

Comment l'eutrophisation et la température interagissent-elles pour façonner les structures communautaires du phytoplancton et des poissons dans les lacs ?

Liess Bouraï^{1,2*}, Maxime Logez^{1,2}, Christophe Laplace-Treytore^{2,3} et Christine Argillier^{1,2}

¹ Equipe Fonctionnement et Restauration des Hydrosystèmes Continentaux (FRESHCO), Risques, Ecosystèmes, Vulnérabilité, Environnement, Résilience (UR RECOVER), Institut National de la Recherche Pour L'agriculture, L'alimentation et L'environnement (INRAE), Aix Marseille University, F-13100 Aix-en-Provence, France

² Pôle R&D Ecosystèmes Lacustres (ECLA), F-13100 Aix-en-Provence, France

³ UR EABX (Ecosystèmes Aquatiques et Changements Globaux), INRAE (Institut National de la Recherche Pour L'agriculture, L'alimentation et L'environnement), F-33612 Cestas, France

*contact_author liess.bourai@inrae.fr

Contexte :

Les écosystèmes d'eau douce sont parmi les systèmes les plus menacés et les plus touchés par les activités anthropiques et le changement climatique. La vulnérabilité de ces écosystèmes est déterminée par la sensibilité de ses communautés aquatiques et par l'exposition aux pressions qu'ils subissent. Néanmoins, ces pressions sont souvent étudiées seules, nous avons peu de connaissances sur la manière dont cet environnement est affecté par les multiples pressions. Nous nous questionnons sur la possible interaction entre ces pressions pouvant amener à reconsidérer l'effet individuel prévu de ces pressions sur nos communautés. Trois interactions sont envisagées : additive, synergique ou antagoniste.

Objectifs :

Déterminer l'effet de l'interaction entre température et eutrophisation sur la structure des communautés de poissons et de phytoplanctons lacustres.

M. & M

Structure des Communautés

	Poisson	Phytoplancton
Taille	Taille moyenne de la communauté	Classe de taille des phyto-
Densité	BPUE, CPUE	Chl-a
Composition	Perche/Gardon	Cyanobactérie et Chrysophycée

X

Données Environnement (Altitude, Profondeur, ...) & Pressions (Température, Eutrophisation)



Comparaison de modèles linéaires avec ou sans interaction selon 3 hypothèses statistiques :

Model 1 La variabilité de la métrique est expliquée seulement par les caractéristiques de l'environnement

VS

Model 2 La variabilité de la métrique est expliquée également par les pressions (T°, eutrophisation)

VS

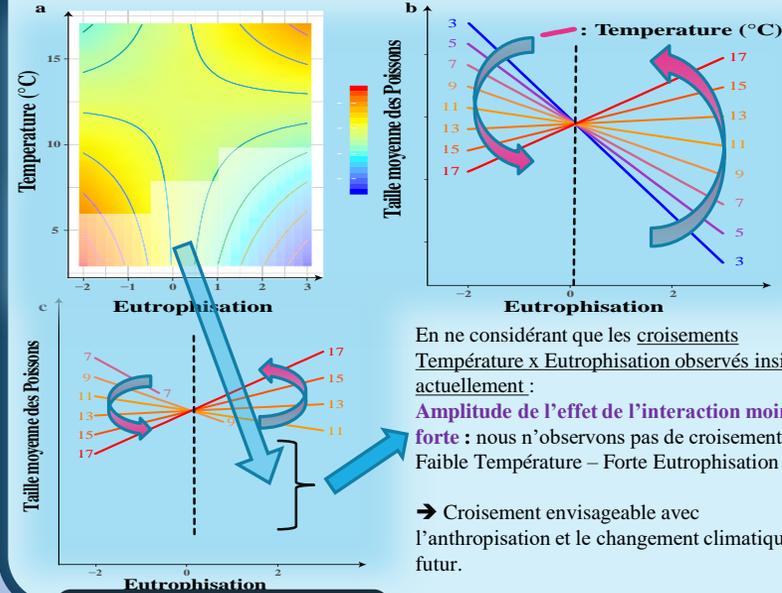
Model 3 La variabilité de la métrique est expliquée également par l'interaction entre les pressions.

Résultats

Deux métriques Phytoplanctons et Deux métriques poisson avec un effet significatif d'une seule pression
Une métrique poisson (CPUE) avec un effet additif des pressions

→ Deux métriques avec un effet de l'interaction significatif
Taille moyenne de la communauté de poissons
Ratio de la BPUE (biomass) Perche/Gardon

Poisson-Taille



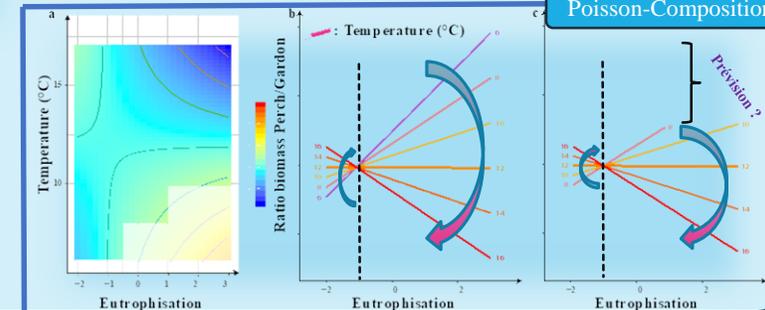
Changement de l'effet de la température selon le niveau d'eutrophisation :

- de la taille avec l'Augmentation de Température à Bas niveau d'Eutrophisation
- de la taille avec la Température à Haut niveau d'Eutrophisation

[Changement de l'effet de l'eutrophisation selon le niveau de température :

- Baisse de la taille avec l'eutrophisation à basse température
- Augmentation de la taille avec l'eutrophisation à haute température]

Poisson-Composition



Conclusion

Il a été mis en évidence les effets interactifs in situ de l'eutrophisation et de la température sur les communautés de poissons lacustres, sans observer dans notre cas de congruence des réponses avec l'autre extrémité de la chaîne trophique. L'interaction révèle que l'effet d'une pression dépend du niveau de la seconde pression. A la lumière de ces effets inattendus nous pouvons suggérer pour la gestion des milieux d'eau douce et de leur biodiversité, la nécessité de prendre en compte le type et la force des interactions entre les pressions lors de l'évaluation de l'exposition et de la sensibilité des communautés. Afin de ne pas mésestimer l'évaluation de la vulnérabilité de ces milieux, en particulier au changement global à venir pouvant amplifiant l'importance de ces interactions.

Comportement du ^{14}C aquatique à l'échelle globale Sources, drivers environnementaux et forçages anthropiques

N. Bodereau¹, F. Eyrolle^{1*}, Y. Copard^{2*}, H. Lepage¹, L. Ducros³, F. Giner¹, D. Mourier¹

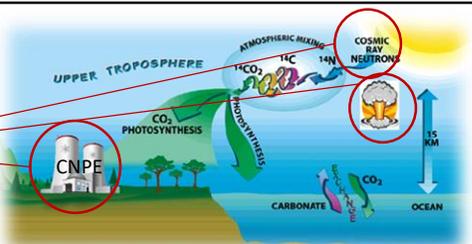
¹ IRSN PSE-ENV/SRTE/LRTA, Bâtiment 159, CEA Cadarache, 13 115 Saint-Paul-Lez-Durance

² UMR 6 143 M2C, Université Rouen-Normandie, Place Blondel, 76 810 Mont-Saint-Aignan

³UR 7 352 CHROME, Université de Nîmes, Site GIS, Parc scientifique et technique G. Besse,
30 035 Nîmes, France

Contexte

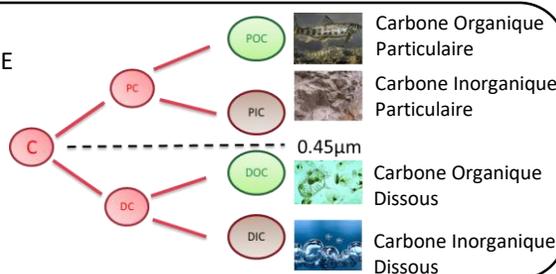
- 0.01 % du Carbone (C) terrestre
- 3 origines**
- Faible radiotoxicité : $5.8 \times 10^{-10} \text{ Sv.Bq}^{-1}$



Cycle du ^{14}C (Maro, 2017)

^{14}C dans les systèmes aquatiques

- Marquage des CNPE dans sédiments et poissons
- Intègre 4 fractions
- Dynamique complexe



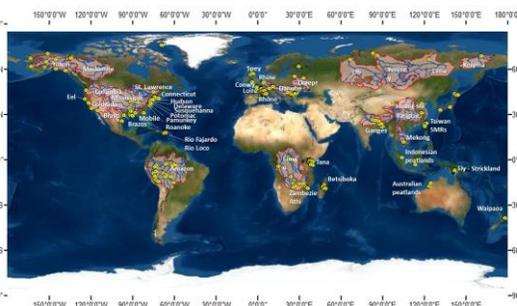
Objectifs de la thèse

Une meilleure compréhension du devenir du ^{14}C rejeté par les industries nucléaires

- Quelles fractions sont marquées par ces rejets ?
- Intègrent-ils des mécanismes de transfert ?

