présumées en lien avec certaines pathologies, etc.) ou encore via une pondération selon certains critères. La présence d'éventuelles zones isolées de sur-incidence ou de sous-incidence pourrait aussi être investiguée via les techniques de détection de clusters. De même, l'accès à l'historique de l'exposition de la population à plus long terme serait utile pour ce type d'étude épidémiologique. Enfin, l'association de l'exposition aux pesticides avec d'autres pathologies suspectées, telles que les troubles de la périnatalité, les troubles du comportement, ou les maladies neurodégénératives, pourrait aussi être investiguée au regard de la méthodologie développée et des recommandations mentionnées dans cette étude.

#### Bibliographie

- ► Habran, S. & Genin, M. (2021). Mapping socio-economic factors for environmental health studies in Wallonia: transposition of the French deprivation index. ISEE 2021 33rd Annual Conference for the International Society for Environmental Epidemiology, New-York, USA (hybrid conference).
- ► Habran, S. & Genin, M. (2021). Association entre l'exposition environnementale aux pesticides agricoles et l'incidence de certains cancers : Analyses spatiales et régressions écologiques. Rapport n° 2021-02333, ISSeP, 19 p.

► Habran, S., Philippart, C., Jacquemin, P. & Remy, S. (2022). Mapping agricultural use of pesticides to enable research and environmental health actions in Belgium. Environmental Pollution, 301 (119018). https://doi.org/10.1016/j.envpol.2022.119018

#### **Abstract**

Plant protection products (PPPs) are pesticides used primarily to protect plants and control undesirable plant matter. The extensive application of these pesticides in modern agriculture has led to growing concerns about their adverse consequences to the environment and population health. A first ecological study explored the potential association between residential exposure to agricultural pesticides and general population risk for cancer. Data on pesticide application rates and high-resolution annual datasets of the geographic distribution of crops were used to complete this analysis in Wallonia (Belgium) over the period 2015-2017. Pesticide exposure metrics were estimated using a buffer-based exposure model by neighborhood analysis in ArcGIS. The model takes into account both proximity to

crops, estimated amount of pesticides and acreage treated. Disease mapping based on smoothed SIRs, adjusted for sex, age and socio-economic status, was performed to assess spatial distribution in Wallonia of incidences of skin, prostate, testis, blood cancers, as well as tumors of the central nervous system. Spatial regressions were then investigated. The results of this first ecological study did not show, at this stage, any spatial association (statistically significant) between the selected cancers and potential environmental exposure to agricultural pesticides in Wallonia. In future developments, pesticide metrics should be refined to better take into account the risk to human health by selecting and weighting active ingredients based on their toxicity, volatility, and persistence. Cluster detection methods could also help to investigate unusual areas showing increase or decrease in cancer incidence. Finally, the association of pesticide exposure with other potentially related pathologies, such as neurodegenerative diseases, behavioral or perinatal disorders, could also be investigated with regard to the methodology developed in this study and mentioned recommendations.

## **CARIBOUH**

## Caractérisation et influence des boues de STEP sur la santé humaine

**Intervenants ISSeP** : Bémelmans S., Chalon C., Crevecoeur S., Jacquemin P., Kech C., Marneffe Y., Moïs

E., Nadin C.

Contact: c.kech@issep.be

**Durée du projet** : juillet 2017 - décembre 2023 **Financement** : Fonds Propres (Loi Moerman)

Partenaires : Liège université Gembloux Agro-Bio Tech

### Introduction

Avec la mise en service de nouvelles stations d'épuration (STEP), la quantité de boues produites annuellement est en constante augmentation. En Wallonie, la filière de valorisation principale de ces boues est l'amendement de sols agricoles. Le contrôle qualité réglementaire préalable à l'épandage ne concerne que certains paramètres, dont les polluants organiques « classiques » tels que les HAP, les PCB, ou les hydrocarbures pour lesquelles de nombreuses données sont disponibles. Au contraire, pour les substances dites « émergentes », peu d'études ont été publiées à ce jour.

L'objectif principal du projet CARIBOUH est de dresser le diagnostic de l'impact sur la santé humaine et sur l'environnement de certains polluants émergents potentiellement présents dans les boues de STEP wallonnes utilisées comme amendement de sols agricoles. Le projet s'intéresse plus particulièrement aux composés pharmaceutiques et aux perturbateurs endocriniens (PE).

La mise en œuvre du projet suit une approche « source-transfert-cible » classique. Après une phase de caractérisation des dangers (phase I « source »), le mode de transfert des polluants vers l'environnement est étudié (phase II « transfert »). A l'aide des données obtenues lors des deux premières phases, l'impact sur la santé humaine est estimé par la réalisation d'une évaluation des risques sanitaires (phase III « cible ») (Kech et al., 2019).

## Prioriser les substances et vérifier leur présence

Les composés pharmaceutiques et les PE sont des familles regroupant un grand nombre de substances. Il est dès lors indispensable, dans un premier temps, de limiter et de correctement cibler les molécules à étudier dans le projet. La phase de caractérisation des dangers (phase I « source ») permet donc, à l'aide d'une méthodologie de priorisation interne se basant sur des critères physico-chimiques et réglementaires, de mettre en évidence les polluants émergents présentant les dangers les plus importants pour l'homme et pour l'environnement. Leur présence dans les boues wallonnes a ensuite été confirmée par des techniques de chromatographie à haute résolution (analyses ciblées et non-ciblées en mode suspect). A l'issue de cette étape, une liste de 70 molécules a été arrêtée, et un inventaire plus complet a été réalisé au départ de 160 échantillons de boues prélevés périodiquement pendant une année. Les prélèvements ont été réalisés dans 30 STEP valorisant pour la plupart leur boue en agriculture, réparties sur l'ensemble de la Wallonie et regroupant les différents procédés d'épuration rencontrés (Figure 1). Les PE étudiés appartiennent principalement aux familles chimiques suivantes : alkvlphénols (bisphénol-A, 4-nonylphénol, ...), chlorophénols, phtalates (DEHP, ...), composés perfluoroalkylés (PFAS) (PFOS, PFOA, ...), produits de soins corporels (triclosan, méthyltriclosan, triclocarban, tonalide, galaxolide, filtres UV, butylphénols tertiaires, parabènes, ...) et composés pharmaceutiques (17 principes actifs de médicaments de grandes consommation autorisés en Belgique appartenant à 9 catégories d'action) (Bémelmans et al., 2019).

Au total, 9024 résultats d'analyse sont disponibles pour l'ensemble des échantillons et des substances étudiées. 36% de ces résultats sont supérieurs aux limites de quantification (LQ) qui varient de quelques dixièmes de  $\mu$ g/kg de matière sèche pour la méthode la plus sensible (PFAS) à quelques centaines de  $\mu$ g/kg de matière sèche pour la méthode la moins sensible (phtalates).

A ce jour, les résultats sont toujours en cours de traitement afin d'essayer de dégager des tendances en fonction du type de traitement appliqué en STEP, des capacités des STEP, de la répartition géographique ou de la période de l'année.

En parallèle à la caractérisation chimique, la caractérisation écotoxicologique sur l'ensemble de la matrice boue a été réalisée sur 30 échantillons au travers de tests de phytotoxicité, bioessais classiques et tests YES/YAS pour le potentiel PE.

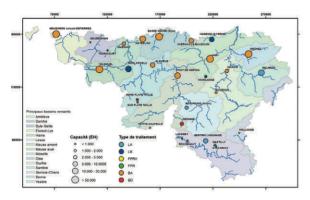


Figure 1. Phase I « source » : répartition, classe de capacité et mode de traitement des 30 STEP prélevées périodiquement pendant 1 année pour la caractérisation chimique et écotoxicologique (LA : lagunage ; LB : lit bactérien ; FPR : filtre planté de roseaux ; BA : boue activée ; BD : biodisque).

### Caractériser les modes de transfert vers l'homme

Suite à l'épandage de boues sur les terres de cultures. les éventuels polluants ainsi apportés dans les sols peuvent soit migrer vers les plantes, soit être lessivés vers les nappes phréatiques. Différents modes de transfert vers l'homme peuvent alors être considérés, liés soit à une exposition alimentaire soit à une exposition cutanée (Figure 2). Trois modes de transfert sont considérés dans les scénarii d'exposition alimentaire : un mode direct lié à l'ingestion des produits cultivés, et deux modes indirects liés à l'ingestion de produits dérivés. L'ingestion d'eau potable provenant de captages d'eau souterraine dont la qualité peut être influencée par le lessivage des polluants éventuellement présents dans les sols amendés est une quatrième voie d'exposition alimentaire prise en compte. Le scénario d'exposition cutanée proposé ici comprend une exposition par contact avec une eau provenant de captages d'eau souterraine. Ce contact se produit typiquement lors de bains ou de douches.

La **phase II** du projet étudie le **transfert** des polluants vers l'environnement après épandage des boues. La

détermination expérimentale des facteurs clés (les facteurs de transfert vers les végétaux BCF, de persistance DT50 et de lessivage Koc) a été réalisée. La culture de maïs sur des parcelles dont la terre a été amendée avec une boue présentant un taux de pollution élevé permet de déterminer les teneurs en polluants transférés dans la plante et de calculer le BCF (Figure 3). En parallèle, des essais en conditions contrôlées ont été mis en œuvre afin de suivre l'évolution au cours du temps des concentrations des polluants dans le sol et d'en déterminer le DT50. L'ensemble des résultats obtenus doit encore être traité.

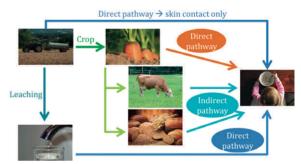


Figure 2. Modes de transfert directs ou indirects potentiels (« direct or indirect pathways ») des substances présentes dans les boues de STEP valorisées en agriculture vers l'homme.

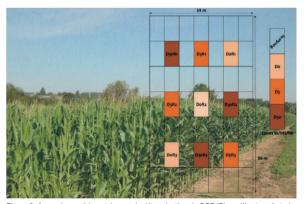


Figure 3. Approche expérimentale pour la détermination du BCF (Phase III « transfert »): culture de maïs grain sur 3 parcelles de sol agricole réparties en 1 parcelle témoin, 1 parcelle amendée selon les pratiques agricoles en RW (3 tonnes/MS/ha), et 1 parcelle amendée à 10 fois la dose nominale (30 tonnes/MS/ha). Chaque parcelle est répétée 3 fois et les 9 parcelles résultantes sont disposées à la manière d'un carré latin.

### Quantifier les impacts sur la santé humaine

En Wallonie, l'évaluation et la gestion des risques liés aux sols fait l'objet de méthodologies générales bien établies, décrites notamment dans le Guide de Référence pour l'Evaluation des Risques (GRER) du Code Wallon de Bonnes Pratiques mis à disposition par le Service Public de Wallonie. Ce guide a été initialement élaboré pour la gestion des pollutions des sols d'origine industrielle. Il reprend néanmoins une série de concepts standards pouvant être

appliqués à l'évaluation des risques liés à l'épandage de boues de STEP en agriculture. En particulier, le GRER décrit les méthodologies qui pourront être mises en œuvre pour (i) caractériser le niveau de risque pour la santé humaine pouvant résulter d'une exposition à une pollution des sols et/ou des eaux souterraines, et (ii) la définition de concentrations maximales admissibles dans les sols pour éviter l'occurrence d'un préjudice à la santé humaine. Les quantités de polluants retrouvées dans les échantillons prélevés en phase I, complétées par des données bibliographiques permettront de fournir une première approche de l'impact de l'épandage des boues de STEP sur la santé humaine.

### **Perspectives**

L'interprétation de l'ensemble des résultats pour les trois phases du projet est en cours de finalisation. Au terme du projet, un inventaire plus complet des polluants présents dans les boues de STEP wallonnes valorisées en agriculture, ainsi qu'une première estimation de l'impact de l'épandage des boues de STEP sur la santé humaine (évaluation des risques sanitaires) seront disponibles.

### **Bibliographie**

► Bémelmans, S., Kech, C., Nadin, C., Frippiat, C. (2019, 6-8 octobre). LC/MS and GC/MS determination

- of emerging pollutants in walloon sewage sludge. ECSM2019 The 5th European Conference on Sludge Management. Liège, Belgique.
- ► Kech, C., Bémelmans, S., Moïs, E., Nadin, C., Frippiat, C. (2019, 8 octobre). Emerging pollutants in Walloon sewage sludge: towards an integrated methodology to evaluate health and environmental impacts of farmland spreading. ECSM2019 The 5th European Conference on Sludge Management. Liège, Belgique.

### **Abstract**

The impact on human health and the environment of emerging substances in urban sewage sludge used in farmland spreading has been poorly explored until now. However this knowledge is essential to guarantee crop quality and preservation of human health and the environment. The purpose of the project CARIBOUH is to quantify levels of endocrine disruptors and pharmaceuticals compounds in Walloon sludge samples, to study their fate and transport in the environment after land application, and finally to evaluate associated health risks.

## OIE

### **Outdoor and Indoor Exposure**

Intervenants ISSeP: Crespin, P., Dury, M., Fernémont, N., Lenartz, F., Maggi, P., Muck, D., Rémy, S., Spanu, L.

**Contact** : f.lenartz@issep.be **Durée** : 2017 – 2021

**Partenaires**: AwAC, CECOTEPE, CENAERO, VITO **Financement**: Fonds Propres (Loi Moerman)

### Contexte et objectif

Les polluants atmosphériques peuvent induire des cancers, maladies cardiovasculaires, problèmes respiratoires, troubles de la reproduction et malformations congénitales, ainsi que des effets indésirables sur l'environnement. La pollution de l'air, tant intérieure qu'extérieure, est pointée du doigt par l'OMS (Organisation Mondiale de la Santé) et considérée comme responsable de près de 7 millions de décès prématurés à travers le monde annuellement. Les directives européennes relatives à la qualité de l'air visent à harmoniser sa mesure ou son évaluation avec pour objectif de préserver la qualité de l'air ambiant lorsqu'elle est bonne et à l'améliorer dans les autres cas.

Pour évaluer l'exposition personnelle à cette pollution atmosphérique, on peut soit se baser sur des mesures, soit sur des résultats de modélisation. Le projet OIE vise à suivre et améliorer certains aspects de ces deux approches, d'une part en réalisant des mesures itinérantes à l'aide de microcapteurs, d'autre part en utilisant un modèle à haute résolution spatio-temporelle pour l'air ambiant et en le couplant avec un modèle d'infiltration pour l'air intérieur. L'ISSeP est aidé par le CECOTEPE, en collaboration avec la HEPL (Haute École de la Province de Liège), pour le développement de la plateforme multi-capteurs portable et économe Antilope. Pour la modélisation, il se fait accompagner par le VITO pour la mise en place du modèle de cartographie de la qualité de l'air ATMO-Street sur la ville de Liège (dont les différentes composantes permettent de traiter les échelles régionale et locale) et par CENAERO pour le développement du modèle MIB qui évalue le transfert de pollution entre l'extérieur et l'intérieur (selon différents modes de ventilation du bâtiment ou du véhicule).

### Méthodes

### 1. Mesure

L'Antilope (Assessment of Indoor and Outdoor Personal Exposure) est un outil polyvalent évaluant la concentration en NO (monoxyde d'azote),  $\mathrm{NO}_2$  (dioxyde d'azote),  $\mathrm{O}_3$  (ozone) et  $\mathrm{PM}_{2.5}$  (particules fines), ainsi que trois paramètres météorologiques T (température), RH (humidité relative) et p (pression atmosphérique) et la localisation. Il peut couvrir les gammes de concentration typiquement observées tant en intérieur qu'en extérieur.

Le capteur  ${\rm PM}_{2.5}$  se base sur le principe de diffusion lumineuse, tandis que les composés gazeux sont mesurés au moyen de capteurs électrochimiques, qui ont une très faible consommation électrique et montrent une assez bonne sélectivité et stabilité par rapport aux autres types de capteurs économes. Le principe de fonctionnement des capteurs électrochimiques repose sur la mesure d'un courant généré par une réaction d'oxydo-réduction, de faible intensité (de l'ordre du nA) et proportionnel à la concentration du gaz cible.

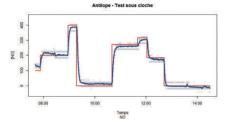
L'appareil enregistre ces paramètres sur une carte µSD. Sa faible masse (~ 500 g) et son encombrement limité (~ 15 cm x 10 cm x 5 cm) font qu'il est tout à fait adapté pour des mesures itinérantes. Son alimentation se fait au moyen d'une batterie externe dont la capacité définit l'autonomie de l'Antilope et son boîtier est composé de trois parties imprimées en 3D. Au total, le coût d'un appareil est d'environ 500 €. L'évaluation de la qualité des mesures a été faite dans un premier temps par des mesures sous cloche au labo et dans un second temps par comparaison avec les instruments de référence du réseau de surveillance.

### 2. Modélisation

La chaîne de modélisation du VITO ATMO-Street et utilisée par l'AwAC à CELINE (respectivement, l'Agence wallonne de l'Air et du Climat et la CELIule Interrégionale de l'Environnement), a également été employée dans OIE pour calculer les niveaux de pollution ambiante à résolution horaire. Les ingénieurs de CENAERO ont, quant à eux, développé







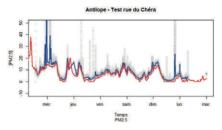


Figure 1 : (En haut à gauche) Quatre Antilopes à côté d'un smartphone. (En haut à droite) Entrailles d'une Antilope alimentée par sa batterie externe. (En bas à gauche) Test réalisé sous cloche. (En bas à droite) Test réalisé à la station de surveillance Val-Benoît.

un modèle d'infiltration du *black carbon* (BC) pour estimer les concentrations de ce polluant à l'intérieur d'un bâtiment ou d'un véhicule. Le choix s'est porté sur ce polluant car il est très peu soumis aux réactions chimiques. Il devrait néanmoins présenter des performances assez proches pour les PM2.5. La validation de ce modèle a été réalisée sur des jeux de données issus de campagnes spécifiques et menées dans deux magasins à Liège. Enfin, ces deux entités de modélisation ont été couplées pour compléter la chaîne de modélisation et pouvoir évaluer l'exposition personnelle à la pollution de l'air au fil du temps.

### 3. Exposition

Afin de comparer l'exposition personnelle selon le mode de transport et l'activité, l'ISSeP a lancé une campagne de science participative où des sujets porteurs étaient équipés pendant une semaine d'une *Antilope* et d'un æthalomètre AE51 pour la mesure du BC, et invités à compléter divers questionnaires relatifs à leurs activités, habitation et éventuels soucis respiratoires durant la période de prêt des instruments. L'AwAC s'est chargée de la campagne à Namur tandis que l'ISSeP a géré celle à Liège.

Les mesures prises par les 99 personnes ayant pris part à l'expérience montrent qu'elles ont passé 81 % de leur temps à l'intérieur (maison ou travail) et 12,3 % à faire des trajets; 31,3 % de ceux-ci correspondent à du temps passé à l'extérieur, 68,7 % à du temps passé dans l'habitacle d'un véhicule. Sur l'ensemble du groupe, les activités au cours desquelles

les concentrations maximales ont été enregistrées sont, pour les PM<sub>2.5</sub>, le sport en intérieur (84 µgm<sup>-3</sup>) et la cuisine (64 µgm<sup>-3</sup>), pour le BC, aller chercher les enfants (6,6 µgm<sup>-3</sup>) et faire un feu (4,7 µgm<sup>-3</sup>). Certains de ces résultats, comme les concentrations maximales de 84 µgm<sup>-3</sup> mesurées lors de l'activité sport intérieur, ne peuvent être expliqués actuellement. Un protocole de mesure plus restrictif pourrait, peutêtre, limiter ou diluer certaines valeurs surprenantes. Tous les participants ont reçu un rapport reprenant leurs mesures quotidiennes ainsi que quelques statistiques personnelles et points de comparaison par rapport au groupe. Un exemple de rapport est disponible au lien suivant : <a href="https://cloud.issep.be/index.php/s/60Ft2zem88f0qWs">https://cloud.issep.be/index.php/s/60Ft2zem88f0qWs</a>.