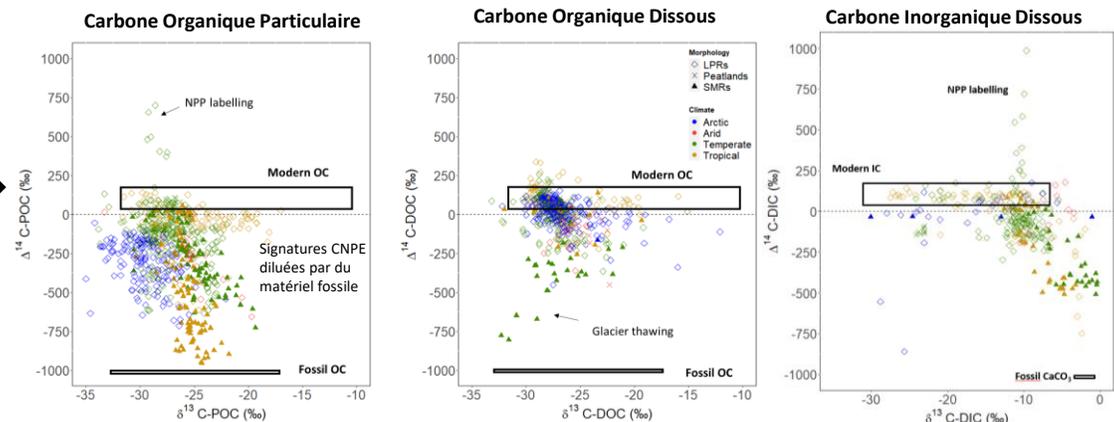
Revue bibliographique

- Décrire la dynamique du ^{14}C à l'échelle globale
- 2 594 données ^{14}C issues de la littérature



Répartition des points d'échantillonnage

Marquages des CNPE sur plusieurs rivières nucléarisées



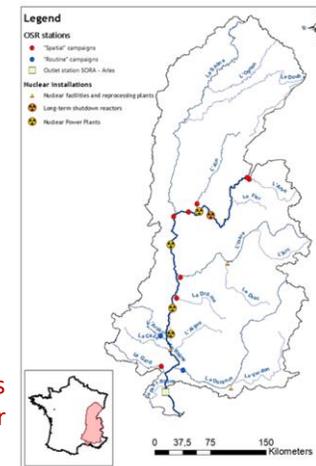
Méthode : Approche terrain

Mesures ^{14}C sur échantillons mensuels d'Eau et de Matière en Suspension

3 sites : Ardèche, Durance et Rhône (Nucléarisé)

Résultats

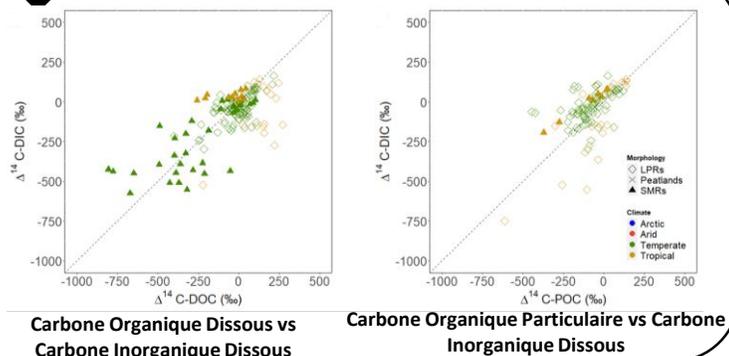
Campagnes décalées en raison du premier confinement



Bassin hydrographique du Rhône

Mécanismes d'échange

Signatures identiques entre les fractions organiques et inorganiques



Conclusion

- Marquages CNPE observés dans 2 fractions (POC et DIC)
- Marquages en grande partie dilués par l'apport de carbone fossile (roche, permafrost)
- Transferts de ces signatures au sein des fractions par dégradation ou fixation

Littérature sélective :

P.A. Raymond, J. E. Bauer, *Organic Geochemistry*, 32 (2001) 469-485
 T.R. Marwick, F. Tamoo, C.R. Teodoru, A. Borges, F. Darchambeau, S. Bouillon, *Global Biogeochemical Cycle*, 29 (2015) 122-137
 F. Eyrolle, H. Lepage, Y. Copard, L. Ducros, D. Claval, L. Saey, C. Cossonnet, F. Giner, D. Mourier, *Science of Total Environment*, 643 (2018) 40-51

Perspectives

- Résultats issus des campagnes : un complément au jeu de données de la revue
- Intercomparaisons entre les deux affluents (Ardèche, Durance) et le Rhône : mettre en évidence l'impact fondamental des CNPE

Comment évoluent les rainettes vertes suite à l'accident de Tchernobyl ?

C. Car¹, A. Gilles², O. Armant¹, J.-M. Bonzom¹

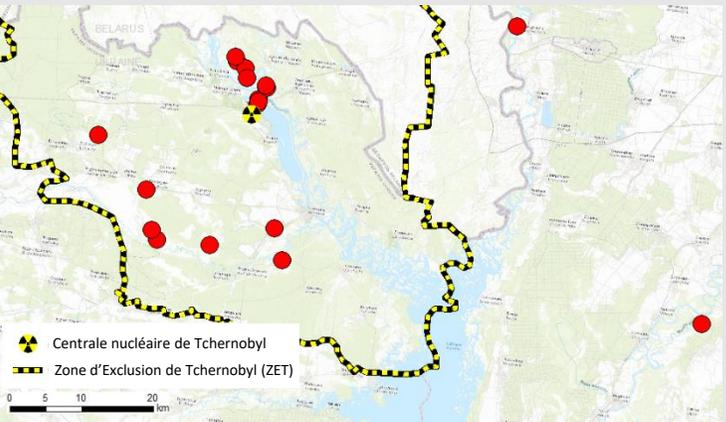
¹ LECO - Institut de Radioprotection et de Sûreté Nucléaire (IRSN/SRTE)

² UMR RECOVER - Aix-Marseille Université (AMU)

CONTEXTE

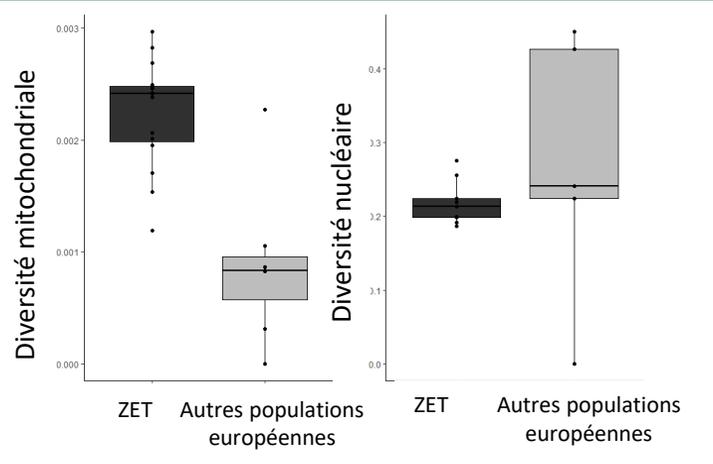


Comment évoluent les populations de faune sauvage suite à l'accident de Tchernobyl ?



RESULTATS

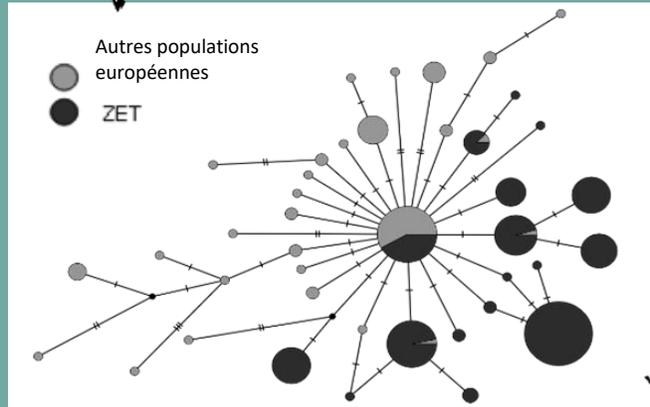
Analyse quantitative



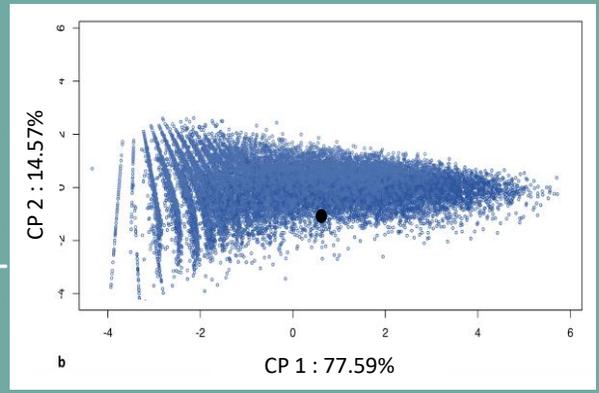
CONCLUSION/PERSPECTIVES

- ⇒ Augmentation drastique du **taux de substitutions mitochondriales**
- ⇒ Et des **populations de faible taille**

Analyse qualitative



... et quantitative



Quelles sont les conséquences des mutations délétères associées ?

Comparaison d'effets physiologiques radio-induits par les rayonnements beta reçus à l'ADN et à l'organisme entière chez le poisson zèbre, *Danio rerio*

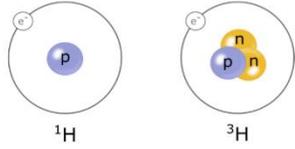
SCHIANO DI LOMBO Magali¹, CACHOT Jérôme², PERROT Yann³, GAGNAIRE Béatrice¹

¹ Institut de Radioprotection et de Sûreté Nucléaire (IRSN), PSE-ENV/SRTE/LECO, Cadarache

² Environnements et Paléoenvironnements Océaniques et Continentaux (EPOC), UMR CNRS 5805 EPOC, Talence

³ Institut de Radioprotection et de Sûreté Nucléaire (IRSN), PSE-SANTE/SDOS/LDRI, Fontenay-Aux-Roses

CONTEXTE



Source : thèse Caroline Arcanjo, 2018

Formes ^3H : HTO (libre), HT (gazeux), OB
(organique)

Sources **naturelles** (rayonnements cosmiques) et **anthropiques** (essais nucléaires, industrie nucléaire,...)

→ Milieux aquatiques : niveau **10-60x plus élevé** quand influence radioactive

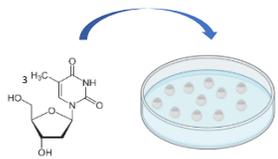
Effets sur les espèces aquatiques :

- Malformations, retard d'éclosion, mortalité
- Altérations musculaires et diminution comportement
- Incorporation dans l'ADN, génotoxicité (OBT)

OBJECTIFS

- Quels sont les effets de la **thymidine tritiée** sur le **poisson zèbre** aux stades embryonnaires, larvaires et adultes ?
- Quelles **doses** sont générées par la thymidine tritiée à l'échelle de l'**ADN**, de l'**organe** et de la **cellule** ?
- Quels sont les **liens** entre les doses et les effets ?

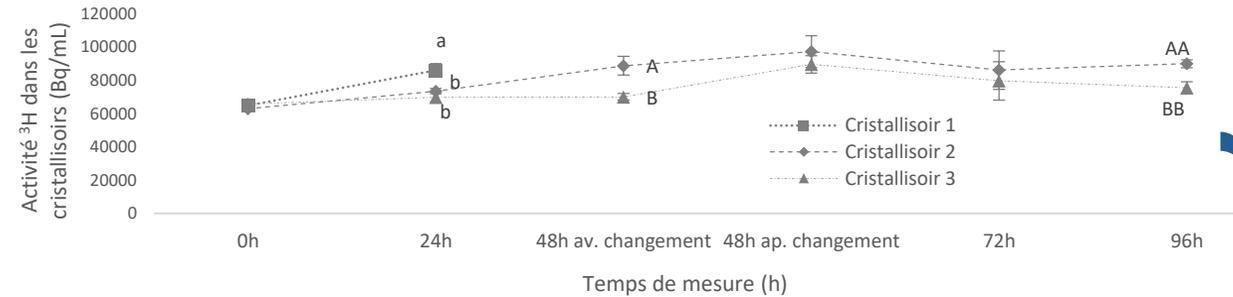
EXPERIENCES PRELIMINAIRES



- Internalisation du ^3H dans œufs/larves ?
- Quelle forme internalisée (libre/OBT) ?
- Optimisation du protocole de minéralisation : effet du rinçage ?

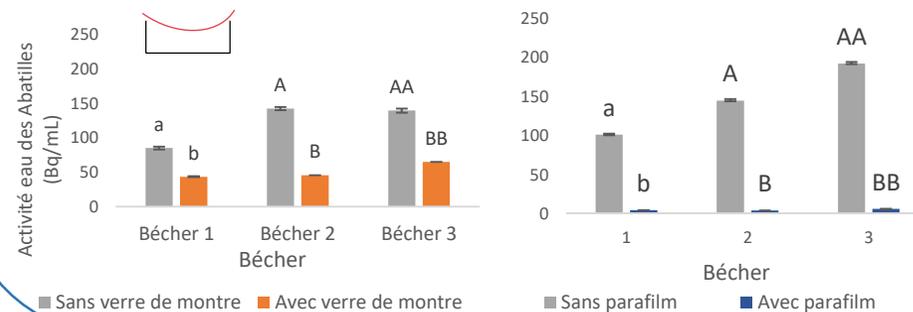
- Durée de l'expérience : 4 jours
- Renouvellement du milieu à 48h
- Mesures
- ✓ Liquides (cristallisoirs et eau des Abatilles)
- ✓ Œufs et larves (24h et 96h, rincées et non rincées)

RESULTATS PRELIMINAIRES



- Différences significatives entre les cristallisoirs à différents temps (24h, 48h avant changement, 96h)
- Tritium dans eau des Abatilles (10^4 Bq/mL à 9h)
- Internalisation du tritium dans les œufs (0,6 mGy/h) et dans les larves (0,2 mGy/h) sous forme organique (OBT)
- Rinçage diminue l'activité mesurée → **ne pas rincer les œufs et larves avant mesure**

→ **Evaporation et redistribution ? Contamination croisée ?**



Parafilm et verre de montre efficaces

→ **Efficacité : parafilm > verre de montre**

Comment diminuer l'évaporation ?



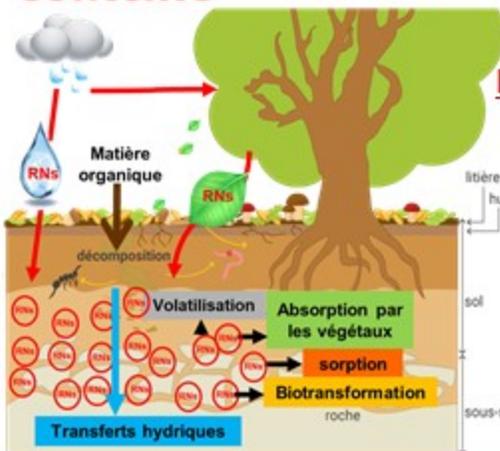
VALIDITE TEMPORELLE DES PARAMETRES DE RETENTION DES RADIONUCLEIDES (RNs) DANS LES SOLS

S. Zamane¹, L. Carasco¹, D. Orjollet¹, A. Martin-Garin¹, J. Rose², F. Coppin¹

¹ IRSN/PSE-ENV/SRTE/LR2T, CE Cadarache, BP3, 13115 Saint Paul lez Durance France

² CEREGE: CNRS, Aix Marseille Univ., IRD, INRAE, Coll. de France

Contexte



Interface sol/solution : clé pour la compréhension des transferts des RNs dans l'environnement

Enjeux : Améliorer les outils de prédiction des transferts

Modélisation à l'équilibre

$$K_d = \frac{[sol]}{[liquide]}$$

Limitations : $\nearrow K_d$ avec le temps

Objectifs :

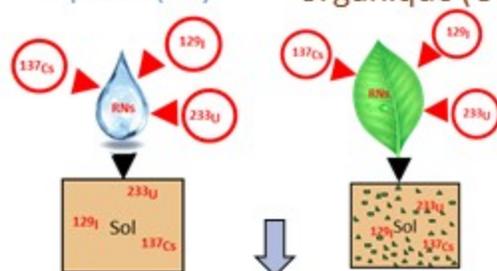
Définir le domaine de validité du modèle K_d et/ou proposer une modélisation adaptée en fonction des RNs, du type de sol et du type de contamination

Méthodes

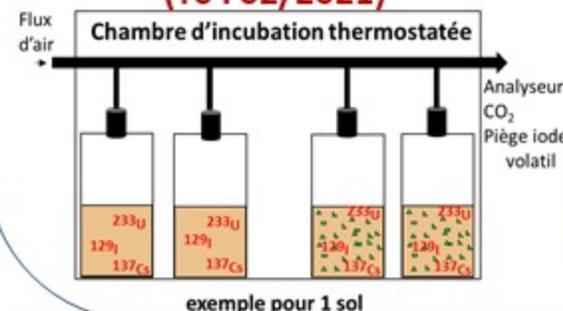
1) Contamination et incubation des sols

Contamination liquide (CL)

Contamination organique (CO)