Enfin, l'application de différentes approches de modélisation pour évaluer l'exposition personnelle à la pollution de l'air a montré une tendance à la sous-estimation quand on utilise uniquement les mesures du réseau de surveillance officiel ou la modélisation même quand on ne considère que l'environnement extérieur :

	[PM <sub>2.5</sub> ] moyenne	[BC] moyenne
Mesures fixes	8 μgm-3	1 μgm-3
Modélisation	9 μgm-3	1 μgm-3
Mesures itinérantes	13 μgm-3	1,7 μgm-3

Tableau 1 - Exposition moyenne aux PM2.5 et au BC évaluée par trois approches

### **Conclusions**

Le projet OIE a permis le développement et la validation d'une plateforme multi-capteurs portable et économe Antilope qui, en combinaison avec un æthalomètre et un GPS, a été utilisée pour évaluer l'exposition personnelle à la pollution de l'air de 99 personnes. L'étude a permis de confirmer que pratiquer du sport en intérieur, cuisiner, aller chercher ses enfants et faire un feu étaient les activités pour lesquelles l'exposition était la plus élevée. Par ailleurs, le modèle ATMO-Street du VITO a été pris en main par l'équipe et implémenté sur Liège, de même que celui développé par CENAERO pour simuler l'infiltration du BC à l'intérieur de bâtiments ou d'habitacles. Un système de couplage a également été programmé pour permettre le calcul de l'exposition personnelle en continu au cours d'une journée. La comparaison des méthodes d'évaluation a montré une sous-estimation des niveaux quand on n'utilisait que les mesures fixes du réseau de surveillance ou la modélisation, par rapport aux mesures itinérantes.

### **Perspectives**

L'étude ouvre des pistes d'amélioration. Concernant la prise de mesure, l'ajout de capteurs destinés à la mesure d'autres polluants tels que les COV (Composés Organiques Volatils). le NH3 (ammoniac) ou le bruit et l'amélioration des performances métrologiques de l'appareil permettrait de préciser les résultats de cette étude. Concernant la modélisation, les pistes à explorer pour la modélisation intérieure sont la prise en compte d'autres polluants de sources intérieures. ainsi que de réactions chimiques (p.ex. pour les oxydes d'azote et l'ozone). Pour la modélisation des concentrations en air extérieur, une meilleure connaissance de la temporalité des émissions améliorerait probablement les résultats obtenus. Concernant l'exposition, la reproduction de l'exercice à plus grande échelle est nécessaire pour obtenir des conclusions plus robustes. De même, la prise en compte des dynamiques de population permettrait d'améliorer la compréhension de l'exposition globale.

### **Abstract**

In the framework of the OIE project, a portable low-cost multi-sensor platform, the so-called Antilope has been developed and validated. Use in combination with an æthalometer and a GPS, it allowed to assess the personal exposure to air pollution of 99 individuals. The study showed that playing sports indoors, cooking, picking up children and making a fire were the activities with the highest exposure. Moreover, the ATMO-Street model was taken in hand by the team and implemented in Liège, as well as MIB to simulate the infiltration of BC inside buildings or confined spaces. A coupling system has also been coded to allow the calculation of personal exposure continuously during a day. Comparison of the assessment methods showed an underestimation of levels when only fixed measurements from the monitoring network or modeling were used, compared to itinerary measurements.

### **Bibliographie**

- ▶ Dury, M., Hozay, F. & Lenartz, F. (2022). Personal exposure assessment through measurement and modelling. Proceedings of the 21st International Conference on Harmonisation within Atmospheric Dispersion Modelling for Regulatory Purposes, 27-30 September 2022, Aveiro, Portugal.
- Dury, M. & Lenartz, F. (2022, 10 mars). Sciences participatives à l'ISSeP Thématique Air. Webinaire sur les Sciences Participatives à l'ISSeP (organisé par le GT Sciences participatives), ISSeP, Belgique.
- Lenartz, F. & Dury, M. (2022). Antilope, a low-cost portable sensor system for air quality monitoring. Research Outreach, 131. https://researchoutreach.org/articles/antilope-low-cost-portable-sensor-system-air-quality-monitoring/

- ► Lenartz, F., M. Dury, B. Bergmans, V. Hutsemékers, V. Broun, C. Brose & S. Guichaux, (2021). Antilope, A Portable Low-Cost Sensor System for the Assessment of Indoor and Outdoor Air Pollution Exposure. Frontiers in Sensors, 2, 679908
- ► Lenartz, F., Hutsemékers, V., Lefebvre, W., (2020). Trying to link personal exposure measurement and population exposure modelling: A test case in Liège, Belgium. In: Mensink, C, Gong, W, Hakami, A, (eds), Air Pollution Modeling and its Application XXVI. Cham: Springer, 475–480. doi.org/10.1007/978-3-030-22055-6 75
- ► Falzone, C., Romain, A.-C., Guichaux, S., Broun, V., Rüffer, D., Gérard, G. & Lenartz, F. (2020, 23-25 septembre). PM2.5 low-cost sensor performance in ambient conditions. Presentation at the online Envirolnfo 2020 conference organized by Easy Academia, Nicosia.

# Développer des outils pour répondre efficacement en situations de crise

### Introduction

L'ISSeP a pour ambition de devenir un acteur en phase de crise capable d'apporter un support technique et scientifique aux décideurs. Pour cela, les projets présentés dans ce chapitre développent des outils nécessaires à différentes phases de la crise. En effet, la crise est constituée de 5 phases : la phase préliminaire, la phase aiguë, la phase chronique, le redressement, la cicatrisation avant le retour à la phase préliminaire (Bérubé, 2018).

Durant la phase préliminaire (également nommée incubation ou pré-crise) le calme apparent règne alors que les conditions peuvent évoluer vers l'émergence d'une crise. Il est donc primordial de mettre en place une gestion préventive de crise afin de pouvoir identifier, analyser ou encore évaluer le risque potentiel. Les plans et guides de gestion de risques sont alors élaborés, les conditions environnementales sont surveillées. Cette prévention est primordiale pour limiter la récurrence de certains types d'incidents / d'accidents, ou d'en limiter les conséquences.

La phase aiguë de la crise correspond au déclenchement de la crise qui est suivie par une phase chronique, d'une intensité extrême, d'instabilité importante. Quand la crise diminue en intensité et que la situation devient plus contrôlée, la phase de redressement est entamée. De la phase aiguë au redressement, des mesures en réaction à la crise doivent être mises en place en limitant les impacts sur les cibles (i.e. environnement, riverains). Ces mesures couvrent autant l'identification de la source de la crise que les actions protectrices à mener. Des alertes devront être données mais cette information à la population (riverains) doit être pertinente et proportionnée pour les renseigner concrètement sur les impacts subis ou encore les précautions à prendre.

Durant la cicatrisation, le bilan de la gestion de la crise est réalisé et la responsabilité est attribuée (e.g. pollueur payeur). La gestion de crise (i.e. organisation, guides et plan de prévention) est revue, réorganisée afin de réduire les impacts lorsqu'une nouvelle crise similaire se répétera.

Rapport scientifique 2022 45

Les crises environnementales ou sanitaires ne s'arrêtent cependant pas aux frontières. Les quatre projets présentés dans ce chapitre ont été financés dans le cadre du programme INTERREG France-Wallonie-Flandre. Ceux-ci ont permis d'harmoniser la gestion de crise en zone transfronta-lière, d'améliorer la communication dans des situations ou plusieurs organes administratifs peuvent être impliqués.

Tous ces projets s'inscrivent dans la phase préliminaire de la crise. En effet, ces projets ont développé des outils qui permettront de mieux appréhender de potentielles crises. Le projet ALARM vise le renforcement de la sécurité civile transfrontalière par l'identification des risques et enjeux présents dans ce bassin, la coopération quotidienne des services de secours franco-belges afin de mieux réagir en situation d'urgence, et la promotion d'une culture citoyenne de la sécurité civile. Le projet TRANSSTAT a fourni un travail sur la préparation des données à utiliser en cas de crises transfrontalières. Le projet TRANSFAIR a élaboré des outils pour une information et une communication harmonisée vers les populations notamment en cas de pic de pollution. Le projet RISSC s'est concentré sur le développement d'outils de prévention des risques de mouvements de terrain liés à la présence de cavités souterraines ainsi que de guides proposant des solutions techniques à appliquer en phase de redressement.

### **Bibliographie**

Bérubé, P. (2018). La gestion des communications en situation de risque et de crise. In Introduction aux relations publiques. Fondements, enjeux et pratiques. Stéphanie

Yates (dir.). Québec : Presses de l'Université du Québec, pp. 285-308.

## **ALARM**

## France-Wallonie-Vlaanderen

## France - Wallonie - Vlaanderen « POUR UNE SÉCURITÉ SANS FRONTIÈRE »

Intervenants ISSeP: Sinaba, T., Degrève, B., Breulet, H.

Contact : t.sinaba@issep.be

Durée : 2016 – 2021

Partenaires: SDIS Nord (chef de file), Préfecture de la zone de défense Nord, Préfecture de la zone de défense et de sécurité Est, Métropole Européenne de Lille (France), Province de Flandre occidentale, Zone de secours Westhoek, Zone de secours Fluvia, Agentschap MDK (Flandre), Zone de secours DINAPHI, Service départemental d'incendie et de secours de l'Aisne, Service départemental d'incendie et de secours des Ardennes, la Régie Provinciale autonome Hainaut Sécurité, CIH, AIV Province du Hainaut, Province de Luxembourg, les services du gouverneur de la Province de Namur, SPW, Zone de secours Hainaut Ouest, Zone de secours Hainaut Centre, Zone de secours Hainaut Est, Zone de secours Luxembourg (Wallonie), FESU.

**Financement**: FEDER Interreg, SPW, Fonds Propres (Loi Moerman).

### Contexte et objectifs

Les conséquences d'une catastrophe naturelle ou d'un accident technologique ou industriel ne s'arrêtent pas aux frontières d'un pays. Un bassin de vie et de risques communs ne doit pas connaître d'obstacles à la réalisation des missions des services de secours en situation d'urgence.

Avec 620 km de frontière commune, la France et la Belgique sont particulièrement concernées. La zone frontalière est marquée par une forte concentration d'industries, la présence de deux centrales nucléaires (Gravelines et Chooz), la similitude des risques naturels (inondations, glissements de terrain, cavités souterraines), la présence de grands axes de communication, une urbanisation transfrontalière importante et une forte densité de population (324 habitants au km²).

Face à ces risques partagés, les réglementations et les modes opératoires et même la langue diffèrent d'un État et d'une région à l'autre. Comment mieux communiquer pour mieux anticiper les risques et intervenir de manière concertée et efficace, notamment en situation d'urgence?

Pour répondre à ces enjeux, le projet « ALARM » cofinancé par le programme Interreg V FWV réunit 26 partenaires français, wallons et flamands autour de trois axes principaux :

- Une gestion intégrée des risques technologiques, industriels, naturels et enjeux humains, environnementaux avec la mise en place d'une plateforme commune d'échange d'informations (Axe 1);
- Une coopération opérationnelle « au quotidien » avec élaboration d'un schéma transfrontalier d'analyse et de couverture des risques (STACR) et des actions en faveur d'une meilleure communication entre les services de secours (Axe 2) ;
- L'implication des pouvoirs locaux et des populations (Axe 3).

Cette initiative tripartite « France - Wallonie - Flandre » vise à développer une coopération transfrontalière opérationnelle entre les acteurs de la sécurité civile de part et d'autre de la frontière franco-belge, aux différents niveaux (analyse des risques, planification, gestion de crise) et sur un large éventail de risques. Le site Internet du projet ALARM est accessible à l'adresse www.interreg-alarm.eu.

### Résultats

### Axe 1 : Gestion intégrée des risques

L'ISSeP est en charge de cet axe dont les objectifs sont l'identification, l'organisation et l'utilisation commune des données transfrontalières nécessaires aux services de secours franco-belges et le développement d'une plateforme SIG commune de partage et d'échange d'informations dédiées à la sécurité civile dans le but de consolider la coopération opérationnelle tout le long de la frontière franco-belge (620 km). L'institut a réalisé l'inventaire des risques et enjeux sur une bande de 20 km de part et d'autre de la frontière. L'inventaire porte sur les risques, enjeux et moyens suivants:

 Les risque SEVESO et risques non SEVESO non classifiés, le transport de matières dangereuses (TMD), impétrants, risques du quotidien (incendies, accidents routiers),

- Les risques naturels (inondation, submersion marine, glissement de terrain, pollutions),
- Les populations potentiellement impactées, bâtiments recevant du public, installations sensibles, zones naturelles protégées,
- La planification d'urgence (moyens opérationnels des postes de secours situés le long de la frontière franco-belge).
- Les isochrones (zones accessibles par les pompiers en 7 et 12 min)
- La rédaction du guide d'utilisation de la plateforme SIG en français et en néerlandais.

L'ISSeP a également mis en place une plateforme SIG développée à partir de GéOrchestra, une infrastructure de données spatiales libre, interopérable et modulaire. L'ensemble des données citées ci-dessus ont été intégrées dans la plateforme « GéoALARM » sous forme de géoservices et de données vectorielles.



Figure 1 : plateforme SI GI GéoALARM : cartographie des intensités des effets toxiques, thermiques, de suppression et des zones vulnérables.

### Axe 2 : Coopération au quotidien

Cet axe vise l'amélioration de la coopération opérationnelle en matière de sécurité civile.

Le projet ALARM compte parmi ses partenaires 3 Services Départementaux d'Incendie et de Secours (SDIS Aisne, Ardennes, Nord) et 7 Zones de secours belges : Hainaut Ouest (Wallonie picarde), Hainaut Est, Hainaut Centre, Westhoek, Fluvia, Luxembourg et DINAPHI.

Grâce aux rencontres régulières entre ces partenaires opérationnels, la coopération transfrontalière entre services de secours belges et français s'est consolidée. Le 18 juillet 2019, l'accord administratif entre la France et la Belgique a été signé par le Ministre de l'Intérieur français et le Ministre Fédéral de la Sécurité et de l'Intérieur belge.

### Axe 3 : Sensibilisation des pouvoirs locaux et des populations

Le projet ALARM implique les élus, les maires français et les bourgmestres belges afin de les soutenir dans leur rôle de sensibilisation auprès de la population. Des formations et des actions à destination des services de secours et des élus ont permis de développer une culture commune d'assistance transfrontalière.

### **Conclusions**

L'ISSeP, avec le concours des partenaires, a mis au point une plateforme commune d'échange et de partage d'informations visant à consolider la coopération opérationnelle transfrontalière. La réalisation de la plateforme baptisée « GéoALARM » a nécessité, au préalable, un inventaire et une typologie des risques industriels, technologiques et naturels présents sur une bande de 20 km le long des 620 km de frontière entre la France et la Belgique. De même, un recensement des enjeux humains et environnementaux pouvant, potentiellement, être affectés par une catastrophe industrielle ou naturelle a été mené en collaboration avec les acteurs du projet.

Enfin, la convergence des données, aux référentiels et formats différents, provenant de la Belgique et de la France n'était pas gagnée d'avance.

Cependant, l'institut a su relever ce défi en développant la plateforme GeoALARM qui se veut évolutive, interopérable, modulaire et interactive. Elle est dotée de fonctionnalités telles que la simulation d'accidents liés aux TMD, le calcul du nombre d'habitants potentiellement affectés, les calculs d'isochrones, .... Cette plateforme destinée aux sapeurs-pompiers et aux élus est actuellement utilisée en cas de situation d'urgence ou de crise.

### **Perspectives**

L'ISSeP assurera le maintien de la plateforme et la mise à jour des données provenant des partenaires financés et associés. Il répondra favorablement à toutes les demandes de formation pour la prise en main de la plateforme GéoALARM.

Egalement, après la clôture du projet, les partenaires ont prévu de mettre en place des ateliers sur la thématique du rapprochement des PCS (Plans Communaux de Sauvegarde – France) et des PGUI (Plans Généraux d'Urgence et d'Intervention – Belgique).

Enfin, en terme de dimension stratégique et dans le but de pérenniser les actions initiées durant la vie du projet, les membres du comité de pilotage stratégique ont permis de mettre en place une « commission de gouvernance transfrontalière en matière de Sécurité Civile ».

Cette instance stratégique aura pour objectif de garantir la pérennité des actions engagées en matière de sécurité civile transfrontalière dans le cadre du projet ALARM.

### **Abstract**

The consequences of a natural disaster or a technological or industrial accident do not stop at the borders of a country. A pool of life and common risks must not face any obstacle to carrying out the missions of the emergency services. With 620 km of common border, France and Belgium are particularly concerned. The border area is marked by a high

concentration of industries, the presence of two nuclear power plants (Gravelines and Chooz), similar natural risks (floods, landslides, underground cavities), the presence of major communication axes, significant cross-border urbanization and a high population density (324 inhabitants per km2). Faced with these shared risks, regulations, operating methods and even the language differ from one state and region to another. How to better communicate, to better anticipate risks and intervene in a concerted and effective manner, especially in emergency situations? ISSeP developed in the ALARM project a geographic information system called "GéoALARM" to share risk databases in a zone spreading over 20km on either side of the border. The project also set up tools to improve communication between intervention services and to raise awareness of local authorities and populations.

## **TransStat**

### **Echanges structurels de (méta)** données au-delà des frontières

Intervenants ISSeP: Habran, S. Peeters, M.

Contact: s.habran@issep.be **Durée**: avril 2019 – mars 2022

**Partenaires**: Département du Nord (France), lweps — Institut Wallon de l'évaluation, de la prospective et de la statistique (Wallonie), Province de Flandre occidentale (Flandre), Région des Hauts-de-France (France)

Financement: FEDER Interreg 50%, ISSeP 10%, SPW

40%

### Mots-clés OSM4 « ÊTRE ACTEUR DANS LA GESTION DE CRISE »

- Aide à la gestion de crise transfrontalière
- Développement d'outil d'aide à la prise en compte des impacts sanitaires et environnementaux transfrontaliers

### Contexte

Les catastrophes naturelles, les pollutions ou les problèmes sanitaires ne s'arrêtent pas aux frontières! La gestion des risques, qu'ils soient accidentels ou chroniques, de causes naturelles ou anthropiques, doit être envisagée de manière globale et dépasser les barrières frontalières. Les collaborations entre partenaires transfrontaliers sont essentielles à la gestion des crises, tant sanitaires qu'écologiques.

Quelle que soit la thématique abordée, la collecte et le traitement de données transfrontalières rencontrent souvent des difficultés, induites par les différences entre pays. Les disparités dans le géoréférencement ou dans la définition des jeux de données, la variabilité des méthodologies employées lors de la collecte ou du traitement des données, les décalages temporels des recensements nationaux ou régionaux, entrainent des complications lors de la comparaison des jeux de données transfrontalières.

Pour cette raison, chaque proiet transfrontalier est amené à rechercher des solutions pour pallier à ces problèmes de transposabilité des données. Cette exercice est laborieux et aboutit souvent à une perte de données ou à une diminution de la pertinence de celles-ci.



### **Objectifs**

Le projet TransStat a pour objectif de se baser sur l'expertise du passé afin de faciliter les futurs processus de collecte et de traitement de données et de métadonnées transfrontalières. Les différentes étapes du projet étaient les suivantes :

- Recenser les difficultés rencontrées lors de précédents projets transfrontaliers:
- Recenser les solutions apportées et les résultats obtenus ;
- Rendre accessible ces informations aux futurs projets transfrontaliers et construire un service de métadonnées transfrontalières:
- Proposer un modèle structurel coopératif efficace pour l'échange de données transfrontalières.

### Zone d'étude

Avec 620 km de frontière commune, une forte concentration d'industries, une similitude des risques naturels et une urbanisation transfrontalière importante, la France et la Belgique sont particulièrement concernées par ce besoin d'échange de données transfrontalières (Figure 1).



Figure 1 : Carte reprenant la région Interreg France-Wallonie-Vlanderen

### Screening des projets transfrontaliers

Afin de tirer les lecons du passé, la première activité du projet TransStat était un screening détaillant différents projets transfrontaliers (Peeters & Habran, 2020). Ce screening a permis de cerner, pour différentes thématiques et différents jeux de données, les problèmes rencontrés au moment de la

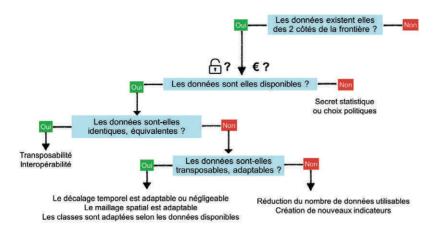


Figure 2 : Logigramme des obstacles rencontrés et des solutions apportées dans les projets transfrontaliers du passé (Peeters & Habran, 2020)

transposition des données. Il a également servi à recenser les solutions apportées pour harmoniser les données et les métadonnées transfrontalières.