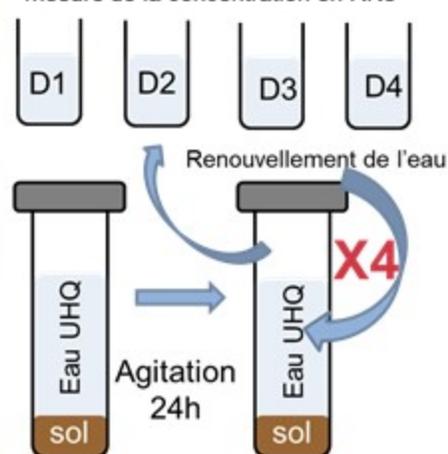
20 mois d'incubation (T0 : 02/2021)



exemple pour 1 sol

2) Fractionnement S/L : désorptions successives

Récupération de la phase liquide et mesure de la concentration en RNs



Si $\frac{[sol]}{[liquide]}$ constant

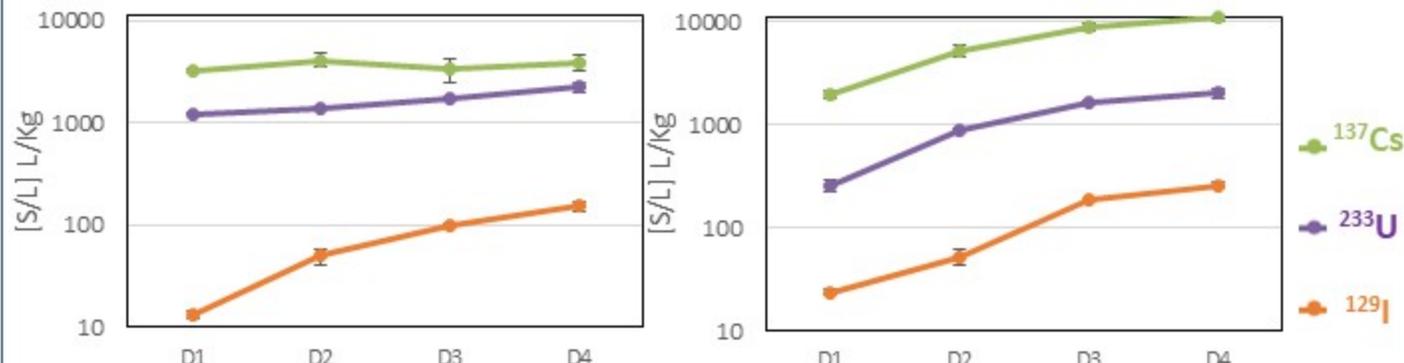
Modèle K_D validé

Résultats

Ratio des concentrations sol/liquide ([S/L]) obtenus pour les 3 RNs à T0

Contamination liquide (CL)

Contamination organique (CO)



Ratio [S]/[L] constant pour Cs et U apportés par la contamination liquide (CL)

Modèle K_D validé à T0

\nearrow du ratio [S]/[L] pour les 3 RNs apportés par la contamination organique (CO) + I en CL

Existence fraction non disponible ? / temps de contact trop court?

Discussion/Conclusion

- Le **type de contamination** a une influence sur la rétention des RNs dans les sols
- Modèle K_D pas toujours valide** à l'instant t (système non équilibré) \rightarrow hypothèse de l'existence d'une fraction à l'équilibre et d'une fraction fixée dans le sol



Evolution avec vieillissement de la contamination

MODELISATION OPERATIONNELLE DES DEPOTS SECS ET HUMIDES DE CHLORE 36 SUR UNE PRAIRIE

Déo-Gratias SOURABIE^{1,2*}, Denis MARO¹, Didier HEBERT¹, Valéry GUILLOU², Equipe ASTER², Lucilla BENEDETTI²

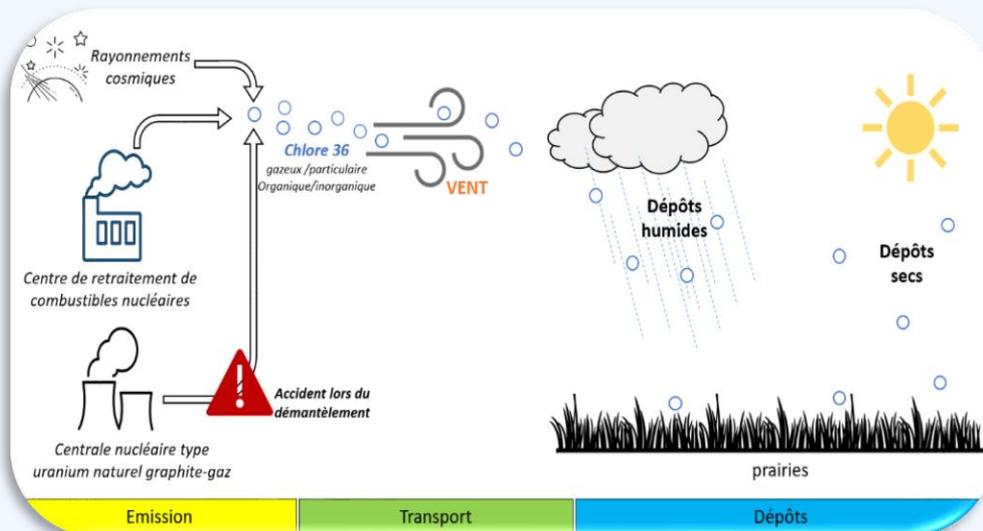
¹ Laboratoire de Radioécologie de Cherbourg, IRSN/PSE-ENV/SRTE, 50100
Cherbourg-en-cotentin, France

² Aix Marseille Université, CNRS, IRD, CEREGE UM34, Technopôle de l'arbois,
13545 Aix en Provence, France

CONTEXTE

Le Chlore 36 :

- Est un **isotope radioactif** du chlore
- A une demi-vie de **301000 ans**
- Est **soluble**, très **mobile** et **biodisponible**
- A une origine **naturelle** et **anthropique**



Vitesses de dépôts peu documentées!!!

MATERIELS ET METHODES



Echantillonnage
(Air, eau de pluie, particules, herbes)
et **mesure continue des conditions météorologiques**



Extraction, purification puis **dosage** du chlore total par chromatographie ionique et du chlore 36 par spectrométrie de masse par accélération



Réalisation de 4 modèles (^{36}Cl gazeux et particulaire, par temps sec et humide) à partir des concentrations déposées, des paramètres météorologiques et par adaptation de modèles existants et validés à l'IRSN

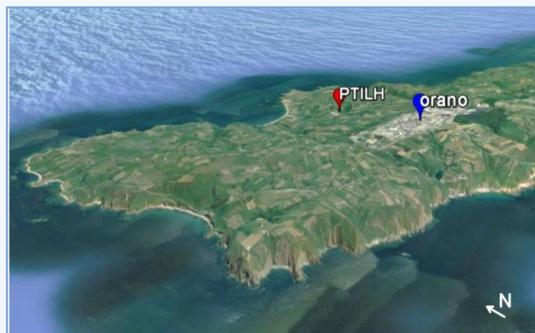


OBJECTIFS

Quantifier puis modéliser les dépôts secs et humides du ^{36}Cl , sur une prairie en tenant compte du couvert et de la turbulence atmosphérique

SITE D'ETUDE

Plateforme technique IRSN La Hague (PTILH)



→ Situé à 2km sous les vents dominants d'Orano La Hague

→ Rapport $^{36}\text{Cl}/\text{Cl}_{\text{tot}}$ = **100** fois le bruit de fond naturel

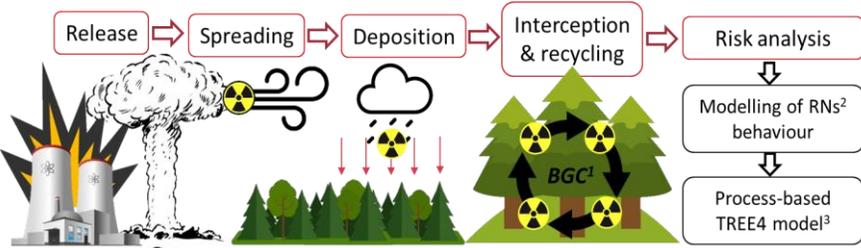
Study of the long-term behaviour of ^{137}Cs atmospheric fallouts in French forests

D. Okhrimchuk^{1*}, P. Hurtevent¹, M.-A. Gonze¹, A. Probst², M. Simon Cornu¹

¹Institut de radioprotection et de sûreté nucléaire (IRSN), Centre de Cadarache,
13115 Saint Paul lez Durance, France

²EcoLab, Université de Toulouse, CNRS, 31400 Toulouse, France

Context & Issues



1st issue

Is the TREE4 model valid for long-term dynamics of ¹³⁷Cs in French forests?

2nd issue

How to estimate long-term biogeochemical processes such as root uptake, immobilization in wood, fixation in soil?

3rd issue

To what extent are stable chemical analogues (K & ¹³³Cs) a good substitute for assessing ¹³⁷Cs biological transfer processes?

(1) BGC – Biogeochemical cycle; (2) RN – Radionuclide; (3) TREE4 model - Transfer of Radionuclides and External Exposure in FORest Systems.

Objectives

I) Better understand & quantify the long-term behaviour of ¹³⁷Cs in forests

II) Test & improve TREE4 model (Fig.1) for French forests

Materials & Methods

1) Literature review on the biogeochemical cycle (BGC) of K in forests

2) Analysis of RENECOFOR monitoring network data collected since 1992 (102 permanent forest sites all over France)

3) Data acquisition from field sampling campaigns (4 sites: 2 deciduous & 2 coniferous, flux measurement for BGC fluxes calculation)

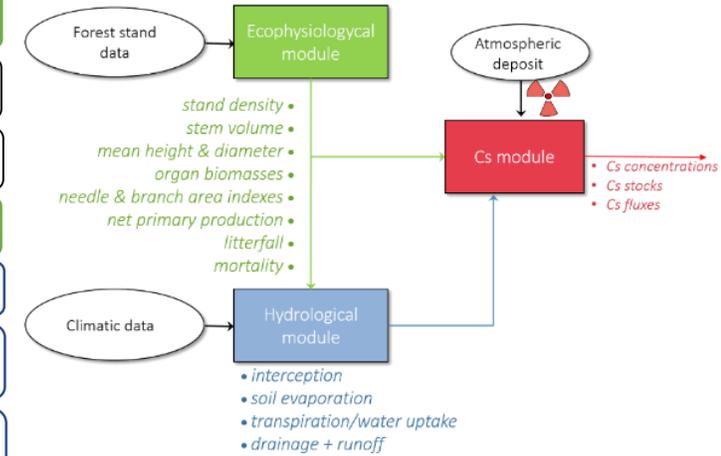


Fig.1: TREE4 model structure

Results

Literature review on the BCG of K

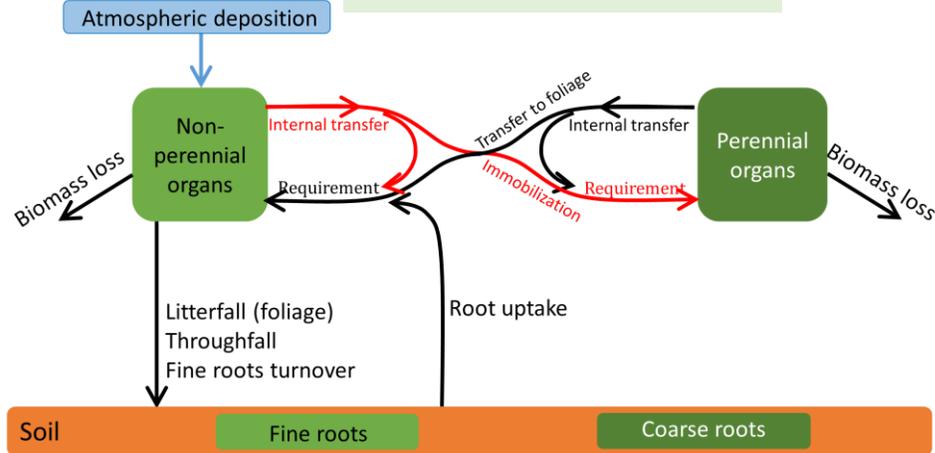


Fig.2: Simplified scheme of the biological sub-cycle

Forest stand dynamics (HET64)

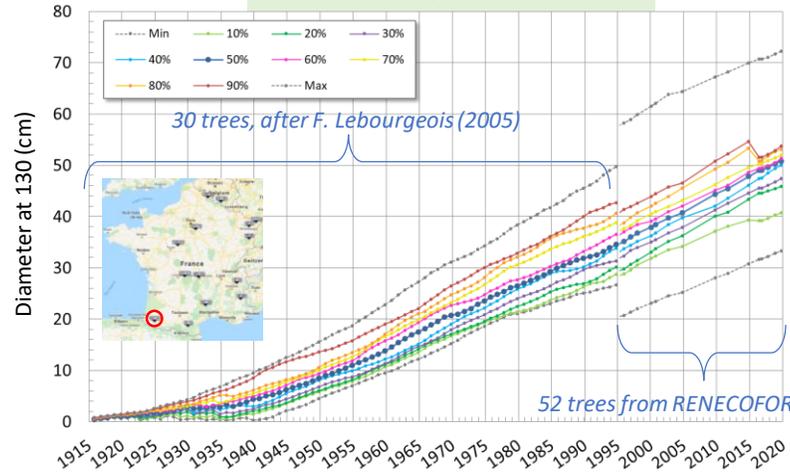
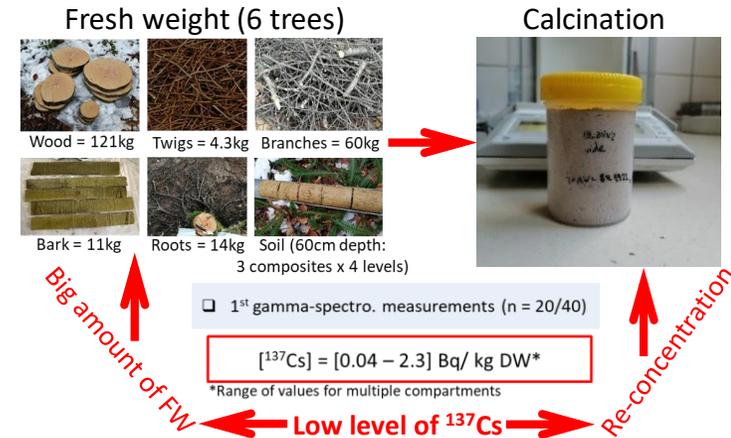


Fig.3: Time evolution of tree diameter growth

Forest compartments sampling & laboratory analysis



Upcoming research actions

2021 >• Samples treatment, gamma-spectrometry & chemical analysis; • Calculations on the BGC fluxes; • Biomass growth dynamic estimations through allometric equations; • Publication; • Two sampling campaigns to Scots pine & Silver fir forests. **2022** >• TREE4 model parameterization.



CARACTERISATION DES EMISSIONS D'ISOTHIAZOLINONES DANS L'AIR INTERIEUR ISSUES DE PRODUITS DE CONSTRUCTION ET DE CONSOMMATION

L. Ducup de Saint Paul^{1,2}, S. Ravier¹, H. Wortham¹, M. Nicolas², E. Quivet¹

¹ Aix-Marseille Univ, CNRS, LCE, Marseille, France

² Centre Scientifique et Technique du Bâtiment, Saint Martin d'Hères, France

CONTEXTE

Les isothiazolinones, famille de biocides, sont utilisées comme agent conservateurs dans de nombreux produits de construction et de consommation (peintures, produits d'entretien, cosmétiques) pour leurs propriétés algicides, fongicides et bactéricides.

Comme la méthylisothiazolinone (MIT), ces composés peuvent provoquer des eczemas, des œdèmes ou des allergies aussi bien par contact que par inhalation chez des personnes qui sont sensibles.

Les émissions des isothiazolinones dans l'air intérieur sont encore peu évaluées: quelques données sont disponibles dans la littérature pour des peintures mais toutes des sources potentielles ne sont pas étudiées.

De plus, les cibles principales recherchées jusqu'alors sont la MIT et la CMI (chlorométhylisothiazolinone). Or, aujourd'hui, les dérivés des isothiazolinones ne se limitent plus à ces composés.



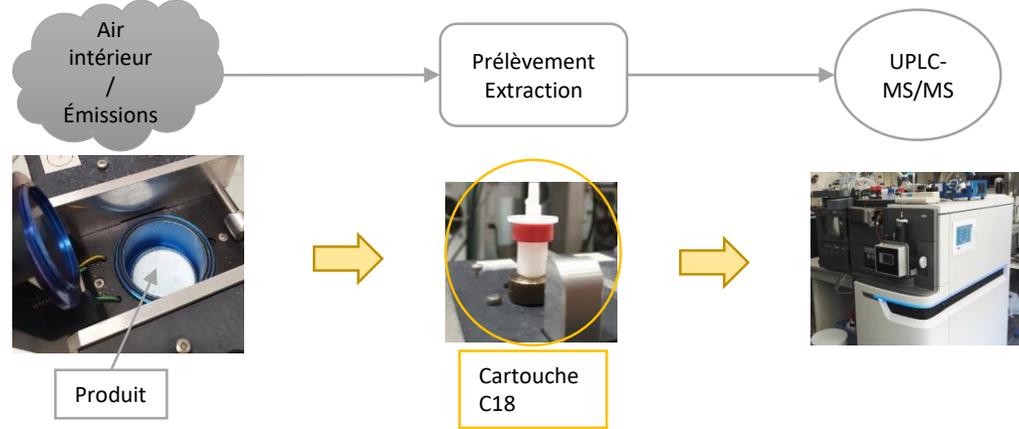
OBJECTIFS

Rechercher, identifier et quantifier les isothiazolinones majoritaires émises par des produits de construction et de consommation.

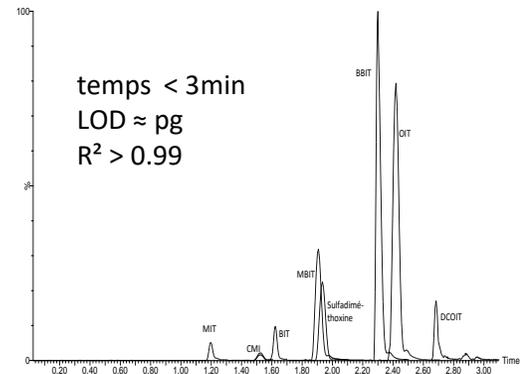
➤ Développement d'une méthode de mesure robuste

Étudier les niveaux d'émissions des isothiazolinones dans les environnements intérieurs.

METHODOLOGIE



RESULTATS - DISCUSSIONS



Produit	Isothiazolinones dans la composition			Isothiazolinones quantifiées à l'émission		
	MIT	CMI	BIT	MIT	CMI	BIT
Shampooing	X	X		3 ± 1	6 ± 1	
Gel douche	X			229 ± 30		
Nettoyant multi surfaces			X			< LQ
Peinture	X		X	22 ± 3		< LQ
Désodorisant			X			< LD

CONCLUSIONS - PERSPECTIVES

- La méthode UPLC-MS/MS permet de séparer les 7 isothiazolinones en moins de 3 minutes. Les limites sont de l'ordre de quelques pg.
- La méthode a été appliquée autant sur des produits de construction que des produits de consommation.
- Les émissions de MIT et CMI ont été quantifiées sur tous les produits.
- Des essais complémentaires doivent être réalisés concernant les émissions de certaines isothiazolinones, notamment BIT.