La plupart des 34 études sondées dans le rapport de l'ISSeP annonçaient clairement des problèmes, voire de potentiels échecs à la construction d'un système d'information géographique et statistique transfrontalier. Les obstacles rencontrés et les solutions apportées dans les projets transfrontaliers passés ont été identifiés dans le rapport et ont servi de base pour la suite du projet TransStat (Figure 2).

La connaissance statistique du territoire européen a progressé grâce aux travaux menés par Eurostat, office statistique de l'Union européenne, et par ESPON, programme européen de recherche appliquée sur le territoire européen visant aussi à outiller les acteurs de l'aménagement et du développement du territoire. Cette connaissance permet de faire des comparaisons aux échelles inter et intra-nationales et de mieux comprendre la traduction spatiale des différentes évolutions. Toutefois, Eurostat ne permet pas une analyse fine du territoire, notamment à l'échelon communal.

### Création d'un service de métadonnées

TransStat a mis au point un service de partage de données et de métadonnées transfrontalières. Il se distingue des productions d'Eurostat en complétant ces dernières grâce à des statistiques plus détaillées, notamment à l'échelle communale (municipalités ou LAU — Unité Administrative Locale). Ce service de métadonnées est conforme à la directive INSPIRE et construit selon la classification NUTS (Nomenclature des Unités Territoriales Statistiques). Les

jeux de données envisagés sont des données socio-économiques, démographiques, environnementales et concernant l'occupation du sol.

TransStat est un système coopératif ; il s'adresse à toute personne ou organisme souhaitant mieux connaître l'espace frontalier. Il ne se contente pas de guider l'utilisateur vers les ensembles de données disponibles : il fournit également une fiche de comparabilité qui contient les informations nécessaires pour pouvoir comparer les données de part et d'autre de la frontière.

## Perspectives : un modèle coopératif pour l'avenir

Les partenaires souhaitaient poursuivre le partage de métadonnées transfrontalières au-delà de la période du projet TransStat (2019-2022). Un modèle coopératif pour l'avenir s'est concrétisé avec l'établissement de déclarations d'engagement concrets entre différents partenaires. L'objectif est d'ouvrir la collaboration à un plus grand nombre de partenaires.

Ce modèle n'implique pas la création d'une nouvelle structure, il engage les partenaires à mettre à disposition gratuitement des données et métadonnées partagées via un catalogue en open source, qui respecte le RGPD et les droits d'auteurs.

Ce modèle prévoit une actualisation des données annuelle et une évaluation du système régulière. Cet outil nécessitera la mise à disposition de moyens, afin de permettre son maintien et l'élargissement du champ des connaissances.

### **Bibliographie**

Peeters, M., & Habran, S. (2020). TransStat Module 3, Activité 1, Le screening des projets. ISSeP.

https://fr.transstat.eu/\_files/ugd/263993\_4611fc-03d0c64216b212e17b86c0a142.pdf

### Liens

Les bases de données, accompagnées de fiches de comparabilité, sont disponibles aux adresses suivantes :

Pour la Belgique : https://www.geo.be/

Pour la France : https://www.geo2france.fr/

Afin de trouver les bases de données transposables des 2 côtés de la frontière, il est conseillé de faire une recherche avec le mot clé TransStat.

## Abstract – TransStat – Structural exchanges of (meta)data across borders

Natural disasters, pollution or health problems do not stop at borders! The management of risks, whether accidental or chronic, from natural or anthropogenic causes, must be considered globally and go beyond border barriers. Collaborations between cross-border partners are essential to the management of both health and ecological crises.

Whatever the topic, the collection and analyzing of cross-border data often encounters difficulties, mainly induced by the differences between countries. Disparities in georeferencing or in the definition of datasets, variability of methodologies used, time lags in national or regional censuses, lead to complications when cross-border datasets are compared. Overcoming data transposability problems is a laborious exercise which often results in a loss of data or a loss in their relevance.

TransStat began by exploring expertise from the past. This screening identified problems encountered when transposing the data across borders. It also identified solutions provided to harmonize cross-border metadata. Following activities aims to develop a metadata service. This service includes socio-economic and demography data, climate data, land use and mobility data, etc. TransStat partners designed this tool as a cooperative model allowing structural exchanges of data on the cross-border area.

## **TRANSFAIR**

## Pour une population transfrontalière informée et impliquée dans l'amélioration de la qualité de l'air

Intervenants ISSeP : Delavaquerie, B., Minet, I., Lenartz,

F., Haouche, L.

Contact: I.haouche@issep.be

**Durée**: 2019-2022

**Partenaires**: Atmo-HDF, AWAC, IRCELINE, VMN **Financement**: INTERREG F-W-VL (co-financement

SPW)

### Contexte et objectif

Si la Directive 2008/50/CE fixe les exigences en matière de qualité de l'air et impose une information du public, elle laisse toute souveraineté aux états membres dans le choix des outils de gestion et la mise en œuvre des actions sur leurs territoires. L'information disponible sur la qualité de l'air est donc publiée et diffusée uniquement via une approche nationale ou régionale ce qui implique qu'une information commune, comparable ou continue n'est pas aisément disponible au niveau des trois régions. Or. l'Eurorégion connaît régulièrement des pics de pollution aux particules fines, à l'ozone et aux oxydes d'azote. De plus, l'absence de seuil d'information ou d'alerte au niveau européen pour certains polluants tels que les particules fines, entraîne également des différences dans l'approche adoptée par les différents pays : un même niveau de pollution atmosphérique peut conduire à la mise en place de mesures contraignantes dans un pays (par exemple : la réduction des vitesses lors d'épisodes SMOG) et à l'opposé être évalué comme une situation normale dans l'autre. Ces discordances conduisent à des incompréhensions et des confusions pour la population.

Le projet TransfAir avait pour finalité le développement d'outils et de méthodologies permettant une harmonisation de la gestion de la qualité de l'air à l'échelle des trois régions (la Flandre, les Hauts de France et la Wallonie, cités comme F-W-VL dans la suite du texte). L'objectif étant que le citoyen, où qu'il soit sur le territoire transfrontalier, puisse disposer d'une information claire, homogène et compréhensible afin d'agir en faveur de l'amélioration de la qualité de l'air.

### Réalisations du projet

Afin d'informer le citoyen de la zone transfrontalière des situations 'normales ou non', plusieurs actions ont été mises en place.

Le projet a proposé une mise en commun de ressources à différents niveaux :

- le recensement et l'harmonisation des données des observatoires des deux côtés de la frontière (inventaire des données et des méthodes utilisées par chaque région) :
- le partage des connaissances pour l'amélioration du dispositif de surveillance et du développement de nouveaux moyens de mesure;
- et l'analyse des modèles de prévisions existants de chaque côté de la frontière, suivie d'une évolution vers une modélisation couvrant le territoire transfrontalier
- Le travail réalisé a permis la mise en place d'une communication partagée et concertée à destination des populations transfrontalières via :
- l'analyse et la comparaison des modes de communication imposée par la DCE pour arriver à des propositions d'actions transfrontalières :
- le développement d'outils incitant la participation du public contribuant à la conscientisation et à l'action pour un air meilleur :
- et plus précisément, la mise en place d'une plateforme d'échanges.

Une plateforme de visualisation a donc été créée et est actuellement accessible au grand public (https://transfair. issep.be/map/). Elle propose visuellement les dernières valeurs de mesure du NO2, de l'O3, des PM10, PM2.5 et du SO2 enregistrées aux stations automatiques dans les trois régions (Figure 1).

Elle montre, également, d'une part le calcul de l'indice de qualité de l'air européen (Figure 2) et d'autre part les prévisions modélisées sur la zone transfrontalière (à J, J+1, J+2, J+3) calculées par deux modèles développés dans le cadre du projet (Figure 3).

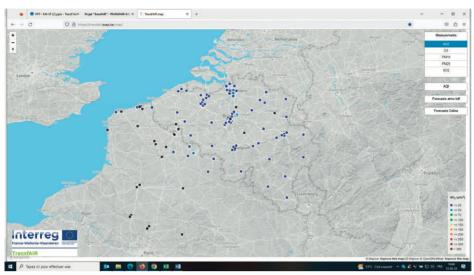


Figure 1: Visualisation des mesures des oxydes d'azote sur la zone F-W-VL

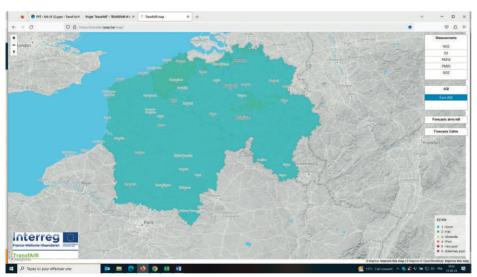


Figure 2 : Visualisation du calcul de l'indice AQI (Air Quality Index) Européen sur la zone F-W-VL

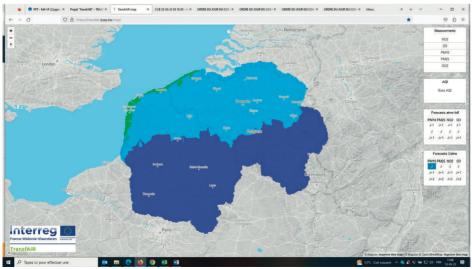


Figure 3 : Visualisation de la prévision des concentrations en PM10 modélisées sur la zone F-W-VL

Cette plateforme de visualisation est continuellement alimentée via les flux proposés par CELINE pour la Belgique et par les flux d'Atmo Hauts-de-France et Atmo Grand-Est pour la France. Elle constitue un réel outil d'aide à la prise de décision afin d'améliorer la prévision des épisodes de pollution et particulièrement les pics aux particules sur la zone transfrontalière.

D'autre part, afin de rendre acteurs les citoyens dans la surveillance de la qualité de l'air, de les aider à appréhender leur exposition aux polluants et de les accompagner dans l'adoption de nouveaux comportements en faveur d'un air meilleur, l'accent a été mis sur la communication engageante. Les partenaires du projet ont invité les habitants des différentes régions à s'engager en participant à la surveillance et à l'information. Cette mobilisation citoyenne a permis d'alimenter une information géo-référencée et de déclarer des phénomènes atmosphériques atypiques (ex : pollens, nuisances, olfactives, fumées, etc.) et de permettre aux autres habitants d'être informés en cas de phénomènes inhabituels.

L'objectif de cette activité était de développer une application citoyenne de signalement des phénomènes atmosphériques atypiques. L'application Signal'Air propose ainsi divers formulaires types ciblant le territoire (commune, zone industrielle, région, etc.), le type de nuisance (odeur, pollen, visuel et sonore), la cible et les usages. Sept communes françaises, trois wallonnes et une flamande du territoire de l'Eurométropole Lille-Kortrijk-Tournai (Figure 4) y ont participé.

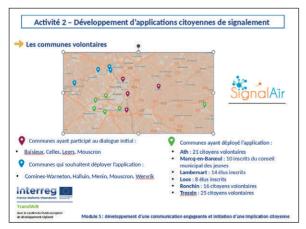


Figure 4 : Illustration des communes ayant déployé l'application SignalAir

L'application a plusieurs fonctionnalités et peut s'ouvrir au grand public mais aussi à un nombre restreint d'utilisateurs, spécialistes ou autres. Elle est actuellement disponible en français et flamand

A la fin du projet en septembre 2022, on comptait 45 déclarations : 38 olfactives, 4 visuelles et 1 sonore. La ville d'Ath a déployé deux formulaires différents : un pour la ville et un pour la station d'épuration (Figure 5).





Figure 5 : Illustration des signalements reçus depuis le 1/1/22

### **Conclusions et perspectives**

Le partage de données et d'expérience transfrontalier réalisé dans le cadre du projet TransfAir a permis le développement d'un modèle de prévision de la qualité de l'air couvrant le territoire transfrontalier afin d'harmoniser la gestion de la qualité de l'air à l'échelle des trois régions. Parallèlement à cette homogénéisation de l'information diffusée, le projet a aussi visé une récolte de données originales et nouvelles s'appuyant sur une mobilisation citoyenne notamment grâce à l'application Signal'Air. Ces actions avec participation citoyenne ont permis d'accompagner le citoyen vers une meilleure prise en compte des enjeux liés à l'air via une meilleure information afin qu'il devienne lui-même prescripteur de bonnes pratiques pour améliorer la qualité de l'air au quotidien mais aussi donneur d'alerte en cas de situation 'anormale'. Actuellement, le travail se poursuit avec les communes actives dans le projet mais également sur de nouveaux territoires. Parallèlement, le déploiement de formulaires pour les pollens (en lien avec le programme Pollin'air) est en cours.

L'ensemble des réalisations du projet sont consultables à l'adresse : https://www.transfair-interreg.eu/

### **Abstract**

While Directive 2008/50/EC sets air quality requirements and requires public information, it also leaves it up to the member states to choose management tools and implement actions on their territories. The available information on air quality is therefore published and disseminated only via a national or regional approach, which implies that common, comparable or continuous information is not readily available at the level of the three regions. Moreover, the absence of an information or alert threshold at European level for certain pollutants such as fine particles also leads to differences in the approach adopted by the different countries: the same

level of air pollution may lead to the implementation of restrictive measures in one country (e.g. reduction of speeds during SMOG episodes) and, on the contrary, be assessed as a normal situation in another. These discrepancies lead to misunderstandings and confusion among the population.

The aim of the TransfAir project was to develop tools and methodologies to harmonize air quality management across three regions (Flanders, Hauts de France and Wallonia, referred to as F-W-VL in the following). The objective is that citizens near the cross-border territory can get clear, homogeneous and understandable information in order to act in favour of the improvement of the air quality.

## RISSC

## France-Wallonie-Vlaanderen WACH GERFFER LANGE

### Amélioration transfrontalière de la prévention et de la gestion des risques du sous-sol engendrés par les terrains sous-cavés

Intervenants ISSeP: Dewaide, L., Ronchi, B.

Contact : I.dewaide@issep.be

**Durée**: 2018 - 2022

**Partenaires** : ACOM France, CEREMA, Ineris, Université de Lille, Ville de Lille (France), SPW ARNE, SPW MI,

UMons, Ville de Mons (Wallonie).

**Financement**: FEDER Interreg, SPW, Fonds Propres

(Loi Moerman).

### Introduction

Le projet RISSC, dont l'ISSeP est le chef de file, est un projet transfrontalier financé par le programme Feder Interreg FWVI, et qui concerne la prévention et la gestion des mouvements de terrain liés à la présence de cavités souterraines. La Wallonie et les Hauts-de-France partagent un contexte géologique commun et une exploitation du sous-sol historiguement très proche. La présence de cavités souterraines, qu'elles soient d'origine naturelle ou anthropique, est une richesse patrimoniale de ces régions mais elle constitue également une source de risques potentiels en termes de stabilité du sous-sol. La gestion de ces risques est différente de part et d'autre de la frontière, et certainement perfectible. L'objectif final du projet RISSC est l'amélioration et la mise à disposition d'outils en matière de sécurité, d'aménagement du territoire, tant en prévention qu'en gestion d'incidents de mouvements de terrain liés à la présence de cavités souterraines.

Le projet se base sur la mutualisation des ressources existantes des deux côtés de la frontière (règlements, données, méthodologies, ...) et les échanges de bonnes pratiques afin de remplir ces objectifs à travers trois modules de travail : 1) Inventorier et caractériser les objets souterrains et les menaces (enjeux en surface), 2) développer des solutions locales adaptées pour réduire, voire contrer le risque, 3) apporter un soutien technique à destination des acteurs locaux et du public.

Le projet s'est officiellement terminé en septembre 2022. Un colloque de clôture a permis de présenter les résultats du

projet et d'organiser des ateliers de formation ciblant différents publics (expert technique, administrations, services de secours,...). L'ensemble des documentations, outils et informations issues du projet RISSC ont été mises à disposition du public via le site internet <a href="https://www.rissc-interreq.eu/">https://www.rissc-interreq.eu/</a>

## Inventaire et caractérisation des objets et des menaces

Ce module de travail avait pour objectif de renforcer la connaissance du sous-sol et des risques liés aux cavités souterraines et objets du sous-sol en Wallonie et dans le nord de la France.

Un inventaire des différents types de cavités présentes sur les territoires des régions concernées a été dressé afin de proposer un classement typologique basé sur la géologie et le type d'exploitation. Ensuite, les risques associés aux différentes typologies ont été analysés. Les résultats de ce travail font l'objet d'un rapport de synthèse qui comprend également une vision critique des sources de données utilisées.

Une méthodologie de caractérisation des instabilités géomécaniques au sein d'une carrière souterraine a été mise au point et appliquée au site des anciennes carrières souterraines de La Malogne (Mons). L'étude menée dans le cadre d'une thèse de doctorat à l'UMons intègre également l'influence des anciens travaux miniers sur la stabilité des carrières sus-jacentes.

Afin d'améliorer les méthodologies pour l'évaluation de l'aléa mouvement de terrain en surface, un site a été identifié par région afin d'appliquer la méthodologie wallonne sur le site français, et la méthodologie française sur le site wallon. La comparaison de ces études de site a permis de dégager des pistes d'amélioration relatives aux méthodologies appliquées.

Enfin, une étude a également été menée sur l'analyse des effondrements passés documentés de part et d'autre de la frontière. Une comparaison des bases de données a été proposée et l'accidentologie des données disponibles a été faite. La synthèse issue de ces analyses propose également des balises pour améliorer les bases de données existantes.

### Solutions locales pour réduire le risque

Ce module visait à synthétiser les méthodes de surveillance et de traitement des cavités « à risques » classiquement mises en œuvre en Wallonie et dans les Hauts-de-France et à proposer des solutions innovantes ou alternatives.

La mise en œuvre et l'efficience des méthodes de prévention et sécurisation utilisées aujourd'hui dans les différentes régions concernées ont été étudiées dans le détail. L'inventaire de ces différentes méthodes a permis de rédiger des fiches techniques propres à chaque méthode.

Des méthodes alternatives de mise en sécurité des cavités ont également été évaluées, notamment par la mise en évidence d'exemples concrets déjà existants sur le terrain. Ainsi, la mise en valeur des sites d'un point de vue touristique a été particulièrement ciblée; prenant en exemple la carrière de Saint Maximin en France.

Concernant la surveillance des carrières souterraines, un site test (carrière Herriot à Hellemmes (FR)) a été équipé de plusieurs types d'appareil de mesure qui assurent le suivi de la stabilité de la cavité. Des techniques innovantes telles que les méthodes acoustiques, le scan 3D, le radar y ont été testées et combinées à d'autres types de mesure (niveau d'eau de la nappe, capteurs O2 et CO2, cannes de convergence). Une plateforme de partage, accessible aux partenaires du projet, recueille toutes ces informations. Le site de La Malogne en Belgique a également fait l'objet de l'application de surveillance par méthode d'imagerie (photogrammétrie et scan 3D).

### Apport d'un soutien technique

L'objectif principal de ce module était de créer une interface transfrontalière franco-belge efficace entre les décideurs publics, les administrations, les experts et la population.

Un travail important a ainsi été mené pour dresser un inventaire des réglementations et pratiques appliquées de part et d'autre de la frontière. Les différents outils et acteurs du risque cavité ont été mis en évidence au travers d'un document de synthèse comparant les bases réglementaires. Cet outil transfrontalier est particulièrement important pour les gestionnaires du risque, et propose en outre des recommandations pour une amélioration des pratiques.

Au long du projet, de nombreuses actions de sensibilisation ont été menées auprès de différents acteurs du risque cavité – notamment au niveau des communes – pour mieux les informer sur le risque cavité et sur les travaux issus du projet.

Les réalisations de ce module se sont concrétisées par la mise en place d'une plateforme de diffusion d'informations (via le site internet du projet) comportant de l'information préventive, un portail cartographique transfrontalier rassemblant les données « cavités », une base documentaire didactique pour l'amélioration des connaissances, un condensé des procédures et démarches adéquates face au risque cavité, une liste de contacts et institutions ressources pour aider le public dans la gestion du risque.