Photochimie des micropolluants organiques dans la microcouche de surface marine

C. Abdel Nour¹, S. Rossignol¹, P. Wong-Wah-Chung¹

¹ Aix Marseille Univ, CNRS, LCE, Marseille, France

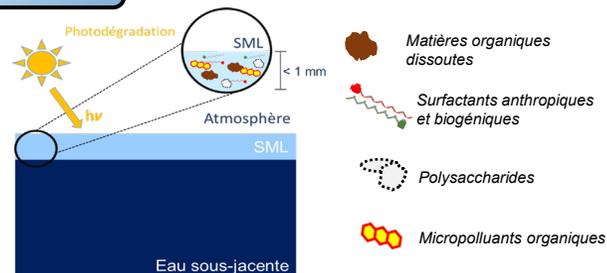
Photochimie des micropolluants organiques dans la microcouche de surface marine

CONTEXTE

Présence de micropolluants organiques dans le milieu marin

Accumulation de ces polluants dans la microcouche de surface marine (SML), due au caractère hydrophobe

Devenir photochimique de ces polluants dans ce milieu bien particulier



SML : Sea Surface Microlayer

- Interface air/eau + env. 1000 μm d'épaisseur
- Stable jusqu'à des vitesses de vent = 10 $\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$
- Composition différente par rapport à l'eau sous-jacente : **Enrichissement en matière organique**

OBJECTIFS

Etudier les effets de l'accumulation de matières organiques dans la microcouche de surface marine sur la photodégradation des micropolluants organiques.

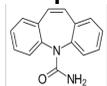
- Impact cinétique : Inhibition ou accélération de la photodégradation
- Impact mécanistique : Etude des voies de dégradation et des photo-produits

DEMARCHE EXPERIMENTALE

Polluants organiques modèles

1. Carbamazépine

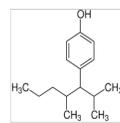
- Polluant pharmaceutique émergent
- Moyennement polaire



- Extraction eau/ACN en excès de sels CaCl_2
- Analyse en HPLC-UV ou HRMS

2. Nonylphenol

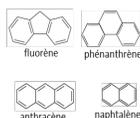
- Perturbateur endocrinien
- Polluant amphiphile
- Facteur d'enrichissement: 13-45



- Extraction avec DCM et dérivatisation avec BSTFA
- Analyse GC-MS

3. HAP

- Polluants organiques persistants
- Hydrophobes
- Facteur d'enrichissement: 4-14



- Protocole SPE optimisé
- Analyse par HPLC-Fluo

Simulation de la SML

▪ Proxys commerciaux de SML

Polysaccharides: Gomme xanthane, dextran
Surfactants: Dodécyl sulfate de sodium, acide oléique, rhamnolipides



▪ Matière organique d'origine biogénique

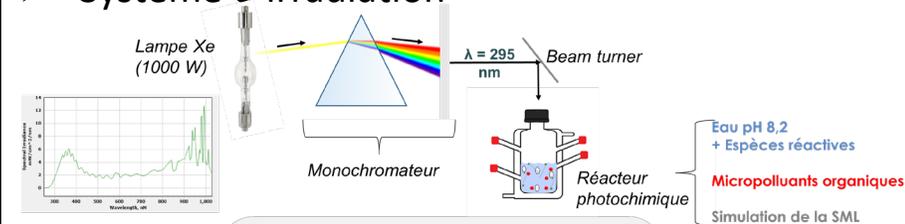
Exsudats de bactéries TC14

▪ Echantillon réel de SML

Campagne de prélèvement de la SML de la mer méditerranéenne avec des plaques de verre



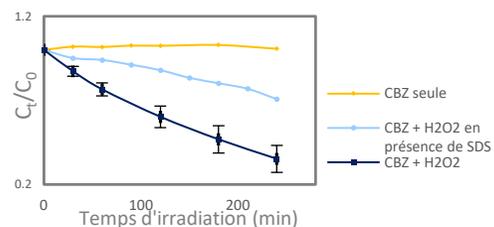
Système d'irradiation



Génération d'espèces réactives et oxydantes

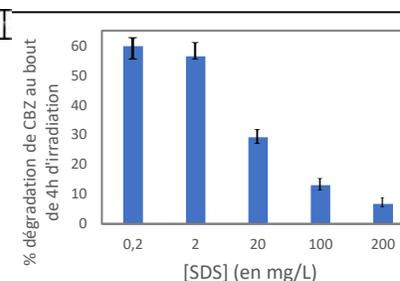


RESULTATS PRELIMINAIRES



Irradiation de CBZ avec H_2O_2 en présence de SDS à différentes concentrations

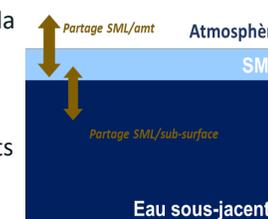
- CBZ stable photo chimiquement
 - Dégradation de CBZ en présence de $\text{HO}\cdot$
 - Ralentissement de la dégradation de CBZ en présence de SDS
- Piégeage des radicaux hydroxyles par SDS**
- Ralentissement en fonction de [SDS]



PERSPECTIVES

Etudier en fonction de la composition de la SML

- le partage SML/sub-surface des micropolluants organiques
- le partage SML/atm des micropolluants organiques et des produits de dégradation



REFERENCES

O. Wurl, W. Ekau, W. M. Landing, and C. J. Zappa, "Sea surface microlayer in a changing ocean – A perspective," *Elem Sci Anth*, vol. 5, no. 0, p. 31, Jun. 2017, doi: 10.1525/elementa.228. A. Engel et al., "The Ocean's Vital Skin: Toward an Integrated Understanding of the Sea Surface Microlayer," *Front. Mar. Sci.*, vol. 4, May 2017, doi: 10.3389/fmars.2017.00165.

Photolytic degradation of molecular iodine adsorbed on model SiO_2 particles

Alexandre FIGUEIREDO ^{1,2}, Rafal STREKOWSKI ², Loïc BOSLAND ¹, Amandine DURAND ², Henri WORTHAM ²

¹ Institut de Radioprotection et de Sûreté Nucléaire, BP 3. 13115 Saint-Paul-Lez-Durance Cedex

² Aix-Marseille Uni, LCE, CNRS, Marseille, France



Introduction

The study of inorganic iodides is a subject of interest in the field of environmental science and nuclear industry safety. The complexity of the atmospheric behavior of I_2 stems from its simultaneous presence in the gas and particulate phases of the atmosphere. Consequently, I_2 may react both, in the homogeneous gas-phase and in the heterogeneous phase with the kinetics and mechanisms that are dissimilar. However, the atmospheric heterogeneous reactivity of I_2 remains poorly understood. This is problematic, since this sink plays a major role on the atmospheric long-distance transport of I_2 .

Objectives

- Determination heterogeneous photolytic rate constant of I_2
- Determine the influence of the temperature and relative humidity on the heterogeneous photolysis of I_2

Experimental

A new method was developed for the extraction and quantification of molecular iodine adsorbed on solid SiO_2 particles. Briefly, a 30 mg of the sample was extracted (Figure 1) every 30 minutes. The I_2 was then chemically derived, extracted using ASE (Accelerated Solvent Extraction) and quantified using GC-MS (SIMS) technique.

Rate of photolysis of I_2

$$\frac{d[I_2]}{dt} = -k_{obs}[I_2] = -(k_{desorption} + J)[I_2]$$

k_{obs} (s^{-1}) is the observed first-order rate constant, $k_{desorption}$ (s^{-1}) is the desorption first-order rate constant, J (s^{-1}) is the photodissociation rate constant, t (s) is the time of exposure to solar radiation and $[I_2]$ is the normalized iodine concentration adsorbed on silica particles.

Determination rate of photolysis

As shown in Figure 1, the solar radiation irradiance starts at $\lambda \sim 300$ nm while the observed Xe lamp irradiance starts at $\lambda \sim 270$ nm and the solar spectrum does not strictly follow the Xe lamp spectral irradiance. To better approach the real-life photolysis conditions, comparative studies were carried using Xe lamp and real solar radiation ($T = 298$ K, 40%RH).

- The photolysis rate constant is calculated to be :
- $J_{xe} = (0.9 \pm 0.1) \times 10^{-4} s^{-1}$ using Xe lamp (Figure 2 (a) and (b))
 - $J_{solar} = (2.2 \pm 0.3) \times 10^{-4} s^{-1}$ using real solar radiation light source (Figure 2 (a) and (c))

In conclusion, both photolysis rates are similar (factor 2) which indicates that the Xe lamp can be considered as representative of the real solar radiation in a first approach.

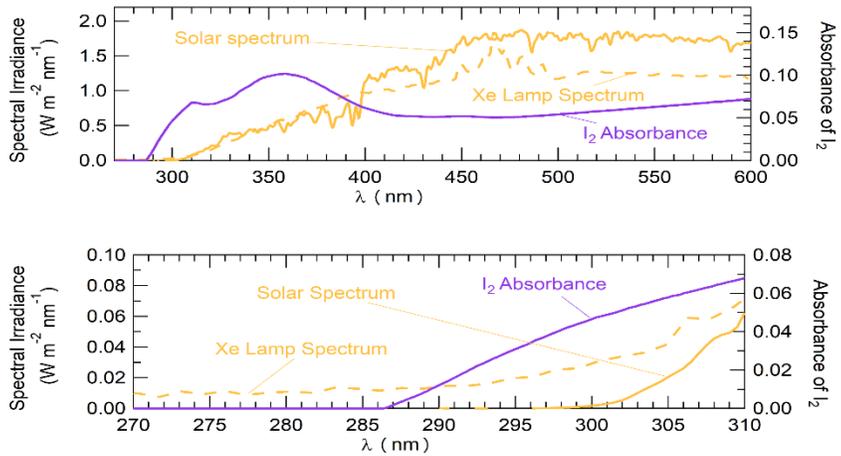


Figure 1 : Comparison of the reference solar spectral irradiance (orange solid line) for Marseille, the xenon lamp emission spectrum (orange dashed line) used to carry out the photolysis experiments and the average absorption spectrum of I_2 (purple solid line) adsorbed on SiO_2 particles

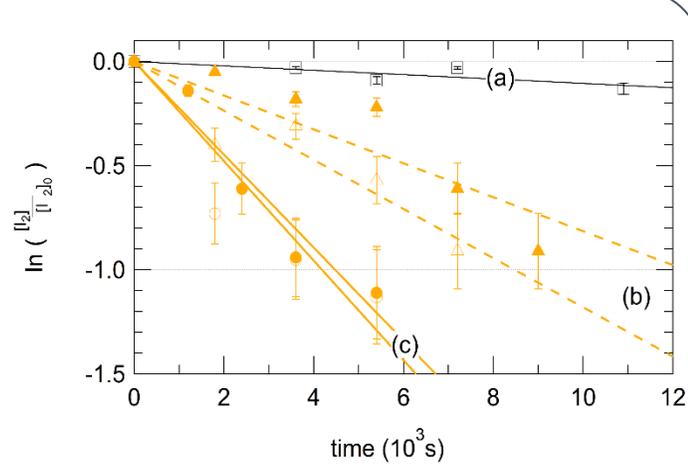


Figure 2 : Experiment (a) : dark conditions, experiments (b) Lamp Xe radiation and experiments (c) : solar radiation .

Conclusion

In this work, the heterogeneous photolysis of I_2 rate constant has been determined for the first time. The heterogeneous atmospheric residence time (τ) of I_2 is calculated to range from 2 to 4.1 hours. The obtained heterogeneous photolysis residence time of I_2 is considerably greater compared the gas-phase photolytic residence time of I_2 ($\tau \approx 10$ s, Saiz-Lopez et al., 2012). The obtained enhanced atmospheric lifetime of I_2 on heterogeneous media will likely have direct consequences on the atmospheric transport properties of I_2 that may influence the oxidative capacity of the atmosphere.



Réactivité du sulfate d'ammonium en phase aqueuse sous conditions atmosphériques simulées : Importance des impuretés organiques des cristaux de sulfate d'ammonium commerciaux

N. Brun¹, J. Wu¹, B. R'Mili, J. M. González-Sánchez¹, S. Ravier¹, B. Temime-Roussel¹, J.-L. Clément², A. Monod¹

¹ Aix-Marseille Univ, CNRS, LCE, 13331, Marseille, France

² Aix-Marseille Univ, CNRS, ICR, 13397, Marseille, France

Le sulfate d'ammonium est, après les composés organiques, **un composant majoritaire** des aérosols atmosphériques :

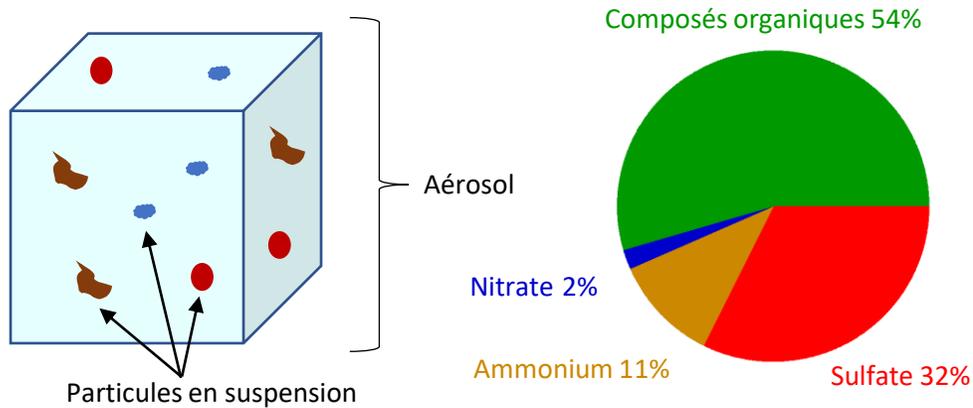


Figure 1 : Représentation schématique d'un aérosol atmosphérique et composition chimique des particules submicroniques mesurées à Marseille Longchamp pendant l'été 2017.

Du fait des ses propriétés hygroscopiques c'est également l'un des **principaux noyaux de condensations nuageux** :

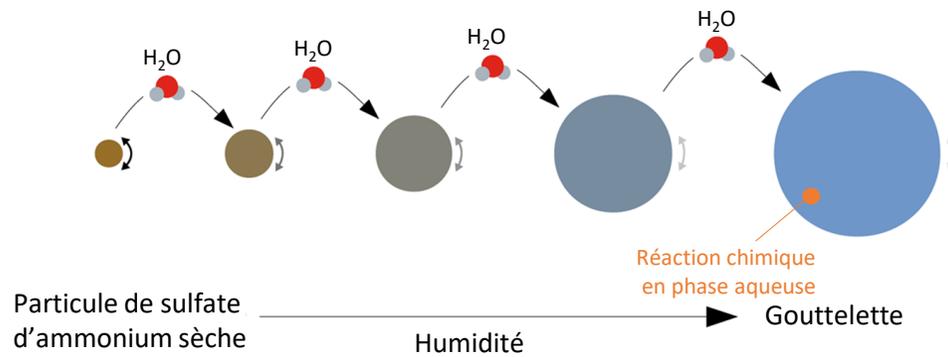


Figure 2 : Représentation schématique de la condensation de molécules d'eau sur une particule de sulfate d'ammonium sèche.

C'est pourquoi sa **réactivité en phase aqueuse** est étudiée en laboratoire.

En chimie analytique il est nécessaire d'**utiliser des standards de qualité et de vérifier leur pureté**, mais ces vérifications ne sont généralement pas réalisées dans la littérature :

Référence et pureté du sulfate d'ammonium utilisé :

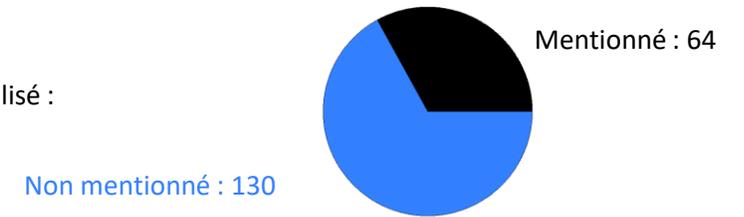


Figure 3 : Références scientifiques utilisant le sulfate d'ammonium commercial pour l'étude d'aérosols atmosphériques en laboratoire dans les 20 dernières années.

L'utilisation de la chromatographie liquide couplée à la spectrométrie de masse (LC-MS) montre une **présence importante d'impuretés organiques** dans la référence de sulfate d'ammonium la plus utilisée :

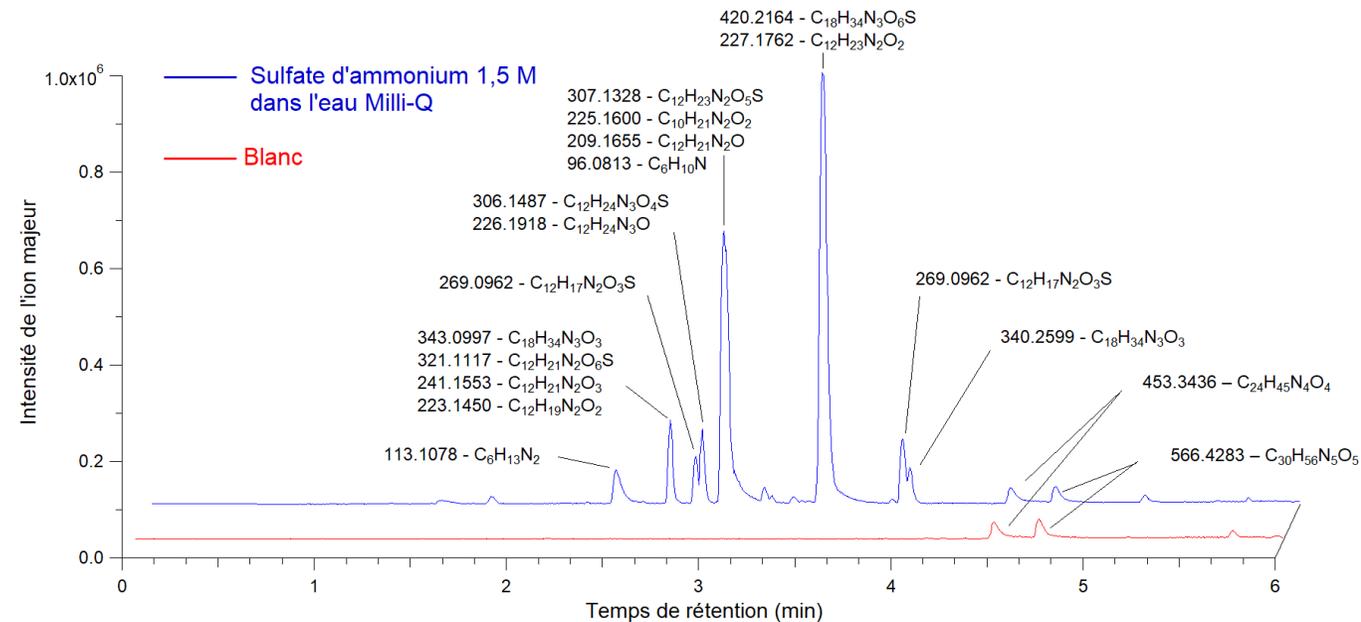


Figure 4 : Chromatogramme LC-MS d'une solution aqueuse à 1,5 M de sulfate d'ammonium, et d'un blanc.