### **Conclusion et perspectives**

A travers différents modules de travail, le projet européen nommé RISSC a développé des outils directement utilisables par un public transfrontalier composé de pouvoirs locaux, services de secours, d'experts et de la population. La plus-value transfrontalière évidente de ce projet est soulignée au travers de ces différents outils qui rencontrent les objectifs initiaux du projet.

De nombreuses pistes d'amélioration et recommandations ont été proposées dans les différentes productions issues du projet. Un travail de support sur base de ces propositions pourrait être entrepris auprès des administrations compétentes et acteurs locaux. La démarche transfrontalière et les méthodologies développées pourront également être appliquées à d'autres régions et dans d'autres contextes.

### **Abstract**

The RISSC project (https://www.rissc-interreg.eu/) is part of the european program « Interreg FWVL » that aims to develop synergies between european regions. The regions Wallonie and Hauts-de-France share a similar geological context and industrial history. In consequence, the two territories host similar cavities (natural or anthropic) in their subterraneous environment. These cavities induce a potential threat to population or infrastructure in terms of ground stability. However, this risk is managed differently in each region since it results from distinct national or regional

political strategies. Furthermore, the tools that are used on both sides of the border need to be upgraded. For these reasons, the RISSC project aimed to provide common and better tools for the prevention and the management of ground movement issues.

Thanks to the co-operative work of several cross-border experts, RISSC achieved to provide:

- An inventory of the cavities and the threats, and characterization of the potential consequences at the surface;
- local solutions to monitor or even reduce the risk;
- technical assistance for local actors and population through the creation of useful tools and sources of information.

The final results of the project were presented to a broad audience (technical experts, administrative bodies, rescue services...) and several workshops were organized in in September 2022. All the tools, documents and information coming from the RISSC project are available on a platform through the website https://www.rissc-interreg.eu/nos-productions.

Rapport scientifique 2022 59

## Accompagner la transition écologique

### Introduction

La transition écologique couvre un bon nombre d'aspects. A l'ISSeP, les projets qui agissent en faveur de la transition écologique en Wallonie ciblent des thématiques liées à l'économie circulaire et régénératrice, la santé des sols, la qualité de l'air ou encore la lutte contre le changement climatique. Les compétences de l'ISSeP dans la caractérisation des différentes matrices environnementales, l'évaluation des impacts environnementaux ou encore le traitement des données issues de l'observation de la Terre apportent des outils et solutions novateurs et efficaces face aux problématiques de la transition écologique et la résilience face au changement climatique.

Transformer les déchets en ressources, voilà un des objectifs poursuivis par le projet VALSE qui teste de nouvelles destinations pour des sédiments dragués. « L'économie circulaire et régénératrice » sont des objectifs cités dans la DPR pour la Wallonie, dans l'axe de la gestion des déchets-ressources développé dans la stratégie Circular Wallonia ainsi que dans le plan d'action pour l'économie circulaire du "Green Deal" européen. Afin de réduire la pollution, il est

également important de trouver des solutions de dépollution in situ afin d'améliorer la santé des sols par exemple. Le projet WALPHY a testé des méthodes de phytomanagement pour la gestion de sols industriels ou fortement anthropisés.

L'ISSeP joue également un rôle dans les consortiums ICOS et ACTRIS. Ces réseaux de mesure permettent de mieux étudier la présence de gaz à effets de serre dans l'air. Leur émission est notamment impactée par l'occupation du sol. En effet, dans le projet EO4LULUCF, le suivi territorial permet de quantifier l'impact des modifications de l'occupation du sol sur l'empreinte carbone des espaces de notre environnement. Le suivi territorial et la quantification des modifications de l'occupation du sol est également un outil d'aide à la décision important pour répondre aux différents enjeux de l'arrêt de l'étalement urbain à l'horizon 2050, de la réduction de la consommation des terres non artificialisées d'ici 2025, du maintien des surfaces agricoles, de la réutilisation ou la rénovation du bâti existant et de la restauration de la biodiversité.

## **VALSE**

## Nouvelles ressources transfrontalières : vers une validation de scénarii de valorisation de sédiments et autres matériaux

 $\label{eq:local_equation} \textbf{Intervenants ISSeP}: Di \ \text{Nella, A., Dufranne, M} \\ \text{., Haouche, L., Lambert, C., Lefebvre, M., Lehette,} \\$ 

P., Liénard, F., Trigallez, J.

Contact : I. haouche@issep.be

Durée : Octobre 2016 – Mars 2022

**Partenaires**: ARMINES, BRGM, CTP, SPW-MI, IMT Lille Douai, INERIS, Université de Lille, VITO, Ecoterres/Sedisol,

MOW -, VNF

**Financement**: Interreg V FWVI, SPW et Fonds Propres

(Loi Moerman)

### Introduction

Le Nord de la France, la Wallonie et la Flandre sont trois régions dont les voies d'eau sont largement interconnectées; les reliefs peu marqués entraînent des taux de sédimentation importants et de forts besoins en curage, pouvant être accentués par l'intensification des évènements pluvieux, en relation avec le changement climatique et favorisant le lessivage des sols.

Dans ces régions, il existe peu de filières de valorisation éprouvées et durables pour les sédiments dragués ; les gestionnaires et les administrations sont toujours en attente de solutions de valorisation performantes. Héritage d'un riche passé industriel, la France et la Belgique sont aussi des territoires caractérisés par des friches urbaines à réhabiliter, générant un volume important de terres excavées qu'il convient de gérer voire de valoriser. Malgré un nombre important de travaux de recherche réalisés, les gestionnaires et les administrations sont toujours en attente de solutions viables de valorisation.

### **Objectifs**

En s'appuyant sur un partenariat transfrontalier aux compétences complémentaires, le projet Valse a pour finalité la validation de filières transfrontalières de valorisation de matières (sédiments et terres excavées). Ce travail tend vers l'opérationnalité par la mise en œuvre et le suivi d'ouvrages en vraie grandeur (butte paysagère, piste cyclable) qui privilégient une bonne intégration dans le territoire et un usage durable des matières.



Figure 1 : Piste cyclable pédagogique (Châtelet, Wallonie)

### Résultats

Pour s'approvisionner en sédiments, le projet Valse s'est appuyé sur plusieurs gisements issus des trois régions : un site de dépôt de sédiments à Saint-Omer, la lagune de Sedisol à Farciennes, le centre de regroupement d'Ampsin et le canal Gand-Terneuse.

L'ensemble des sédiments français et belges ont été préparés en Wallonie (au CTP) de manière à satisfaire aux exigences des applications à tester.

D'abord, la fraction fine (inférieure à 63 µm) a été valorisée en adjuvant pouzzolanique afin de remplacer des liants hydrauliques dans la construction et le BTP, ainsi qu'en granulats expansés. Ce travail, réalisé en Flandre, a bénéficié d'une collaboration du laboratoire flamand VITO avec l'IMT Nord-Europe (France). Les essais ont abouti à la fabrication d'un liant bas carbone à partir de sédiment calciné.

Ensuite, une autre voie de valorisation correspondant à l'incorporation de la fraction grossière des sédiments dans la fabrication de ciment/béton a été testée. Elle a été réalisée en France à l'IMT Nord-Europe en collaboration avec l'ISSeP (Wallonie). Après différents tests au laboratoire, une formulation de béton adéquate de par ses caractéristiques mécaniques et environnementales a été retenue. Elle a permis la réalisation d'une piste cyclable en vraie grandeur en Wallonie sur le site du SPW MI à Châtelet (Figure 1). Sa

bonne tenue dans le temps est suivie au travers d'une palette d'essais mécaniques et environnementaux réalisés à intervalles de temps fixés en collaboration entre le SPW, l'ISSeP et l'IMT. Le Tableau 1 résume les résultats concluants du suivi mécanique réalisé.

Cette piste, en plus de refléter un débouché pour la réutilisation des sédiments de voies d'eau, a une vocation pédagogique puisqu'elle fournit un outil pour l'initiation d'écoliers à la sécurité routière.

Enfin, une troisième voie de valorisation de sédiments a été étudiée à travers un suivi écologique et écotoxicologique d'une butte paysagère de sédiments à Farciennes, en Wallonie (Figure 2). Ce suivi, démarré en 2017, a été dupliqué sur le site de dépôt de sédiments de Saint-Omer (France). Les résultats obtenus ne révèlent aucun effet adverse significatif et viennent dès lors conforter une voie de valorisation possible pour ce type de matières.

Au-delà d'apporter des solutions techniques à la caractérisation de matières et à leur valorisation, le projet a mené une réflexion afin de fournir une aide à la décision pour piloter la priorisation de la valorisation des sites de dépôt de sédiments (gisements). Une approche d'évaluation et de classification de sites de gestion à terre de sédiments a ainsi été mise en œuvre par l'INERIS. L'ISSeP et le BRGM ont quant à eux entrepris un gros travail d'analyse et de spatialisation de données (gisements de sédiments français et wallons) avec pour objectif de proposer une mise en correspondance de ces gisements avec des besoins/usages possibles. Cinq projets cartographiques ont alors été proposés avec cinq utilisations possibles identifiées pour l'agronomie ou pour de l'infrastructure.

Le projet s'est aussi penché sur les aspects législatifs transfrontaliers de la gestion des matières d'étude qui peuvent, dans certains cas, freiner la démarche de valorisation.

Une comparaison des pratiques sur les problématiques sédiments et terres excavées dans les trois régions a également été réalisée (BRGM, CTP, ISSeP et VITO) avec pour objectif d'alimenter la réflexion sur une possible harmonisation des approches « terres » et « sédiments » dans les trois régions et d'élargir l'offre de valorisation. Des modèles et méthodologies visant à prédire le comportement des sédiments à terre ont donc été testés par le BRGM en collaboration avec l'ISSeP. L'idée était de proposer une méthodologie

simplifiée de valorisation des sédiments, proche de celle relative aux terres excavées en France. Une valorisation de cette méthode sur les autres versants (réglementations wallonnes et flamandes en matière de valorisation des sédiments et des terres excavées) est encore étudiée à l'heure actuelle.

En parallèle à l'identification et la validation des voies de valorisation de matières, une réflexion sur le développement de méthodologies pour une meilleure caractérisation environnementale des sédiments a été mise en place. L'Université de Lille, le BRGM, le CTP, l'INERIS et l'ISSeP ont d'abord collaboré au développement d'un volet caractérisation sur le terrain. Dans ce cadre, une électrode d'or a été validée pour la mesure de Zn. Pb et Cu : l'application Spectraphone a été développée pour mesurer à l'aide d'un smartphone la concentration en AVS (Acid Volatil Sulfides, indicateurs de réactivité des sédiments) ; et le protocole d'utilisation de la pXRF a été standardisé pour l'analyse d'éléments métalliques et testé pour la mesure de terres rares. Ensuite, des polluants de type macro- et microplastiques, dits « émergents » et potentiellement problématiques ont été considérés et leur caractérisation dans le sédiment a été mise en œuvre par IMT Nord-Europe et l'Université de Lille. Ainsi, une procédure de séparation et d'extraction a été optimisée pour permettre leur quantification dans les sédiments.

L'ensemble des activités qui ont été menées au cours du projet peuvent être consultées sur le site https://valse.info

	MPa	E/C	R <sub>C-7</sub>	R <sub>C-28</sub>	R <sub>C-90</sub>	R <sub>C-180</sub>	R <sub>F-7</sub>	R <sub>F-28</sub>	R <sub>F-90</sub>	R <sub>F-180</sub>
rale 2cm <sup>3</sup>	BT1	0,53	24,8	40,1	43,1	54,1	2,6	3,9	4,7	5,3
Centrale Ф11*22cm <sup>3</sup>	BE <sup>2</sup>	0,75	14	26,2	34,9	39,7	1,5	2,6	3	3,6
1cm <sup>3</sup>	вт	0,53	21,5	35	41,1	-	-	2	3,7	4
Carottes Ф11*11cm <sup>3</sup>	BE	0,75	13,7	22,5	31,7	_	-	1,8	2,2	2,4

<sup>1</sup>BT = Béton Témoin; <sup>2</sup>BE = Béton Expérimental

Tableau 1 : Résultats du suivi mécanique (compression RC et fendage RF) des bétons utilisés pour la mise en œuvre de la piste cyclable pédagogique après 7, 28, 90 et 180 jours (essais conduits sur éprouvettes au laboratoire de la Centrale à Béton et sur carottes prélevées extraites depuis une planche d'essai à proximité de la piste)

### Conclusions

Le projet Valse aborde la problématique des sédiments et terres excavées dont la gestion est en pleine évolution de par le coût de mise en décharge de ces « déchets », la raréfaction de matières premières naturelles et le manque de connaissances sur les débouchés pour leur réutilisation.

Le projet Valse, dédié à la valorisation de matériaux (sédiments et terres), a permis à travers la complémentarité transfrontalière du partenariat de valider de nouvelles voies de valorisation de sédiments. Ces voies concernent aussi bien des démarches « douces », comme la voie paysagère, que des procédés plus complexes induisant la génération de nouveaux produits. Si certains d'entre eux étaient connus, ils avaient été développés dans des conditions spécifiques et, de plus, n'étaient pas forcément connus dans les trois régions. Le travail de Valse a permis, d'une part, d'étendre le domaine d'applicabilité de ces procédés, en permettant l'accès à des matériaux de nature plus diversifiée et issus des trois régions et, d'autre part, d'élargir l'offre grâce à une réflexion conjointe et un échange d'expérience comme le montrent par exemple les acquis, fruits d'un travail tripartite, relatifs à la valorisation « ciment pouzzolanique ».

Au-delà de la validation technique de voies de valorisation qui ouvrent des perspectives transfrontalières concrètes pour la réutilisation de sédiments, les échanges et discussions à propos des différentes législations régionales relatives à ces matières ont enrichi l'éventail de connaissances des gestionnaires, ouvert des pistes de réflexions et pointé les améliorations à réaliser comme l'indiquent les travaux du module 3 qui propose une identification de voies de valorisation à partir des caractéristiques de sédiments. Par ailleurs, l'un des points forts du projet était l'implication directe des gestionnaires des voies d'eau dans sa réalisation.

Pour la problématique des terres excavées, même si les acquis ne sont pas aussi poussés que pour les sédiments, la comparaison des modes de gestion réalisée entre les trois régions concernées par le projet, permet d'enrichir les propositions de réutilisation à remonter vers les administrations concernées pour chacune d'entre elles.

C'est également le cas pour la partie qui concerne les outils de caractérisation où l'expertise de certains opérateurs a enrichi les autres et où des échanges futurs sont prévus pour des développements conjoints (par exemple pour la caractérisation des plastiques ou la pollution piégée dans les sédiments).

Un travail non négligeable reste toutefois à accomplir car les besoins en la matière sont énormes. Le projet a néanmoins levé un certain nombre de verrous et permis de démontrer à échelle « réelle » la faisabilité de procédés. Ainsi, l'un des points d'orque du projet et résultat concret du travail

collectif a été la réalisation d'une piste cyclable à base de sédiments. L'intérêt suscité chez certains industriels suite à la présentation des résultats lors du colloque de clôture est un bon indicateur de l'avancée réalisée.



Figure 2 : Butte paysagère composée de sédiments (Farciennes, Wallonie)

### **Perspectives**

Le projet Valse connaitra une pérennisation à différents niveaux :

- D'abord, le projet Valse s'appuie sur un partenariat historique: les partenaires du GIS3SP, groupement d'intérêt scientifique sur la thématique des sites, sols et sédiments pollués qui a été créé en 2007. Ce partenariat est une continuité de la collaboration mise en place dans le cadre du CNRSSP (Centre National de Recherche sur les Sites et Sols Pollués) créé en 1996 et dissout en 2006. Certains partenaires de Valse travaillent ensemble depuis 25 ans.
- Les voies de valorisation validées dans le projet sont très prometteuses. Dans la continuité des travaux consacrés à la voie «béton» qui ont conduit à la réalisation de la première piste cyclable pédagogique en Wallonie, un projet Feder a été déposé par la ville de Châtelet. Ce projet prévoit un aménagement d'espaces publics à l'aide de matériaux de construction fabriqués à l'aide de matières premières secondaires, des sédiments de voies d'eau, en repartant des résultats acquis dans le projet Valse.
- Suite aux résultats présentés lors du colloque de clôture, la voie « pouzzolane » a suscité l'intérêt d'industriels qui se sont manifestés après l'événement.
- Les outils/concepts réalisés dans le cadre du module 3 devront être testés et le cas échéant améliorés. Cela concerne:
  - l'outil cartographique mettant en relation les gisements en sédiments et les utilisations locales potentielles de ces derniers dans le respect des principes de l'économie circulaire.

- la méthode d'aide à la décision qui, à partir des caractéristiques des sédiments, identifie les voies de valorisation possibles.
- Le site internet (https://valse.info/) dédié au projet continuera d'être alimenté au moins jusque fin 2024 par les retombées futures du projet, publications, sollicitations externes, ...

### **Abstract**

The shallow relief in Belgium and northern France favours a high sedimentation rate in the waterways, requiring many dredging works to maintain the navigability. This work generates significant quantities of sediments for which there are few valorization pathways. Waterway operators and administrations are still waiting for efficient valorization solutions.

The VALSE project, funded by the Interreg V program, seeks to validate these valorization pathways, and aims at operationality through the implementation of large-scale works that promote a good integration in territories and a sustainable use.

Reuse of sediments in landscape development (i.e. sediment based mound) and civil engineering applications (i. e. replacement of sand in concrete for a cycle path and supplementary cementitious material to replace clinker in composite cements) are studied.

## WALLPHY

## Mise en place d'expérimentations de phytomanagement en Wallonie

**Intervenants ISSeP**: Berrefas, A., Bertrand, C., Di Nella, A., Dufranne, M., Haouche, L., Heysck, M., Lehette, P.,

Lemaire, G., Liénard, F.

Contact : I.haouche@issep.be

Durée : octobre 2017 à mai 2021

Partenaires : SPAQUE : ValBiom

Financement : SPAQuE.

### Contexte et objectif

Le phytomanagement est un mode de gestion qui recouvre un ensemble de techniques de génie écologique utilisant in situ un couvert végétal à des fins de protection et de restauration des sols industriels ou fortement anthropisés, et ce, dans une perspective de développement durable.

Soucieux de faire une place à ces techniques en Wallonie, le ministre de l'Environnement de la mandature précédente, Monsieur Carlo Di Antonio, a chargé dès 2017 l'ISSeP, SPAQuE et ValBiom de développer un projet de recherche appliquée sur le sujet.

Ainsi, le projet WALLPHY cherche à valoriser des sites wallons de natures différentes mais ayant tous pour trait commun le fait qu'ils restent inutilisés voire à l'abandon, notamment à cause de la présence d'une pollution et/ou de propriétés physiques médiocres du terrain.

### Sites expérimentaux et nature du suivi

Le projet se focalise sur les trois sites suivants :

### Un dépôt de sédiments

Situé à proximité d'une zone humide d'intérêt biologique, il comporte une pollution à la fois métallique et organique. Dans ce contexte, le phytomanagement se traduit par une expérience de phytostabilisation étudiant deux consortia (Tableau 1) d'espèces ligneuses indigènes, chacun distribué sur six parcelles de 9 m² (Figure 1).

Cet aménagement a fait l'objet d'un suivi écotoxicologique ainsi que de la mobilité des métaux lourds (ETMs) dans le substrat comme dans les feuilles des végétaux.

Tableau 1 : Espèces ligneuses composant chaque consortium

Consortium 1	Consortium 2
Viorne obier	Cornouiller sanguin
Fusain d'Europe	Chêne sessile
Peuplier grisard	Peuplier grisard
Saule des vanniers	Saule des vanniers
Aulne glutineux	Aulne glutineux
Chêne pédonculé	Chêne pédonculé



Figure 1 : Exemple de parcelle

### Une ancienne décharge

Localisé dans un zoning industriel, ce site comporte des dépassements en contaminants (ETMs et HAPs) pour une affectation agricole mais est toutefois conforme à un usage de type industriel. La qualité physique médiocre des matériaux du terrain empêchant le développement d'un projet d'aménagement, une culture de Miscanthus giganteus (Figure 2), espèce n'entretenant aucun lien avec l'alimentation humaine ou animale, y a été implantée car pouvant contribuer à la valorisation de biomasse dans une logique d'économie circulaire.



Figure 2: Plantation de miscanthus

Cet aménagement a fait l'objet d'un suivi écotoxicologique ainsi que de la mobilité des métaux lourds (ETMs) dans le substrat comme dans les feuilles des végétaux.

### Un ancien terril aplani

Le phyto-aménagement de ce site non-contaminé s'articule sur cinq zones plantées d'une espèce ligneuse différente : peuplier, aulne, érable, robinier et bouleau (Figure 3).

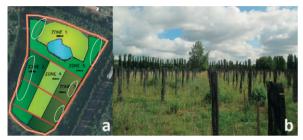


Figure 3: Répartition des zones plantées sur le site : zone 1 — peuplier, zone 2 — bouleau, zone 3 — érable, zone 4 — robinier, zone 5 — aulne (a) et photographie de la plantation de robiniers (zone 4) (b)

Un suivi écologique de la flore et de la microbiologie a été conduit sur ce terrain au niveau des cinq zones plantées.

### Résultats

### Dépôt de sédiments

Après environ un an et demi d'expérimentation, il apparaît que la contamination du site ne représente pas un frein au développement des consortia d'espèces ligneuses telles qu'ils ont été aménagés. En effet, même si le suivi écotoxicologique confirme bien la présence d'une contamination significative par rapport à un substrat de référence, la survie des plants ne semble pas particulièrement impactée par celle-ci mais plutôt par la croissance de la végétation adventice qui doit être entretenue aux abords des parcelles pour éviter qu'elles ne privent de lumière les espèces héliophiles implantées.

Le processus de phytostabilisation des métaux lourds (ETMs) semble quant à lui plus efficace au niveau des parcelles que dans la zone non-plantée du site avec une réduction de la mobilité des ETMs plus forte dans la modalité 2 que dans la modalité 1. Même si, globalement, les végétaux ne bioaccumulent pas ces contaminants dans leurs feuilles, ceux de la modalité 2 ont encore moins tendance à le faire que ceux de la modalité 1. Les résultats pour certaines espèces sont en cohérence avec la littérature scientifique connue avec le saule, le peuplier et l'aulne et qui comportent

les plus fortes concentrations en ETMs dans leurs tissus. Les ligneux dont le pouvoir accumulateur est le plus faible sont par contre le chêne, le cornouiller et le fusain.

### Ancienne décharge

Malgré la nature du terrain, il apparaît que le miscanthus produit de la biomasse avec un rendement estimé d'environ 12 tonnes/Ha/an, ce qui est comparable à celui attendu sur un sol non contaminé (15 tonnes/Ha/an). Ce résultat semble cohérent avec le suivi écotoxicologique, qui n'a par ailleurs pas démontré d'effet adverse du substrat vis-à-vis des paramètres considérés.

Au niveau de la bioaccumulation des ETMs, ceux-ci ne s'accumulent pas dans les parties aériennes mais plutôt dans les racines, ce qui est en accord avec plusieurs études récentes. Certains ETMs tels que le zinc, le cuivre ou l'arsenic ont en revanche plus tendance à être transférés depuis les parties souterraines du miscanthus vers ses organes aériens mais, les concentrations absolues relevées dans les tissus racinaires étant relativement faibles, le risque d'une bioaccumulation problématique dans les tiges ou les feuilles de la plante à l'avenir demeure négligeable. Le miscanthus n'étant qu'au début de sa croissance il sera néanmoins indiqué, de confirmer cette tendance à l'absence de bioaccumulation sur du miscanthus en fin de croissance, avant toute valorisation de la biomasse.

### Ancien terril aplani

L'inventaire de la flore semble indiquer que les travaux de phyto-aménagement ont augmenté la diversité végétale du site. Cette dernière se révèle par contre relativement homogène à l'échelle du site, les mêmes plantes se développant au pied des différents ligneux. La microbiologie est quant à elle variable d'une zone à l'autre et, s'il est envisageable que ce résultat soit dû à une influence du phyto-aménagement, il est encore plus probable qu'il soit dû à des facteurs environnementaux.

### **Conclusions et perspectives**

Malgré le recul limité dans le temps sur les trois expérimentations, les résultats obtenus au cours du projet laissent entendre que les plantations n'ont pas d'impact environnemental négatif sur les sites expérimentaux. Au contraire, le phyto-aménagement sur l'ancien terril aplani a augmenté la diversité floristique du site tandis que les parcelles plantées

sur le dépôt de sédiments semblent restreindre la mobilité des contaminants et donc limiter leur bioaccumulation. Les résultats obtenus avec le miscanthus sont également prometteurs quant à une valorisation de la biomasse produite. Ainsi, le phytomanagement pourrait s'avérer être un mode de gestion adapté à la valorisation de sites délaissés, même en cas de contamination.

### **Bibliographie**

Bert, V. & al. (2012). Metal immobilization and soil amendment efficiency at a contaminated sediment landfill site: a field study focusing on plants, springtails, and bacteria. Environmental Pollution. May;169 111. https://doi.org/10.1016/j.envpol.2012.04.021.

Kocoć, A. & Jurga, B. (2017). The evaluation of growth and phytoextraction potential of Miscanthus x giganteus and Sida hermaphrodita on soil contaminated simultaneously with Cd, Cu, Ni, Pb, and Zn. Environ Sci. Poll. Res. 24:4990–5000

Madejon, E., Perez de Mora, A., Felipe, E., Burgos, P. & Cabrera, F. (2006). Soil amendments reduce trace element solubility in a contaminated soil and allow regrowth of natural vegetation. Environmental Pollution. 139, 40-52.

Nsanganwimana, Florien & Waterlot, Christophe & Louvel, Brice & Pourrut, Bertrand & Douay, Francis. (2016). Metal, nutrient and biomass accumulation during the growing cycle of Miscanthus established on metal-contaminated soils. Journal of Plant Nutrition and Soil Science. 179. n/a-n/a. 10.1002/jpln.201500163.

Nurzhanova, A., Pidlisnyuk, V., Abit K., Nurzhanov, C., Kenessov, B., Stefanovska, T. & Erickson, L. (2019). Comparative assessment of using Miscanthus × giganteus for remediation of soils contaminated by heavy metals: a case of military and mining sites. Environ Sci Pollut Res Int.26 (13):13320-13333.

Stojnić, S., Kebert, M., Drekić, M., Galić, Z., Kesić, L., Tepavac, A., Orlović, S. (2019). Heavy Metals Content in Foliar Litter and Branches of Quercus petraea (Matt.) Liebl. and Quercus robur L. Observed at Two ICP Forests Monitoring Plots. South-east Eur for 10 (2): 151-157.

### **Abstract**

In October 2017 the Walloon ministry of Environment approved a convention between the Walloon public scientific institute (ISSeP), the Walloon public society for polluted soils management (SPAQuE SA) and a non-profit organization for the use of biomass (ValBiom ASBL) to set up a phytomanagement experiment in unused sites in Wallonia. Thus, three field plots have been selected for the experiment, each with different characteristics and raising different issues. The first field plot is a sediment deposit mainly contaminated with metallic trace elements and PAHs where a phytostabilisation experiment was settled up through two consortia of native tree species. Biomass production was investigated on the second site, a former landfill, through a crop of Miscanthus giganteus which is a non-food species. Finally, the third field plot is a former coal mining site on which five areas were planted with different species (poplar, alder, maple, black locust and birch) in order to increase its biodiversity.

Despite the limited follow-up in time on the three experiments, the results obtained during the project suggest that the plantations do not have a negative environmental impact on the experimental sites. On the contrary, floristic diversity of the former coal mining site increased while the trees settled up on the sediment deposit seem to limit the mobility of contaminants and therefore their bioaccumulation. The results obtained with M. giganteus are also promising in terms of adding value to the produced biomass. Thus, phytomanagement could prove to be a management method suitable for the enhancement of abandoned sites.

## **EO4LULUCF**

## Inventorier les changements territoriaux à l'aide de l'observation de la Terre pour le rapportage des émissions de GES

Intervenants ISSeP: Beaumont, B., Close, O., Hallot, E.,

Petit S., Swinnen, G.

Contact: b.beaumont@issep.be

Durée: novembre 2017 - septembre 2021

Partenaires: AwAC

**Financeur**: Fonds Propres (Loi Moerman)

### Vers un outil de rapportage européen harmonisé et cohérent

Les changements d'usage des terres, telles que la conversion de terres forestières en terres cultivées ou l'urbanisation de zones agricoles, ont un impact non négligeable sur la quantité de carbone présente dans la biomasse des plantes et des sols. Pour cette raison, le suivi de l'Utilisation de Terre, du Changement d'Affectation des Terres et de la Foresterie (UTCATF/LULUCF en anglais), indispensable à l'étude des variations des émissions de gaz à effet de serre (GES), est une obligation pour tout état, cadrée par la Convention-cadre des Nations Unies sur les changements climatiques (CCNUCC), le Protocole de Kyoto et la Commission Européenne.

L'estimation des variations des stocks de carbone nécessite une représentation cohérente, complète et transparente des superficies terrestres. Celle-ci s'appuie sur la nomenclature en affectation des terres définie par le GIEC. Actuellement, l'approche d'inventorisation UTCATF Wallonne catégorise le territoire en 5 classes sur base d'une grille d'inventaire régulière (Figure 1). La classification repose sur le croisement de géodonnées de référence consolidé par photo-interprétation des couvertures en orthophotos acquises annuellement. Le projet EO4LULUCF propose une solution innovante centrée sur l'observation de la Terre (OT) d'inventorisation. Cette solution s'inscrit pleinement dans les travaux menés par l'Agence Européenne de l'Environnement (AEE) et du réseau de partenaires EIONET (eionet.europa.eu) qui œuvrent au développement d'une solution harmonisée et cohérente de rapportage UTCATF au niveau européen. Le projet vise, in-fine, à proposer une solution plus efficiente, automatique et moins dépendante de la qualité de géodonnées préexistantes pour le rapportage au niveau wallon, transposable aux autres régions belges et européennes.



Figure 1. Stratégie d'inventorisation historique de la Wallonie.

## L'exploitation de méthodes en phase avec l'état de l'art

La méthodologie proposée s'appuie sur deux grands volets: (1) la classification supervisée d'images, et (2) la détection de changements interannuels. Ces méthodes ont été prioritairement développées et appliquées sur les données Sentinel-2 issues du programme satellitaire européen Copernicus. Bien qu'une analyse de l'apport de données à plus hautes résolutions ait été étudiée, telles que les campagnes aériennes en orthophotos et les modèles numériques de terrain et de surface acquis par la Wallonie, le choix de se concentrer sur des données européennes permet de répondre au critère de transposabilité énoncé dans les objectifs de la recherche. En ce sens, l'entrainement et la validation des cartographies nécessaires au développement de ces méthodes s'appuient sur la base de données européenne en occupation et utilisation du sol LUCAS (https://esdac.jrc.ec.europa.eu/projects/lucas).

Au départ d'un jeu d'apprentissage consolidé depuis LUCAS, différents algorithmes de *machine learning* ont été appliqués sur des mosaïques annuelles Sentinel-2 (couvrant l'ensemble du territoire belge) (Close et al., 2018a). Trois grandes étapes constituent cette approche : (a) le prétraitement des données sources, incluant la correction atmosphérique à l'aide du logiciel Sen2Cor, le ré-échantillonnage de l'ensemble des bandes spectrales à 10m et la création

des mosaïques, (b) la classification à proprement parler, réalisée à l'aide d'algorithmes spécifiques (i.e. maximum de vraisemblance, forêt aléatoire, plus proche voisin et distance maximale) paramétrés dans l'environnement ArcGIS (ESRI), et (c) la validation. Les résultats ont permis d'obtenir une exactitude globale de 92.6% par validation avec les données LUCAS. Toutefois, en comparant au rapportage wallon, cette exactitude globale est plus proche des 80%. Le taux d'erreurs important rémanent (±20%) souligne qu'il est à l'heure actuelle complexe d'atteindre un seuil qualitatif similaire au rapportage basé sur la photo-interprétation par une méthode entièrement automatique ou un inventaire construit à l'échelle européenne.

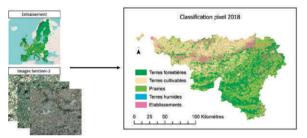


Figure 2. Approche d'inventorisation UTCATF proposée par LULUCF: classifications supervisées exploitant l'inventaire européen LUCAS et les données satellitaires Sentinel-2.

Le second volet porte sur la détection de changement (Close et al., 2021). Il s'agit ici d'un processus d'identification et de quantification temporelle de différences en affectation des terres. Le principe de base est que les changements dans les objets d'intérêt entraînent des changements dans les valeurs de réflectance sur les images d'OT (Figure 3).

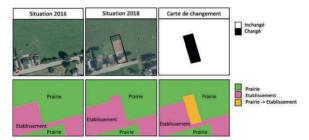


Figure 3 : Exemple de changement d'affectation : urbanisation d'une prairie entre 2016 et 2018.

Au sein d'EO4LULUCF, un recensement des méthodes de détection de changement a été réalisé et les plus opérationnelles ont été appliquées sur différentes mosaïques Sentinel-2. Celles-ci incluent des méthodes algébriques et de post-classification (Figure 4). Les résultats démontrent la difficulté de retranscrire et de mettre en évidence les changements, très rares, réels du territoire. En effet, le taux

de conversion réel du territoire wallon annuel est estimé à 0.4%. L'analyse satellitaire, bien que de qualité (> 90%), détecte de nombreux changements qui ne traduisent pas des modifications réelles de l'affectation des terres (pixels en bordure, changement de végétation...).



Figure 4 : Chaine de traitement développée pour la détection de changement.

### D'un premier cas d'étude à un service européen

Le projet EO4LULUCF a mis en évidence les opportunités offertes par les données Sentinel-2 pour réaliser l'inventaire des émissions de GES associées au secteur LULUCF. Si, pour de nombreux états ne disposant pas de géodonnées qualitatives, les perspectives mises en évidence dans ce projet sont prometteuses, elles restent entachées d'un taux d'erreurs supérieur à celui obtenu par rapportage centré sur le croisement de géodonnées et la photo-interprétation, bien que ce dernier soit beaucoup plus coûteux en ressources humaines. Conscient de ces limitations, mais profitant d'un volume de données croissants et de nouvelles perspectives méthodologiques (e.g. le deep learning), les acteurs européens œuvrent au perfectionnement d'une approche similaire à EO4LULUCF. Les premiers résultats sont attendus d'ici à fin 2022. Les outils développés par EO4LULUCF offrent des perspectives dans le suivi annuel de l'occupation du sol, nourrissant de nombreuses thématiques telles que le suivi de l'artificialisation des terres, l'étude des maillages verts et bleus ou encore l'étude des différents risques environnementaux.

### **Bibliographie**

► Close, O., Petit, S., Beaumont, B. & Hallot, E. (2021). Evaluating the Potentiality of Sentinel-2 for Change Detection Analysis Associated to LULUCF in Wallonia, Belgium. Land 2021, 10, 55. https://doi.org/10.3390/land10010055

- Close, O., Beaumont, B., Petit, S., Fripiat, X., & Hallot, E. (2018a). Use of Sentinel-2 and LUCAS Database for the Inventory of Land Use, Land Use Change, and Forestry in Wallonia, Belgium. Land 2018, 7(4), 154. http://dx.doi.org/10.3390/land7040154
- Close, O., Beaumont, B., Hallot, E., Fripiat, X. (2018b). Sentinel-2 time-series for the reporting of land use, land use change and forestry in Wallonia, Belgium. 3rd Joint EARSeL LULC & NASA LCLUC Workshop, Land-Use/Cover Change Drivers, Impacts and Sustainability within the Water-Energy-Food Nexus. Advances and outlook in the processing and analysis of remotely sensed data, p 47. http://dx.doi.org/10.13140/RG.2.2.16979.48165

### **Abstract**

The study of Land Use, Land Use Change and Forestry (LULUCF) is crucial for estimating the ground carbon

stock and understanding the global carbon cycle. Under the United Nations Framework Convention on Climate Change (UNFCCC) and the Kyoto Protocol each member state is committed to provide annually an inventory of greenhouse gas emission and estimates carbon stocks. In spite of technological advancements, current reports make generally little use of satellite imagery. The project EO4LULUCF aims to develop a novel method for mapping LULUCF using Sentinel-2 data from the European Copernicus program. The first part of the project has developed a new methodology based on a multi-temporal set of Sentinel-2 data and Machine Learning, trained using the LUCAS database, for mapping LULUCF. The second part studied the potential of these data to carry out change detection analysis on an annual basis. The project paved the way for the development of an European wide mapping approach supported by the European Environmental Agency, whose first results are expected by the end of 2022.

## Encore plus de projets de recherche!

La recherche à l'ISSeP s'est articulée en 2021 et 2022 autour de bien plus de projets que ceux décrits dans les chapitres précédents. Ce chapitre vous présente la liste des autres projets réalisés. Pour découvrir plus d'informations au sujet de ces projets, consultez les fiches descriptives disponibles sur le site web de l'ISSeP sous l'onglet RECHERCHE.

### **SMART AIRPORT**

Développement de services basés sur l'observation de la Terre pour le monitoring dynamique d'aéroports

Intervenants ISSeP: Hallot, E. (e.hallot@issep.be), Beaumont, B., Wyard, C.

**Durée**: 2019-2023 **Partenaires**: Oscars s.a. **Financement**: ESA

### **ACTRIS**

Aerosol, Clouds and Trace Gases Research Infrastructure

Intervenants ISSeP:: Bergman, s B. (b.bergmans@issep.be); Lenartz, F.

**Durée**: 2010-2029

**Partenaires**: CNR, CNRS, UJF, ULille, UBP, UR, TROPOS, NOA, NILU, FMI, PSI, UHEL, EMPA, ECMWF, MET, INOE, LMU, UVA, AEMET, UGR, UPC, BSC, CIEMAT, INTA, CSIC, KNMI, TUD, TNO, UU, ECN, CHMI, ICPF, CVGZ, ULUND, CyI, RIUUK, DWD, ULeeds, UYORK, STFC, UREAD, UHERTS, NERC, UPAC, IPNASB, CNISM, INRNE, NUIG, IG PAS, IEE PAS,

IMWM-NRI.

Financement: H2020

### **DIAPASON**

Identification des rôles de l'ammoniac dans la pollution atmosphérique et développement d'outils métrologiques pour évaluer les bonnes pratiques agricoles susceptibles de limiter l'émission de ce type de polluant

Intervenants ISSeP: Fays, S., Minet, I. (i.minet@issep.be), Ortegat, G.

**Durée**: 2017-2021

**Partenaires**: Asbl Agra-Ost, CRA-W **Financement**: Fonds Propres

(Moerman)

### **EDIT**

### Etude dynamique intelligente du trafic

Intervenants ISSeP: Dury, M. (m.dury@issep.be), Lenartz, F., Fernémont, N., Crespin P., Bergmans, B.

Durée: 2021-2023

Partenaires: AwAC – Agence wallonne de l'Air et du Climat, Ville de Namur, Ville d'Eupen, Transport & Mobility Leuven,

Telraam/Rear Window

Financement: SPW ARNE (Plan ENVIeS)

### **ICOS-WB**

## Etude de la balance Carbone globale et mesure de l'impact de la végétation par quantification des flux de ${\rm CO}_2$

Intervenants ISSeP: Bergmans, B. (b.bergmans@issep.be), Lenartz, F., Gerard, G.

**Durée**: 2013-2025

Partenaires: ULg (UPB, UPT, GSF, LUEM, UOA, UMCCB), CRAW, ISSeP

Financement: Fonds Propres (Moerman)

### **ICOS-RI**

### **Integrated Carbon Observation System-Research Infrastructure1**

**Intervenants ISSeP**: Bergmans B. (b.bergmans@issep.be), Lenartz, F., Gerard, G.

**Durée**: 2021-2025

Partenaires: ULg (UPB, UPT, GSF, LUEM, UOA, UMCCB), CRAW, ISSeP

Financement: ESFRI - DG06

### MC & MCII

### Réseau de mesures complémentaires de la qualité de l'air via des microcapteurs

Intervenants ISSeP: Lenartz, F. (f.lenartz@issep.be), Muck, D., Hozay, F., Fernémont, N.

**Durée**: 2019-2023

Partenaires: Communes de Wallonie Financement : SPW ARNE (Plan ENVIeS)

### **RECOVER**

### Recherche sur les Composés Organiques Volatils émis par la Végétation dans l'air

Intervenants ISSeP: Dury, M., Fafchamps, R., Fernemont, N., Gohy, M., Lenartz, F., Luthers, C.

**Durée**: 2019-2023

**Partenaires**: BIODYNE - Biosystems Dynamics and Exchanges (Gembloux Agro-Bio Tech, ULiège), IASB — Unité de Spectrométrie de masse de l'Institut Royal d'Aéronomie Spatiale de Belgique, Laboratoire de Climatologie (Uliège), LMD - Laboratoire de Météorologie Dynamics de Météorologie (Villa de Liège Villa de Villa de Liège Villa de Vill

Laboratoire de Météorologie Dynamique de l'Ecole Polytechnique, Ville de Liège, Ville d'Eupen

**Financement**: Fonds Propres (Loi Moerman)

### **SNIFECAR**

Surveillance du taux de NO2 en air intérieur: focus sur l'exposition des automobilistes en fonction des conditions de roulages

Intervenants ISSeP: Bergmans, B. (b.bergmans@issep.

be), Lenartz, F., Gerard, G. **Durée**: 2020-2024

**Partenaires**: VUB, UCL, AIRPARIF, HELP **Financement**: Fonds Propres (Loi Moerman)

### **ANTIBIOBUG**

Évaluation de la présence de bactéries antibiorésistantes dans les eaux en Wallonie - Etat des lieux

Intervenants ISSeP: Crettels, L. (I.crettels@issep.be),

Champon, L., Delrée, E., Burlion, N.

**Durée**: 2020-2021 **Partenaires**: -

Financement: SPW ARNE (Plan ENVIeS)

### **COCKTAIL**

Monitoring des mélanges de polluants rejetés dans les eaux de surface et évaluation du risque de l'effet cocktail.

**Intervenants ISSeP**: Marneffe, Y. (y.marneffe@issep.be), Leroy, D., Chalon, C., Nadin, C., Moïs, E., Dumont, M.

**Durée**: 2020-2024 **Partenaires**: AIRPARIF

Financement: SPW ARNE (Plan ENVIeS)

### **EBLSE**

Evaluation de la présence de bactéries antibiorésistantes dans les eaux en Wallonie: focus sur les entérobactéries productrices de β-lactamases à spectre étendu

**Intervenants ISSeP**: Crettels, L. (I.crettels@issep. be), Delrée, E., Mouchette A.-F., Korfer, J., Devillers, G., Burlion, N.

**Durée**: 2020-2023 **Partenaires**: ULiège

Financement: Fonds Propres (Loi Moerman)

### **GAMMAPEST**

Monitoring basé sur les effets des pesticides organophosphorés et des carbamates dans les masses d'eau en milieux agricoles par l'analyse de l'activité de l'acétylcholinestérase dans des gammares placés in situ

Intervenants ISSeP: Marneffe, Y. (y.marneffe@issep.be),

Leroy, D.

Durée: 2019-2021 Partenaires: -

Financement: Fonds Propres (Loi Moerman)

### **MICROPLAST**

Evaluation de l'occurrence des particules de microplastiques dans le tube digestif des poissons et invertébrés dulcicoles, ainsi que de la présence d'agents plastifiants chez ces organismes.

Intervenants ISSeP: Leroy, D. (d.leroy@issep.be),

Marneffe, Y., Veschkens, M.

**Durée**: 2017-2022

Partenaires: ULiège, UNamur

Financement: Fonds Propres (Loi Moerman)

### **MICROPLASTEP**

Diagnostic de l'efficacité des STEP pour le traitement des microplastiques dans les eaux usées et devenir des microplastiques dans l'environnement

Intervenants ISSeP: Joris, A. (a.joris@issep.be),

Canisius, M.F., Roland, I. **Durée**: 2021-2024

Partenaires: Cebedeau, SPGE

**Financement**: Fonds Propres (Loi Moerman)

#### **ODISUPER**

#### Eaux de distribution et de surface: évaluation de la teneur en composés perfluoroalkylés en Wallonie

**Intervenants ISSeP**: Kech, C. (c.kech@issep.be), Bemelmans, S., Moïs, E., Gillard, D., Nadin, C., Marneffe, Y., Chalon, C.

Durée: 2021-2023 Partenaires: CILE

Financement: Fonds Propres (Loi Moerman)

#### **PPB-WAL**

Evaluation de la présence et de l'impact de certains composés perfluorés, de certains phtalates et du bisphénol A dans les eaux en Wallonie

**Intervenants ISSeP**: Chalon, C., Kech, C. Kech, C. (c.kech@issep.be), Marneffe, Y, Nadin, C.

Durée: 2019-2021 Partenaires: SWDE

Financement: SPW ARNE (Plan ENVIeS)

#### STEP-PE

Station d'épuration : leur impact sur la perturbation endocrinienne en milieu aquatique en Région wallonne et leur efficacité de traitement.

**Intervenants ISSeP**: Chalon, C. (c.chalon@issep.be), Frippiat, Ch., Kech, C., Marneffe, Y., Veschkens, M.

**Durée**: 2019-2021

Partenaires: ULiège, UNamur

Financement: Fonds Propres (Loi Moerman)

#### **BASILIC**

## Benzène résiduel associé aux sites issus de l'industrie charbonnière

**Intervenants ISSeP**: Foucart, H. (h.foucard@issep.be), Lambert, Ch., Le Bussy, O.

Durée: 2020-2021 Partenaires: -

**Financement**: Fonds Propres (Loi Moerman)

#### PLASTI-SOL

#### Micro- et nanoplastiques dans les sols

Intervenants ISSeP: Canisius, M-F., Joris, A. (a.joris@

issep.be), Roland, I. **Durée**: 2019-2021 **Partenaires**: -

**Financement**: Fonds Propres (Loi Moerman)

#### **CASMATELE II**

## Opérationnalisation de la Caractérisation des matériaux de toitures par télédétection

Intervenants ISSeP: Beaumont, B., Bossiroy, D., Hallot,

E., Wyard, C. **Durée**: 2019-2021

Partenaires: SPW-ARNE, SPW-Energie, Ville de Liège,

CEA, ONERA

**Financement**: SPW ARNE (Plan ENVIeS)

#### **CETEO**

#### Outils d'aide à la décision basés sur l'observation de la Terre (Earth Observation – EO) pour le contrôle et la gestion de Centres d'Enfouissement Technique (CET)

**Intervenants ISSeP**: Beaumont, B. (b.beaumont@issep. be), Dumont, J., Hallot, E., Navette, E., Stassen, F., Wyard,

Durée: 2019-2021 Partenaires: -

**Financement**: Fonds Propres (Loi Moerman)

#### **FP-CUP**

## Financement multi-actions de support à la valorisation du programme Copernicus

Intervenants ISSeP: Beaumont, B. (b.beaumont@issep. be), Dumont, J., Hallot, E., Navette, E., Stassen, F., Wyard, C.

**Durée**: 2018-2023

**Partenaires**: Consortium composé de 50 entités de 23 pays européens, dirigé par le Centre aérospatial allemand (DLR) - https://www.copernicus-user-uptake.eu/partner

**Financement** : Co-financement Commission européenne (DG DEFIS) - Caroline Herschel Framework

Partnership Agreement

#### INTELLO

## Intégrer l'INTElligence artificielle dans les outils de suivi de l'environnement WalLOn

**Intervenants ISSeP**: Beaumont, B. (b.beaumont@issep. be), Loozen, Y., Lenartz, F., Dury, M., Palmaerts, B., Wyard, C., Hallot, E.

**Durée**: 2020-2023

**Partenaires**: Ecole Polytechnique Fédérale de Lausanne

(EPFL) et Oscars s.a.

**Financement**: Fonds Propres (Loi Moerman)

#### **PLAN CANOPEE**

Etudes cartographiques de la canopée d'arbres, de sites ; Potentiels de plantation d'arbres et des îlots de chaleurs urbains et étude des services écosystémiques de régulation rendus par les arbres urbains

**Intervenants ISSeP**: Beaumont, B. (b.beaumont@issep. be), Loozen, Y., Wyard, C., Lenartz, F., Dury, M., Hallot, E.

**Durée**: 2020-2023

Partenaires: UCLouvain, VITO Financement : Ville de Liège

#### **SALTO**

#### Secure Active Learning for Territorial Observations

Intervenants ISSeP: Palmaerts, B. (b.palmaerts@issep.be)

**Durée**: 2021-2023

**Partenaires**: Oscars s.a., UCLouvain **Financement**: BELSPO/IRSD

#### **SARSAR**

Suivi automatisé des sites à réaménager par l'utilisation d'images RADAR et optique.

Intervenants ISSeP: Hallot, E. (e.hallot@issep.be), Petit,

S., Beaumont, B., Collart, C.

**Durée**: 2019-2021

Partenaires: SPW TLPE DAOV, ERM- Ecole Royale

Militaire

Financement: SPW TLPE, BELSPO

#### TERRA2SAR

## Diffusion code et publication des résultats du projet SARSAR.

Intervenants ISSeP: Hallot, E. (e.hallot@issep.be)

Durée: 2021-2022 Partenaires: -

Financement: BELSPO

#### **5GINC**

Evaluation de l'exposition aux champs électromagnétiques générés dans le cadre du déploiement de la 5G et de ses éventuels effets sur la santé

Intervenants ISSeP: Vatovez, B. (b.vatovez@issep.be), Durand, T., Fonzé, E., Desmet, S., Jacques, A., Bernard, P.,

Hallot, E., Loozen, Y. **Durée**: 2020-2023

Partenaires: Sciensano, ULiège

**Financement**: Fonds Propres (Loi Moerman)

#### **ENVI\_EHS**

Etude de l'hypersensibilité aux champs électromagnétiques par des tests de provocation en double aveugle

**Intervenants ISSeP**: Vatovez, B. (b.vatovez@issep.be)

**Durée**: 2019-2022 **Partenaires**: Sciensano

Financement: SPW ARNE (Plan ENVIeS)

#### LABO AMIANTE

Mise en place laboratoire et protocole analytique pour la caractérisation de l'amiante

Intervenants ISSeP: Haouche, L. (I.haouche@issep.be).

Sinaba, T., Heysck, M., Trigallez, J.

Durée: 2019-2023
Partenaires: Sciensano

**Financement**: SPW ARNE (Plan ENVIeS)

#### **UPEC-ECPR**

valuation des rejets de plomb dans les eaux de ruissellement à partir de bancs d'essais, réalisés en tables de plomb couramment utilisées en restauration du patrimoine, exposés aux conditions environnementales « naturelles ».

Intervenants ISSeP: Bossiroy, D. (d.bossiroy@issep.be)

**Durée**: 2018-2021

**Partenaires**: AWaP - Direction de l'Appui Scientifique et technique, UMONS - Service de Génie Civil et de Mécanique, des structures, CCT, Entreprises de couverture (BATTAIS, CROHIN, LENOIR, PIERRARD, IPALL)

Financement: AWAP

#### **BIOPEST**

Améliorer nos connaissances sur l'exposition des wallons aux pesticides en établissant des données de référence sur l'exposition de la population générale et des agriculteurs.

Intervenants ISSeP: Ruthy, I. (i.ruthy@issep.be), Dumont, M., Jacquemin, P., Remy, S., Veschkens, M., Ortegat, G., Lenartz, F., Gérard, G., Collart, C.

**Durée**: 2017-2022

Partenaires: Consortium BMH-Wal: ISSeP, CHU de Liège-Service de Toxicologie clinique, médico-légale, de l'environnement et en entreprise, UCLouvain-Center for Toxicology and Applied Pharmacology (LTAP) & Institute of Experimental and Clinical Research (IREC), Cliniques universitaires St-Luc,-Laboratoire de Biochimie Analytique (CUSL) et Sciensano- Service Trace Elements and Nanomaterials

**Financement**: Fonds Propres (Loi Moerman)

#### **BIOBRO**

Biomonitoring humain spécifique autour des sites des broyeurs à métaux en Wallonie.

Intervenants ISSeP: Ruthy, I., Jacquemin, P., Vinders,

A., Remy, S., Veschkens, M.

Durée: 2021-2023

Partenaires: CHU-Liège, CUSL, UCLouvain, Sciensano

Financement: SPW ARNE

#### **BIOSOL**

## Biomonitoring humain et sols contaminés: étude comparée de l'influence

**Intervenants ISSeP**: Petit, J. (j.petit@issep.be), Herbrich, L., Peeters M., Kech, C., Joris, A., Ghyssens, B.

Durée: 2020-2023 Partenaires: UCL

**Financement**: Fonds Propres (Loi Moerman)

#### **BMH-WAL**

#### Biomonitoring humain et sols contaminés: étude comparée de l'influence

**Intervenants ISSeP**: Jacques, A. (al.jacques@issep.be), Ruthy, I. (i.ruthy@issep.be), Maggi, P., Remy, S.

**Durée**: 2019-2025

**Partenaires**: Service de Toxicologie clinique du CHU-Liège, le Louvain Center for Toxicology and Applied Pharmacology de l'UCLouvain, les Cliniques universitaires

Saint-Luc et Sciensano Financement : SPW

#### **PARC**

## Partnership on the Assessment of Risks from Chemicals

Intervenants ISSeP: Habran, S., Ruthy, I., Kech, C., Nadin, C., Beaumont, B., Hallot, E., Palmaertz, B., Bouhoulle, E. (e.bouhoulle @issep.be), Bergmans, B.

**Durée**: 2022-2027

**Partenaires**: 200 partenaires européens

Financement : Commission Européenne, SPW-ARNE

#### **SANISOL**

Détermination des teneurs limites en polluant dans le sol en vue d'assurer la qualité commerciale des productions végétales en Wallonie et la gestion des risques pour les producteurs - Développement d'un outil pilote permettant de fournir des recommandations particulières de gestion et d'utilisation à tout producteur de biomasse alimentaire produite sur un sol contaminé en Wallonie

**Intervenants ISSeP**: Jaques, A. (al.jacques@issep.be), Maggi, P., Petit, J. (j.petit@issep.be), Remy, S.

**Durée**: 2018-2021

**Partenaires**: SPW ARNE DPSCPES; CHU de Liège, Sciensano, SPW ARNE, Confédération Construction

Wallonne, SPW ARNE DSD PWD-R.

Financement: SPW ARNE –DPS et CPES

#### **METHAMINE**

Affinement du bilan des émissions de gaz à effet de serre en Région Wallonne par une meilleure estimation des émissions de méthane provenant des mines abandonnées

**Intervenants ISSeP**: Ronchi, B. (b.ronchi@issep.be), Stassen, F., Warin, S., Dewaide, L., Navette, E.

**Durée**: 2021-2024

Partenaires: Comité de suvi: AWAC, SPW ARNE, DRIGM,

**UMons.INERIS** 

Financement: Fonds Propres (Loi Moerman)

#### **ACTAMIANTE**

Mise en œuvre d'actions réglementaires et d'information visant à réduire l'exposition de la population wallonne à l'amiante

Intervenants ISSeP: Bossiroy, D. (d.bossiroy@issep.be)

Durée: 2019-2021 Partenaires:

Financement : SPW ARNE (Plan ENVIeS)

## **Publications**

#### MONOGRAPHIE ET RAPPORTS DE RECHERCHE

**Beaumont, B., Wyard, C., Navette, E., Dumont, J., Stassen, F. & Hallot, E. (2021)**. CETEO – Outils d'aide à la décision basés sur l'observation de la Terre pour le contrôle et la gestion de centres d'enfouissement technique. Rapport final n°RP1-RAP-21-01709-BEBE, ISSeP, 63 p.

**Beaumont, B., Loozen, Y., Castin, T., Radoux, J., Defourny, P. & Hallot, E. (2021**). Plan Canopée – Tranche 1 – Rapport de réalisation des tâches 2.3 et 2.4 : Caractérisation de la canopée d'arbres et des sites potentiels de plantation d'arbres, 37 p.

**Bouhoulle E., Crévecoeur S., Jacquemin P. (2022**). Inventaire des valeurs limites pour la gestion de l'environnement en Wallonie. Cas de l'arsenic. Rapport ISSeP, RAP-22-03916, 22 pp.

Champon, L., Crettels, L., Schrooten, D. & Burlion, N. (2021). Rapport final du projet Antibiobug (Plan ENVIeS) - Évaluation de la présence de bactéries antibiorésistantes dans les cours d'eau wallons — 2ième volet - Antibiobug II. Rapport 2734/2021, ISSeP, 68 p.

**Close, O., Hallot, E. & Beaumont, B. (2021**). EO4LULUCF – L'observation de la terre pour le rapportage LULUCF – Rapport final. ISSeP, 125 p.

**Dewaide, L., Descamps F. & Vandycke S. (2022**). Inventaire et typologie des cavités souterraines en Wallonie et Hauts-de-France. Rapport de synthèse du projet RISSC, 63 p.

**Dewaide, L., De Fru ,M-L., Deudon A. & Pacyna D. (2022)**. Inventaire et comparaison des réglementations et pratiques de gestion du risque cavité en Wallonie et Hauts-de-France. Rapport de synthèse du projet RISSC, 35 p.

- **Dewaide, L. (2022**). Les risques de mouvement de terrain liés aux cavités souterraines : une problématique transfrontalière à la loupe dans le projet RISSC. Article paru dans la revue "Ecokarst", 5 p.
- **Foucart H., Lambert C., Crévecœur S., Petit J. (2022)**. Note technique sur la problématique du plomb dans le cadre des études environnementales selon le Décret sols— avis concerté entre les Cellules Environnement Santé et Déchets/Site à risques de l'ISSeP FIB : «Procédures techniques spécifiques et simplifiées pour ce qui concerne les investigations et analyses des risques relatives aux remblais», 19 pp
- **Gohy, M. (2021**). Rapport final du projet Capteurs CO2 (plan ENVles) Fourniture et suivi de capteurs portatifs pour la mesure du dioxyde de carbone dans les écoles. Rapport 00466/2022, ISSeP, 87 p.
- **Habran, S. & Genin, M. (2021)**. Association entre l'exposition environnementale aux pesticides agricoles et l'incidence de certains cancers : Analyses spatiales et régressions écologiques. Rapport n° 2021-02333, ISSeP, 19 p.
- Kech, C., Chalon, C., Marneffe, Y., Nadin, C., Nott, K. & Vanderheyden, C. (2021). Rapport final du projet PPB-WAL (Plan ENVIeS) Evaluation de la présence et de l'impact de certains composés perfluorés, de certains phtalates et du bisphénol-A dans les eaux en Wallonie. Rapport 1736/2021, ISSeP, 130 p.
- Hallot, E., Palmaerts, B., Swinnen, G. & Wyard, C. (2022). TERRA2SAR TERRASCOPE for Sentinel-1 and Sentinel-2 time-series automatic analysis, Rapport final, 11 p.
- **Loozen, Y., Beaumont, B. & Hallot, E. (2021**). Plan Canopée Tranche 2 Rapport de réalisation de la tâche 2.5 2.5.1 Caractérisation des îlots de chaleur urbains, 16 p.
- Christelle, Joris A., Crettels, L., Champon, L., Balthasart, F., Canisius, M.F., Nadin, C., Veithen X. Benoit, Stéphanie. Révision du Compendium Wallon des méthodes d'Echantillonnage et d'Analyse (CWEA) (2022). 788p.
- **Petit J.C.J.** (2022). Détermination des teneurs limites sanitaires pour le Pb dans les sols : Application du modèle toxicocinétique IEUBK aux 6 scénarii de S-RISK impliquant les enfants. Rapport ISSeP, 22 p.

- **Petit J.C.J., Jacquemin, P., Philipart C. (2022)**. Notion de district géochimique et fiches de synthèse sur les métaux dans les sols. Outils pour la mise en œuvre de l'art. 14 de l'AGW terres excavées. Rapport ISSeP. 46 p.
- **Petit J.C.J (2022**). Implémentation des modèles toxicocinétiques probabilistes pour Pb et As dans le modèle SANISOL, Rapport ISSeP, 25 pp
- **Petit J.C.J, Pereira B. (2022**). Mise au point des méthodes d'analyse au XRF portable Niton XL5, Rapport ISSeP 26 p.
- **Petit J.C.J. (2022**). Relation entre biomarqueurs urinaire et sanguin du plomb : Synthèse bibliographique et analyse des données d'imprégnation wallonnes (BMH-WAL1, SANISOL et BMH Témoin)-Projet BIOSOL. Rapport ISSeP 28 pp.
- **Peeters M., Petit J.C.J., Remy S. (2022)**. BIOSOL : Etude comparée de l'influence des concentrations élevées en polluants inorganiques dans les sols sur l'imprégnation des populations. Protocole du Biomonitoring. Rapport ISSeP, 36 pp.
- Petit J., Crévecoeur S., Jacquemin P., Ruthy I., Veschkens M. (2022). PROTOCOLE DE GESTION ENVIRONNEMENT-SANTE Version 3. Réalisation des études de risques et détermination des mesures de gestion en cas de contamination diffuses des sols en métaux, répandue à l'échelle d'une population locale. Rapport ISSeP, 64 pp.
- Petit, S., Stasolla, M., Wyard, C., Swinnen, G., Hallot, E., Neyt, X., Rasumny, C. (2021). SARSAR Automatic redevelopment sites monitoring using SAR and OPTICAL images Final report. 20 p.
- SPW ARNE (DAS) & ISSeP (Crévecoeur S. & Lambert C.) (2022). Code Wallon de Bonnes Pratiques. Guide de Référence pour l'Etude de Risques Partie B : Evaluation des risques pour la santé humaine. Version 05. https://sol.environnement.wallonie.be/home/sols/sols-pollues/code-wallon-de-bonnes-pratiques--cwbp-/etude-de-risque.html
- Wyard, C., Beaumont, B., Castin, T., Radoux, J., Defourny, P. & Hallot, E. (2022). Plan Canopée Tranche 3 Rapport de réalisation des tâches 2.5.2 et 2.5.3 : Validation du modèle climatique et production d'une base de données, 74 p.

#### PUBLICATIONS DANS DES REVUES SCIENTIFIQUES

- **Bergmans, B., Cattaneo, A., Duarte M. et al. (2022)**. Particulate matter indoors: a strategy to sample and monitor size-selective fractions. Applied Spectroscopy Reviews. https://doi.org/10.1080/05704928.2022.2088554
- **Beaumont, B., Grippa, T. & Lennert, M. (2021)**. A user-driven process for INSPIRE-compliant land use database: example from Wallonia, Belgium. Annals of GIS. https://doi.org/10.1080/19475683.2021.1875047
- Beaumont, B., Loozen, Y., Castin, T., Radoux, J., Wyard, C., Lauwaet, D., Lefebre, F., Halford, T., Haid, M., Defourny, P. & Hallot, E. (2022). Green infrastructure planning through EO and GIS analysis: the canopy plan of Liège, to mitigate its urban heat island. ISPRS Annals of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences, Nice, France.
- **Beaumont, B., Wyard, C., Petit, S., Palmaerts, B., Swinnen, G. & Hallot, E. (2022)**. Données d'observation de la Terre multi-sources pour la cartographie dynamique de l'occupation et de l'utilisation du sol en Wallonie. Colloque international « Changements globaux et gestion de la transition : au singulier ou au pluriel ? », Liège, Belgium, Ateliers des Presses, 92 p. ISBN : 978-2-930772-33-2.
- Boveroux, F., Cassiers, S., De Meyer, P., Buekenhoudt, P., Bergmans, B., Idczak, F., Jeanmart, H., Verhelst, S. & Contino, F. (2021). Impact of mileage on PN emission factors for EURO 5 and 6 diesel passengers cars. Atmospheric Environment, 244. https://doi.org/10.1016/j.atmosenv.2020.117975
- Close, O., Petit, S., Beaumont, B. & Hallot, E. (2021). Evaluating the potentiality of Sentinel-2 for change detection analysis associated to LULUCF in Wallonia, Belgium. Lands, 10(1), 55. https://doi.org/10.3390/land10010055
- Crettels, L., Burlion, N., Breyer, R., Mainil, J., Servais, P., Korfer, J. & Thiry, D. (2021). Antimicrobial resistance of Escherichia coli isolated from freshwaters and hospital effluents in Belgium. Letters in Applied Microbiology, 54 (3), 411-418. https://doi.org/10.1111/lam.13625

- Duarte, R., Gomes, J., Querol, X., Cattaneo, A., Bergmans, B., Saraga, D., Maggos, T., Di Gilio, A., Rovelli, S. & Vilanueva, F. (2021). Advanced instrumental approaches for chemical characterization of indoor particulate matter. Applied Spectroscopy Reviews, 1-41. https://doi.org/10.1080/05704928.2021.2018596
- **Dufour, P., Pirard, C., Ortegat, G., Brouhon, J-M. & Charlier, C. (2021)**. Atmospheric deposition of polychlorinated dibenzo-dioxins/furans (PCDD/Fs), polychlorinated biphenyls (PCBs) and polybrominated diphenyl ethers (PBDEs) in the vicinity of shredding facilities in Wallonia (Belgium). Atmospheric pollution research, 12, 60-66. https://doi.org/10.1016/j.apr.2020.08.014
- Dyakov, I.V., Bergmans, B., Idczak, F., Blondeau, J., Bram, S., Cornette, J., Coppieters, T., Contino, F., Mertens, J. & Breulet, H. (2021). Intercomparative measurements of particle emission from biomass pellet boiler with portable and stationary dilution devices. Aerosol Science and Technology, 55(6), 665-680. https://doi.org/10.1080/02786826.2021.1888865
- **Habran, S., Philippart, C., Jacquemin, P. & Remy, S. (2022**). Mapping agricultural use of pesticides to enable research and environmental health actions in Belgium. Environmental Pollution, 301 (119018). https://doi.org/10.1016/j.envpol.2022.119018
- **Henry, M., Haouche L., & Lemière B. (2023**). Mineral Processing Techniques Dedicated to the Recycling of River Sediments to Produce Raw Materials for Construction Sector. Mining 3, no. 1: 54-76. https://doi.org/10.3390/mining3010003
- **Lenartz, F., Dury, M., Bergmans, B., Hutsemékers, V., Broun, V., Brose, Ch., & Guichau, S. (2021**). Antilope: A portable low-cost sensor system for the assessment of indoor and outdoor air pollution exposure. Frontiers in Sensors, 2(679908). https://doi.org/10.3389/fsens.2021.679908
- Lemière, B.; Laperche, V.; Wijdeveld, A.; Wensveen, M.; Lord, R.; Hamilton, A.; Haouche, L.; Henry, M.; Harrington, J.; Batel, B.; et al. (2022). On-Site Analyses as a Decision Support Tool for Dredging and Sustainable Sediment Management. Land, 11 (274). https://doi.org/10.3390/land11020274

- Perez C., Carré F., Hoarau-Belkhiri A., Joris A., Leonards P., Lamoree M. (2022). Innovations in analytical methods to assess the occurrence of microplastics in soil publication Chemospher
- Petit J.C.J., Maggi P., Pirard C., Charlier C., Ruttens A., Liénard A., Colinet G., Remy S. (2022). Human biomonitoring survey (Pb, Cd, As, Cu, Zn, Mo) for urban gardeners exposed to metal contaminated soils. Environmental Pollution, 312(1),120028. https://doi.org/10.1016/j.envpol.2022.120028.
- Petit, S., Stasolla, M., Wyard, C., Swinnen, G., Neyt, X. & Hallot, E. (2022). A New Earth Observation Service Based on Sentinel-1 and Sentinel-2 Time Series for the Monitoring of Redevelopment Sites in Wallonia, Belgium. Land, 11, 360. https://doi.org/10.3390/land11030360
- Ródenas García, M., Spinazzé, A., Branco, P., Borghi, F., Villena, G., Cattaneo, A., Di Gilio, A., Mihucz, V., Gómez Álvarez, E., Ivan Lopes, S., Bergmans, B., Orłowski, C., Karatzas, K., Marques, G., Saffell, J. & Sousa, S. (2022). Review of low-cost sensors for indoor air quality: Features and applications, Applied Spectroscopy Reviews, 57:9-10, 747-779, DOI: 10.1080/05704928.2022.2085734
- Spinazzè, A., Borghi, F., Rovelli, S., Mihucz, V., Bergmans, B., Cattaneo, A. & Cavallo, D. (2021). Combined and modular approaches for multicomponent monitoring of indoor air pollutants. Applied Spectroscopy Reviews. https://doi.org/10.1080/05704928.2021.1995405
- Stasolla, M., Petit, S., Wyard, C., Swinnen, G., Neyt, X., & Hallot, E. (2021). Urban Sites Change Detection by Means of Sentinel-1 and Sentinel-2 Time Series. 2021 IEEE International Geoscience and Remote Sensing Symposium IGARSS, 1065–1068. https://doi.org/10.1109/IGARSS47720.2021.9555060
- Van De Vyver, H., Van Schaeybroeck, B., De Troch, R., De Cruz, L., Hamdi, R., Villanueva-Birriel, C., Marbaix, P., van Ypersele, J.-P., Wouters, H., Vanden Broucke, S., van Lipzig, N. P. M. Doutreloup, S., Wyard, C., Scholzen, C., Fettweis, X., Caluwaerts, S. & Termonia, P. (2021). Evaluation framework for subdaily rainfall extremes simulated by regional climate models. Journal of Applied Meteorology and Climatology, 60, 1423-1442. https://doi.org/10.1175/JAMC-D-21-0004.1

- **Wyard, C., Beaumont, B., Grippa, T., Georganos, S., & Hallot, E. (2021)**. UAVs for Fine-Scale Open-Source Landfill Mapping. 2021 IEEE International Geoscience and Remote Sensing Symposium IGARSS, 8217–8220. https://doi.org/10.1109/IGARSS47720.2021.9553815
- **Wyard, C., Beaumont, B., Grippa, T., Hallot, E. (2022**). UAV-Based Landfill Land Cover Mapping: Optimizing Data Acquisition and Open-Source Processing Protocols. Drones, 6, 1–24. https://doi.org/10.3390/drones6050123

#### Présentation orale à des congrès et conférences

- Beaumont, B., Grippa, T., Lennert, M., Radoux, J., Bassine, C., Defourny, P. & Wolff, E. (2021, March). An Open Source Mapping Scheme for Developing Wallonia's INSPIRE Compliant Land Cover And Land Use Datasets. EARSeL 6th European Association of Remote Sensing Laboratories Symposium Joint Workshop Urban Remote Sensing, Liège, Belgium (online).
- Beaumont, B., Wyard, C., Petit, S., Palmaerts, B., Swinnen, G. & Hallot, E. (2022). Données d'observation de la Terre multi-sources pour la cartographie dynamique de l'occupation et de l'utilisation du sol en Wallonie. Colloque international « Changements globaux et gestion de la transition : au singulier ou au pluriel ? », Liège, Belgium, Ateliers des Presses, 92 p. ISBN : 978-2-930772-33-2.
- **Beaumont, B. (2022, January**). Le Plan Canopée de la Ville de Liège présentation des travaux du consortium ISSeP-UCLouvain-VITO. GTCOWAL, Namur, Belgium (online).
- **Beaumont, B., Graur, G., Palmaerts, B., Swinnen, G. & Hallot, E. (2022, September)**. Machine and deep learning tools exploiting Earth observation for airport geodata production. 41st EARSeL Symposium, Paphos, Cyprus.
- **Beaumont, B., Stephenne, N., Van Geertsom, J. & Kleeschulte, S. (2022, September**). Belgian experience in the EAGLE LULUCF cross border mapping exercise. 41st EARSeL Symposium, Paphos, Cyprus.

- Choopani, A., Ronchi, B., Declercq, P.-Y., Devleeschouwer, X. (2022, September). Ground Deformations Related to an Old Drainage Adit in The Abandoned Coal Concession Around Saint-Vaast (Wallonia, Belgium) Analyzed Using PS-InSAR and Piezometric Wells Time Series. IMWA2022, Christchurch, NEw Zealand.
- Crettels, L., Champon, L., Burlion, N., Breyer, R., Mainil, J., Servais, P., Korfer, J. & Thiry, D. (2021, November). Antimicrobial resistance of Escherichia coli isolated from freshwaters, hospital effluents and bathing water in Belgium. 8th FARAH DAY, Liège, Belgium.
- Demaegdt, H., Ruttens, A., Jacques, A., Ruthy, I., Maggy, P., Cheyns, K. & Remy, S. (2022, November). The influence of lifestyle choices (food, alcohol, smoking) on the blood concentration of Cd, Pb and Hg of newborns and adults from Wallonia. 6th Imekofoods, Dubrovnik, Croatia.
- **Dury, M., Hozay, F. & Lenartz, F. (2022, September)**. Personal exposure assessment through measurement and modelling. 21st International Conference on Harmonisation within Atmospheric Dispersion Modelling for Regulatory Purposes, Aveiro, Portugal.
- **Habran S. (2022, May)**. Utilisation des SIG pour estimer la pression phytosanitaire potentielle en Wallonie. Conférence SIGLES « Analyses spatiales en santé-environnement », Lille, France.
- **Hallot, E., Okende, A., Grippa, T. & Beaumont, B. (2021, March**). A random forest dasymetric approach for mapping the population distribution at high spatial resolution. EARSeL 6th European Association of Remote Sensing Laboratories Symposium Joint Workshop Urban Remote Sensing, Liège, Belgium (online).
- Joassin, P., Lenartz, F. & Dury, M. (2022, September). Study of spatial and temporal variability of production rates and composition of NOx sources using in-situ measurements combined to a dynamic model of NOx-O3 system. 21st International Conference on Harmonisation within Atmospheric Dispersion Modelling for Regulatory Purposes, Aveiro, Portugal.

- **Lenartz, F., Joassin, P., Crespin, P. & Dury, M. (2021, October)**. An evaluation of data-driven models. International Technical Meeting On Air Pollution Modelling And Its Applications, Barcelona, Spain.
- **Liénard, F. & Haouche, L. (2021, June)**. Are dredging sediments ecologically equivalent to a soil? I2SM 7th edition of International Symposium on Sediment Management, Lille, France (online).
- **Okende, A. & Beaumont, B. (2022**). Identification of the drivers of deforestation in the Democratic Republic of Congo: case of territory of Bolobo. Alternet Conference: Transformative Changes for Biodiversity and Health, Ghent, Belgium.
- **Petit J. (2022, mars)** Détermination des teneurs limites sanitaires pour le Pb dans les sols. Séminaires « Echanges d'expérience DAS » 15 mars 2022 (présentation, 70 slides)
- Petit, S., Stasolla, M., Wyard, C., Swinnen, G., Close, O., Beaumont, B., Rasumny, C., Neyt, X. & Hallot, E. (2021, March). The Potential of SAR and OPTICAL Sentinel Images for the Automatic Monitoring of Redevelopment Sites. EARSeL 6th European Association of Remote Sensing Laboratories Symposium Joint Workshop Urban Remote Sensing, Liège, Belgium (online).
- Petit, S., Stasolla, M., Wyard, C., Swinnen, G., Neyt, X. & Hallot, E. (2022, May). Sentinel-1 and Sentinel-2 for urban planning: an application for automatic near real-time redevelopment sites monitoring. ESA Living Planet Symposium 2022, Bonn, Germany.
- **Romain, A.C. & Fays, S. (2021, April)**. Odour sampling system with remote triggering: feedback from a Belgian experience. NOSE 2020, Taormina, Italy (online).
- Ronchi, B., Stassen, F., Drevet, J-P., Veschkens, M. (2021, September). How to integrate outbreak risk issues from drainage adits from abandonned mines in land use planning: a tool for decision-makers. 7th International Geologica Belgica Meeting 2021, AfricaMuseum Tervuren, Belgium.
- Stasolla, M., Petit, S., Wyard, C., Swinnen, G., Neyt, X. & Hallot, E. (2021, July). Urban Sites Change Detection by the Means of Sentinel-1 and Sentinel-2 Time Series. IGARSS 2021, Brussels, Belgium (online).

**Vatovez, B. (2021, September**). International and European Regulation - General public perspective. BioEM2021, Ghent, Belgium.

Wyard, C., Beaumont, B., Grippa, T., Georganos, S. & Hallot, E. (2021, July). UAVs for fine-scale open-source landfill mapping. IGARSS 2021, Brussels, Belgium (online).

#### **POSTERS**

Beaumont, B., Wyard, C., Grippa, T., Dumont, J., Stassen, F., Navette, E. & Hallot, E. (2022, May). Decision support tools for landfill management based on UAVs data. ESA Living Planet Symposium 2022, Bonn, Germany.

**Beaumont, B., Stephenne, N., Van Geertsom, J. & Kleeschulte, S. (2022)**. Belgian experience in the EAGLE LULUCF cross border mapping exercise. 41st EARSeL Symposium. September 2022, Paphos, Cyprus.

Crettels, L., Champon, L., Burlion, N., Delrée, E., Saegerman, C. & Thiry, D. (2022, june). Antimicrobial resistant Escherichia coli prevalence in freshwaters in Belgium and human exposure risk assessment. Symposium de l'Association d'Epidémiologie et de Santé Animale (AESA), Liège, Belgium.

Crettels, L., Burlion, N., Habets A., Delrée, E., Mouchette, A-F. & Thiry, D. (2022, December). Prevalence and characterization of extended-spectrum ß-lactamase-producing Escherichia coli in freshwaters, hospital effluents and wastewaters in Belgium. 9th FARAH DAY, Liège, Belgium.

**Dewaide, L., Descamps, F., Lefebvre C., Pinon, C. & Watelet, J-M. (2021, September)**. RISSC: Towards a better management of the cavity-related ground movement in Wallonia and Hauts-de-France Regions. 7th International Geologica Belgica Meeting 2021, AfricaMuseum Tervuren, Belgium.

Ronchi, B., Joris, A., Frippiat, Ch., Veschkens, M. (2021, September) Transfer of TiO2 and Al2O3 Nanoparticles Through Saturated Carbonate and Silicate Matrix: Column Experiment and Simulation in Hydrus-1D. IAH2O21, Brussels, Belgium.

Wyard, C., Beaumont, B., Marion, R., Roupioz, L., Grippa, T. & Hallot, E. (2021, March). Roof Material Mapping: Application Over Liège Using Open-Source Object-Based Supervised Classification Algorithms. EARSeL — 6th European Association of Remote Sensing Laboratories Symposium Joint Workshop Urban Remote Sensing, Liège, Belgium (online).

Leroy, D., Libert, P.N., Nadin, C., Hardy, I., Canisius, M. & Marneffe, Y. (2021, May). A Biota Monitoring Network to Determine Priority Substances Concentrations in Walloon Rivers. SETAC Europe 31st Annual Meeting (online).

**Kech, C., Denis, A.-C. & Nadin, C. (2022, September)**. SSP-M823 as an alternative method in Wallonia for Fluoranthene, Benzo[a]pyrene, Hexachlorobenzene and PBDEs quality control strategy of surface water network. IPSW 2022 — 13th International Passive Sampling Workshop and Symposium, Utrecht, The Netherlands.

Marneffe, Y., Chalon, C. & Leroy, D. (2021, May). Endocrine Disruption Levels of Surface Waters in Wallonia: Use of In Vitro Bioassays YES/YAS for the Screening of Estrogenic and Androgenic Activities. SETAC Europe 31st Annual Meeting (online).

**Habran S., Phillipart C., & Remy S. (2022, September)**. Using geographic information systems to estimate potential pesticide exposure in Belgium. ISEE 2022 – 34th Annual Conference of the International Society for Environmental Epidemiology, Athens, Greece (hybrid conference).

**Habran, S., Champon, L., Philippart, C. & Remy, S. (2021, August)**. Vigilance index for outdoor air quality around schools and nurseries. ISEE 2021 — 33rd Annual Conference for the International Society for Environmental Epidemiology, New-York, USA (hybrid conference).

**Habran, S. & Genin, M. (2021, August**). Mapping socio-economic factors for environmental health studies in Wallonia: transposition of the French deprivation index. ISEE 2021 – 33rd Annual Conference for the International Society for Environmental Epidemiology, New-York, USA (hybrid conference).

Palmaerts, B., Wyard, C., Swinnen, G., Beaumont, B., Petit, S. & Hallot, E. (2022, October). Change detection processing chain on Sentinel-2 data: Application examples from redevlopment sites to airports and bombed cities. Luxembourg Earth Observation and Integrated Applications Day, Mondorf-les-Bains, Luxembourg.

Petit, S., Wyard, C., Palmaerts, B., Swinnen, G. & Hallot, E. (2022, May). Sentinel-1 and Sentinel-2 time-series automatic analysis within a Copernicus Collaboration Ground Segment platform, Terrascope. ESA Living Planet Symposium 2022, Bonn, Germany.

Philippart, C., Swinnen, G., Remy, S. & Habran, S. (2021, May). Indicateur spatialisé de la charge en pesticides d'origine agricole, déclinaison de cartes. GFP 2021 – Congrès du Groupe Français de recherche sur les Pesticides, Namur, Belgium (online).

#### **WORKSHOPS ET SÉMINAIRES**

Alexander, T., Alteköster, C., Findlay, R., Gobba, F., Hamman, L., Hilpert, G., Israel, M., Jeschke, P., Karpowicz, J., Mild, K. H., Schiessl, K., Stam, R., Vatovez, B. & Vicente, L. (2021, November 15-16). Experience of 7 years with the EU directive 2013/35/EU. Workshop of 1st European EMF Forum Conference.

**Bémelmans, S., Kech C., Moïs E. (2021, March 23)**. 1er Colloque du Réseau national de Surveillance Prospective de la qualité chimique des milieux aquatiques. INRAE (online).

**Bergmans, B. & Motta, M. (2021, June 24**). Tests d'émissions en conditions réelles des véhicules - Expériences de l'ISSeP. Séminaire UBIA, Webex.

**Chalon C., Kech C., Moïs E. (2022, September 7-8-9**). Training workshop: Solutions to tackle WFD requirements for estrogen determination in water. Projet EDC-WFD (online).

Radoux, J., Bassine, C., Defourny, P., Grippa, T., Lennert, M., Wolff, E., Beaumont, B., Hallot, E. & Stephenne, N. (2021, December). WalOUS - Land cover and land use maps for Wallonia. ICC 2021 — 30th international Cartographic Conference. http://dx.doi.org/10.13140/RG.2.2.12341.19681

Vandenberghe, C., Nadin, C. & Colinet, G. (2021, May). Evaluation de l'analyse de sol en tant qu'indicateur d'usage de produits de protection des plantes et de risque pour la qualité des eaux souterraines. GFP 2021 — Congrès du Groupe Français de recherche sur les Pesticides, Namur, Belgium (online).

Wyard, C., Beaumont, B., Grippa, T., Nys, G.-A., Fauvel, H., & Hallot, E. (2022, May). Mapping roof materials using WV3 imagery and a state-of-the-art OBIA processing chain: application over Liège, Belgium. ESA Living Planet Symposium 2022, Bonn, Germany. https://doi.org/10.13140/RG.2.2.19567.51363

Wyard, C., Beaumont, B., Palmaerts, B., Fauvel, H., Van Driessche, A. & Hallot, E. (2022, October). The CASMATTELE project: mapping the roof materials of entire Wallonia using EO data and Al techniques. Luxembourg Earth Observation and Integrated Applications Day, Mondorf-les-Bains, Luxembourg.

**Chabannes, M., Lienard, F., Snellings, R. (2022, March 15**). Le sédiment comme ressource : son intégration dans les infrastructures publiques et le paysage. Colloque de clôture du projet Interreg Valse, Chatelet.

**Carré F., Albrecht J. & Joris A. (2021, May 6 -7)**. Scientific challenges on soil pollution by microplastics: the MISSOURI Project, International workshop on Emerging policy challenges on new soil contaminants (online).

**Crettels, L. (2021, June 22)**. Evaluation de la présence de bactéries antibiorésistantes (E. coli) dans les cours d'eau wallons : présentation des résultats du projet Antibiobug. "Utilisation des antibiotiques et antibiorésistance chez les animaux en Belgique : 2020, fin d'une étape, en route pour 2024!" AMCRA (online).

- **Crettels, L. (2021, October 28**). Evaluation de la présence de bactéries antibiorésistantes (E. coli) dans les cours d'eau wallons : présentation des résultats du projet Antibiobug. Journée d'étude de la cellule nationale environnement-santé du SPF santé publique, Brussels, Belgium.
- **Crettels, L. (2022, January 26)**. Antimicrobial resistance of Escherichia coli isolated from freshwaters, hospital effluents and bathing water in Belgium. Webinaire du OH (One Health) program, Sciensano, Belgium.
- Dewaide, L., Descamps, F., Deudon, A., Lefebvre, C., Pacyna, D., Pinon, C., Regragui, N. & Watelet, J-M. (2021, June 22). Les risques de mouvement de terrain liés aux cavités souterraines : quelle gestion en Wallonie et dans les Hauts-de-France ? Webinaire du Projet Interreg RISSC (online)
- Dewaide, L., Descamps, F., Deudon, A., Lefebvre, C., Pacyna, D., Pinon, Ronchi B., Tshibangu J-P. & Watelet, J-M (2022, September 13). Colloque de clôture du projet Interreg RISSC sur l'amélioration de la gestion du risque cavité.
- **Dumoulin, R., Minet, I., Roussel, L. (2022, September 15**). Développer une communication engageante et initier une implication citoyenne : des outils pour encourager le passage à l'action en faveur d'un air meilleur. Colloque de clôture du projet Interreg TransFAIR, Valenciennes.
- **Gerard, G., Idczak, F., Lebrun, M., Balthasart, F., Maetz, P., (2021, November 25)**. Présentation des exigences minimales en termes de prélèvements à l'émission en Région Wallonne et des exigences européennes et contraintes de prélèvements à l'air ambiant. Table ronde avec les laboratoires agréés air, Liège, Belgium (online).
- **Haouche, L. (2022, September 15**). Présentation du projet et de ses objectifs. Colloque de clôture du projet Interreg TransFAIR, Valenciennes.
- Joris, A., Carré F. (2021, November 30). MISSOURI : Microplastiques dans le sol et l'eau souterraine : Origines, Transferts, Métrologie et Impacts. Journée technique de l'ADEME sur les nano/microplastiques dans les milieux solides. Lorient, France.

- **Kech, C. (2022, September 18 20**). International Passive Sampling Symposium and Workshop (IPSW 2022), Utrecht, The Netherlands.
- **Leonards P. & Joris A. (2021, May 20 21)**. Results MISSOURI project ILS MP in soil, QUASIMEME-NORMAN Microplastics Interlaboratory Workshop, Amsterdam, The Netherlands (online) .
- **Petit, S. (2021, October 26**). Sentinel data supports automatic monitoring of redevelopment sites!, Webinaires Terrascope (online).
- **Ronchi, B. & Foucart, H. (2021, June 16**). La gestion post-minière. Certificat interuniversité et haute école en Recyclage du Foncier Dégradé (titulaire : J. Privot ULiège) (online).
- **Ronchi, B. (2021, September 8**). Post-mining management, Fieldtrip in Liège and Blegny at IAH2021, Brussels, Belgium.
- **Sinaba, T. (2021, June 29**). Présentation de la plateforme GEO ALARM. Projet Interreg ALARM: L'implication citoyenne dans la planification d'urgence (online).
- **Sinaba, T., Degrève, B. (2021, September 29**). Gestion intégrée des risques : bilan des actions, présentation de la plateforme finale GéoAlarm, perspectives. Clôture du projet Interreg ALARM, Bilan et perspectives du projet FWV Alarm (online).
- **Stephenne, N. & Beaumont, B. (2022, October 6).** Copernicus4Regions story: EO for sustainable urban planning. EUSW2022, Session Engaging with Public Authorities for a Stronger Uptake (online).
- Wyard, C. & Beaumont, B. (2022, November 24). Support scientifique au Plan Canopée de la Ville de Liège : Cartographies de l'infrastructure verte et modélisation de l'îlot de chaleur urbain. Stratégies d'adaptation aux risques liés au changement climatique et à l'effet de chaleur urbain, Liège Creative, ULiège, Liège, Belgium.

# Comités scientifiques et normatifs auxquels participent les agents de l'ISSeP

COMMISSIONS DE NORMALISATION AIR	
CEN/TC 264/WG 1 : Dioxins - Émissions	François Idczak, membre
CEN/TC 264/WG 3: HCI Emission - manual method	François Idczak, membre
CEN/TC 264/WG 5: Total dust at low	Benjamin Bergmans, membre
concentrations (emissions)	
CEN/TC 264/WG 9: Quality assurance	François Idczak, membre
of automated measuring systems	
CEN/TC 264/WG 13: Ozone Precursors	Gohy Marie, membre
CEN/TC 264/WG 16: Reference measurement methods	Benjamin Bergmans, membre
for NOx, SO2, O2, CO and water vapour emissions	
CEN/TC 264/WG 23: Manual and automatic	François Idczak, membre
measurement of velocity and volumetric flow in ducts	
CEN/TC 264/WG 32: Air quality - Determination	Benjamin Bergmans, membre
of the particle number concentration	
CEN/TC 264/WG 35: EC/OC in PM	Benjamin Bergmans, membre
CEN/TC 264/WG 36: Measurement of stack	Igor Dyakov, membre
gas emissions using FTIR instruments	
CEN/TC 264/WG 40: Measurement	Stéphanie Bémelmans, membre
of formaldehyde emissions	François Idczak, membre
CEN/TC 264/WG 42: gaz sensors	Benjamin Bergmans, membre
CEN/TC 264/WG 44: Source apportionment	Fabian Lenartz, membre
CEN/TC 264/WG 45: Proficiency testing	François Idczak, membre
schemes for emission measurements	Desiration Description of the Control of the Contro
ISO/TC 146/SC 2/WG 1: Particle size- selective sampling and analysis	Benjamin Bergmans, membre
ISO/TC 146/SC 4/WG 2: Uncertainty	Benjamin Bergmans, membre
of air quality measurements	Denjamin Dergmans, membre
ISO/TC 146/SC 6/WG 21: Strategies for the	Benjamin Bergmans, chairman
measurement of airborne particles	Denjamin Dergmans, Chairman
COMMISSIONS DE NORMALISATION EAU	
T 90 A Commission générale « Qualité de l'eau »	Vasilica Nan, membre
T 91 B Physico-chimie de base	Vasilica Nan, membre
T 91 E Echantillonnage et conservation	Vasilica Nan, membre
T 91 F Micropolluants minéraux	Vasilica Nan, membre
T 91 M Micropolluants organiques	Vasilica Nan, membre
T 90 Q Contrôle qualité	Vasilica Nan, membre
	- activities and the state of t

COMMISSIONS DE NORMALISATION SOL	
X 31 B – Echantillonnage	Vasilica Nan, membre
X 31 C - Méthodes chimiques	Vasilica Nan, membre
COMMISSIONS DE NORMALISATION RTA	vasilica Ivali, illetiible
CENELEC TC20 / WG10: Fire Performance for cables	Hervé Breulet, membre
CEB TC20 / TC89: Caractéristiques de combustion des	Hervé Breulet, membre
câbles électriques et essais relatifs aux risques du feu	Herve Dieulet, Membre
ISO TC92 /SC3: Fire threat to people and environment	Hervé Breulet, membre
NBN mirror CEN TC 266 : Thermoplastic static tanks	Hervé Breulet, membre
CPR SH02: Construction products Regulation – Group of Notified Bodies – Fire – TG10: Cables	Hervé Breulet, membre
AUTRES	
AGLAE, Association Générale des Laboratoires	Laurence Haouche, membre du conseil d'administration
d'Analyses de l'Environnement	Giovanni Caldarone, membre de la Commission technique
	Yves Marneffe, membre de la Commission technique
	Jérémy Flament, membre de l'Assemblée générale
AI4Copernicus	Eric Hallot, Benjamin Beaumont, co-organisateurs
AM-FM	Eric Hallot, membre
ARSON Prevention Club	Hervé Breulet, membre du comité directeur
Agence universitaire de la Francophonie (AUF)	Directrice Générale. Point de contact: Eric Hallot
BELAC, Organisme belge d'accréditation	Xavier Veithen, membre du bureau et représentant de l'autorité compétente lors des audits d'agrément des laboratoires « Eau »
Belgian Section of the Combustion Institute	Benjamin Bergmans, membre Igor Diakov, membre
BelTox, Belgian Society of Toxicology and Ecotoxicology	Yves Marneffe, membre
Bureau exécutif GIS3SP (groupement d'intérêt scientifique sur les sédiments, sites et sols pollués – Wallonie et Nord-Pas-de-Calais)	Laurence Haouche, membre
CEBEDEAU (Centre d'expertise en traitement et gestion de l'eau)	Marie-France Canisius, membre du conseil d'administration
Comité Belge des Hydrogéologues (Belgian Chapter of the International Association of Hydrogeologists)	Benedicta Ronchi, secrétaire du Conseil Jérémy Flament, membre
Comité de Concertation EDR-E	Robin Lambotte, expert Sophie Herzet, expert
Conseil Scientifique pour Santé Publique France sur les études multicentriques autour des bassins industriels et des sols pollués en France. (2021-2025)	Sarah Habran, présidente
Comité scientifique REACH (SPF Santé publique, Sécurité de la chaîne alimentaire et Environnement – comité d'avis sur les dangers et les risques des produits chimiques sur la santé humaine et l'environnement)	Guy Schroyen, membre
Commission d'Agrément « Collecteurs et Transporteurs de Déchets dangereux »	Xavier Veithen, membre effectif

Conseil Supérieur de la Santé	Benjamin Vatovez, expert nommé pour la section Rayonnements non ionisants
Copernicus Relay Wallonia	Benjamin Beaumont, Eric Hallot
CWEPSS, Commission Wallonne d'Etude et de Protection des Sites Souterrains	Jérémy Flament, membre
EGOLF — European Group of Official Laboratories for Fire testing	Hervé Breulet, membre effectif
EIONET, European Environment Information and Observation Network, Land Use and Spatial Planning & Lan Cover Working Groups	Benjamin Beaumont, membre des représentants wallon
ENERO, European Network of Environmental Research Organisations	Jean-Claude Maquinay, membre jusque octobre 2020, avec reprise de fonction par Benjamin Bergmans à partir de novembre 2020.
Groupe de Travail COWAL	Benjamin Beaumont et Eric Hallot, représentants ISSeP
Groupe de Travail GEOREF	Benjamin Beaumont et Eric Hallot, représentants ISSeP
Groupe de Travail Observation de la Terre (GTEO)	Benjamin Beaumont, Eric Hallot, Co-organisateur avec SKYWIN
ICOMOS Wallonie-Bruxelles, International Council on Monuments and Sites	Dominique Bossiroy, membre
NAPAN (Nationaal Actie Plan d'Action National)	Suzy Remy, membre
NEREUS	Eric Hallot, Représentant ISSeP
NORMAN (Network of reference laboratories, research centres and related organisations for monitoring of emerging environmental substances)	Stéphanie Bemelmans, membre du Conseil d'Administration
NORMAN Working Group 2: Bioassays and	Carole Chalon, participante
biomarkers in water quality monitoring	Yves Marneffe Participant
NORMAN Working Group 1: Prioritisation of CECs	Elodie Bouhoulle, Sophie Crévecoeur, Stéphanie Bémelmans, Cécile Kech, participantes
NORMAN Working Group 7: CECs in soil and terrestrial environment	Elodie Bouhoulle, Sophie Crévecoeur, Pierre Jacquemin, participants
Conseil Economique, Social et Environnemental de Wallonie - Pôle Environnement — Section Déchets	Emerance Bietlot, membre effectif  Xavier Veithen, membre suppléant
Conseil Economique, Social et Environnemental de Wallonie - Pôle Environnement – Section Sols	Catherine Collart, membre effectif Christophe Lambert, membre suppléant
Société Francophone de Santé et Environnement (SFSE)	Sarah Habran, membre du Conseil Scientifique et reviewer pour le Colloque annuel 2019
Comité de suivi du projet Brain.be NITROPOL (Belspo) sur l'impact des dépôts d'azote sur les allergies et autres infections respiratoires. (2021-2022)	Sarah Habran, membre
WFD CIS Working Group Chemicals	Delphine Leroy, représentante pour la Wallonie
SKYWIN	Eric Hallot, Représentant ISSeP
Santé Publique France — relecture d'un protocole d'une étude participative de santé - population riveraine du bassin industriel de Lacq (2022)	Sarah Habran, expert

Society of Environmental Toxicology	Carole Chalon, membre
and Chemistry (SETAC)	Delphine Leroy, membre
	Matthieu Hémart, membre
	Yves Marneffe, membre
Société Géographique de Liège	Eric Hallot, Secrétaire adjoint et Membre du Conseil
Task Force Agriculture Environnement	Catherine Collart, membre effectif
Université de Liège	Leslie Crettels, doctorante – Département des
	maladies infectieuses et parasitaires
	Centre de recherche fondamentale et appliquée
	pour les animaux et la santé (FARAH)
	Faculté de médecine vétérinaire
	Mathieu Veschkens, collaborateur scientifique du
	Laboratoire d'Hydrographie et de Géomorphologie Fluviatile
	(Faculté des Sciences, Département de Géographie)
	Eric Hallot, Maître de Conférence au Département de Géographie (Faculté des Sciences); Collaborateur scientifique du
	Laboratoire d'Hydrographie et de géomorphologie Fluviatile
	(Faculté des Sciences, Département de Géographie)
	Yves Marneffe, Maître de Conférence au Département des
	sciences et gestion de l'environnement (Arlon Campus
	Environnement); Collaborateur scientifique du Laboratoire
	d'Ecologie animale et écotoxicologie (Faculté des Sciences,
	Département de Biologie, Ecologie et Evolution)
	Diano Antenucci, collaborateur scientifique: Laboratoire
	de Minéralogie et cristallochimie ; Laboratoire
	de Chimie des Matériaux Inorganiques.  Benedicta Ronchi, collaborateur scientifique: Unité de
	Recherche Urban and Environmental Engineering – Unité
	Hydrogéologie et Géologie de l'Environnement.
Université de Mons	Hervé Breulet, collaborateur scientifique à la Faculté Polytechnique
Université de Namur	Matthieu Hémart, Participation au comité de pilotage sur
Onivoloto de Nama	l'«État des connaissances sur les impacts des nanoparticules
	sur l'environnement en Wallonie » avec le SPW
	Mathieu Veschkens, membre du groupe de
	travail « Recherche » ENVIRONNEMENT
UWE (Union wallonne des entreprises)	Delphine Leroy, représentante pour la Wallonie
Wallonie Espace	Eric Hallot, représentant ISSeP, membre
	du Conseil d'Administration
WFD CIS Working Group Chemicals	Diano Antenucci, reviewer technique, entre autres
	pour Journal of Hazardous Materials
Journaux scientifiques internationaux	Eric Hallot, Reviewer entre autres pour le Journal
	of Maps, Géomorphologie, BSGLg
	Reviewer Benjamin Beaumont, Reviewer, pour Land,
	Remote Sensing, Ecological Solutions and Evidence,
	IGARSS et Geo-spatial Information Science

Coordination des methodes de mesures environnement AFNOR/ENV «Méthodes d'essais pour la caractérisation environnementale des matrices solides».	Nan Vasilica, membre de la commission
CBEK, Centre Belge d'Etudes Karstologiques	Jérémy Flament, membre
Karst Commission (IAH Commission on Karst Hydrogeology	Jérémy Flament, membre
BELAB, Confédération des Laboratoires Belges asbl.	Nan Vasilica,membre de la commission

#### CE RAPPORT ANNUEL EST LE FRUIT DU TRAVAIL DE TOUTE UNE ÉQUIPE

#### Coordination de la rédaction

Christiane JACQUEMIN Benedicta RONCHI

#### Responsable contenu

Rose DETAILLE, Directrice générale

#### Responsable communication et coordination de la mise en page

Sophie SLEYPENN

#### Éditeur responsable

Rose DETAILLE Directrice générale Rue du Chéra 200 4000 Liège

#### Crédits photo

ISSeP, Freepik.

#### **Conception graphique**

Petitpoisson (Xavier Spirlet) - www.petitpoisson.be

Nous tenons particulièrement à remercier chaque agent ayant participé à la rédaction de ce rapport scientifique 2021-2022.



## Institut Scientifique de Service Public Rapport scientifique 2021-2022

Siège social et site de Liège Rue du Chéra, 200 B-4000 Liège

Tél: +32(0)4 229 83 11 Fax: +32(0)4 252 46 65 Courriel: direction@issep.be Site de Colfontaine Zoning A. Schweitzer Rue de la Platinerie B-7340 Colfontaine Tél: +32(0)65 61 08 11

Fax: +32(0)65 61 08 08 Courriel: colfontaine@issep.be