La prise en compte de ces **impuretés organiques** dans les études de réactivité et des propriétés hygroscopiques des cristaux de sulfate d'ammonium commerciaux est primordiale pour **éviter les artefacts expérimentaux**.

Développement de nouvelles méthodes d'analyse de l'iode 129 à bas niveau appliquées à la compréhension des mécanismes de transfert de l'iode dans l'environnement

C.Carrier^{1,2,3}, D.Hébert², A.Habibi¹, D.Maro², D.Bourlès³

¹ IRSN/PSE-ENV/SAME/LERCA, 78116 Le Vésinet, France

² IRSN/PSE-ENV/SRTE/LRC, 50130 Cherbourg-Octeville, France

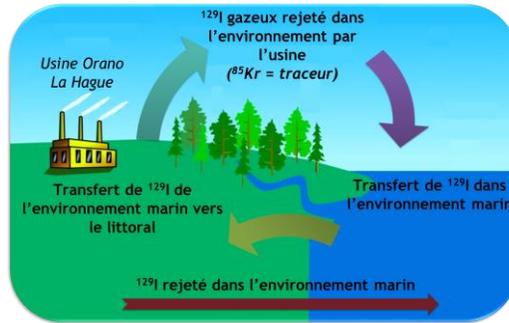
³ Aix Marseille Univ, CNRS, Centrale Marseille, M2P2, Technopôle de l'Arbois, 13545 Aix en Provence, France

Contexte

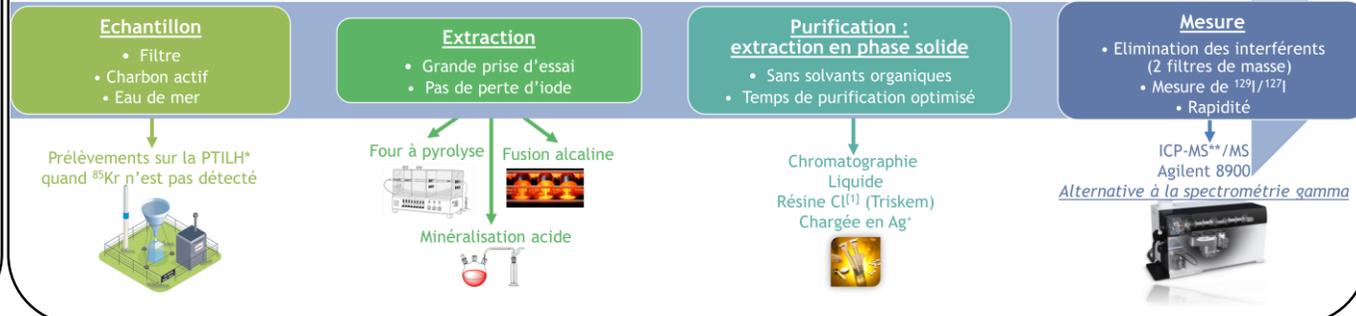
1^{er} constat :

Difficulté de quantification de ^{129}I
 → Limites de détections supérieures aux activités mesurables dans l'environnement

2^{ème} constat :



Méthode

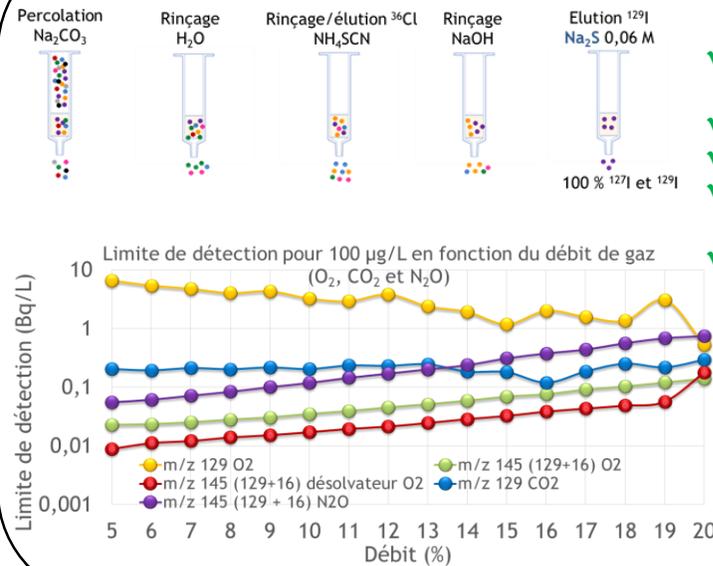


Objectif

1/ Mise en place d'une **nouvelle méthode** d'analyse de ^{129}I et du rapport isotopique $^{129}\text{I}/^{127}\text{I}$

2/ Etude de la **réémission** de l'iode du compartiment marin vers le littoral

Résultats



- ✓ Etude de la compatibilité du milieu d'élution avec la mesure par ICP-MS (**0,06 M Na_2S + 4,7 % Triton® X-100**)
- ✓ Optimisation de la concentration en Na_2S (solvant d'élution)
 → Diminution de l'effet matrice
- ✓ Ajout de Triton® X-100 → Augmentation de la sensibilité
- ✓ Durée de purification < 40 min après optimisation des débits
- ✓ Facteur de pré-concentration de l'iode après optimisation du volume de fin de fixation > 200
- ✓ Interférents polyatomiques^[2] éliminés : $^{97}\text{MoO}_2^+$, $^{113}\text{CdO}^+$, $^{113}\text{InO}^+$, $^{115}\text{In}^{14}\text{N}^+$ et $^{89}\text{Y}^{40}\text{Ar}^+$

Meilleure LD estimée en ^{129}I avec O_2 en mass shift avec un désolvateur

Transfert de charge :
 $^{129}\text{Xe}^+ + \text{gaz} \rightarrow ^{129}\text{Xe} + \text{gaz}^+$

Mesure on-mass^[3] :
 m/z 127 et m/z 129

Mesure mass-shift :
 m/z 143 ($^{127}\text{I} + ^{16}\text{O}$)
 et m/z 145 ($^{129}\text{I} + ^{16}\text{O}$)

Conclusion

Mesure directe

- Milieu de mesure :
Gain en sensibilité ~ 3
- SD Spectrométrie gamma :
100 – 200 mBq/L
- LD estimée travaux de thèse :
~ 8 mBq/L

Mesure après traitement chimique

- Milieu de mesure :
Gain en sensibilité > 20
Rendement > 90 %
Durée de l'étape < 40 min
- SD Spectrométrie gamma :
~ 20 mBq/L
- LD estimée travaux de thèse :
~ 0,15 mBq/L

Perspectives

Optimiser les paramètres de mesure par ICP-MS

Mettre en place un protocole d'extraction de l'iode de la matrice

Adapter la méthode aux échantillons étudiés

Analyses croisées par Spectrométrie de Masse par Accélérateur

Etude de la réémission de l'iode du compartiment marin vers le littoral

Merci pour votre attention!



*PTILH = Plateforme technique IRSN La Hague

**ICP-MS = Inductively Coupled Plasma-Mass Spectrometry

[1] A. Zulauf et al., J. Radioanal. Nucl. Chem., vol. 286, no. 2, pp. 539–546, Nov. 2010

[2] Ežerinkis, Ž. et al. Determination of ^{129}I in Arctic snow by a novel analytical approach using IC-ICP-SFMS. Journal of Analytical Atomic Spectrometry 29, 1827–1834 (2014)

[3] G. Yang et al., Anal. Chim. Acta, vol. 1008, pp. 66–73, May 2018

Réponse fonctionnelle des communautés végétales et microbiennes face à une multi-contamination du sol en éléments traces métalliques et métalloïdes en milieu méditerranéen

L. Tosini^{1,2*}, H. Folzer², M. Cartereau², P. Prudent³, Y. Labrousse¹, Y. Le Bagousse-Pinguet², N. Montès¹, A.M. Farnet², L. March¹, L. Vassalo³, I. Laffont-Schwob¹

(1) Aix Marseille Univ, IRD, LPED, Marseille, France

(2) Aix Marseille Univ, Avignon Université, CNRS, IRD, IMBE, Marseille, France

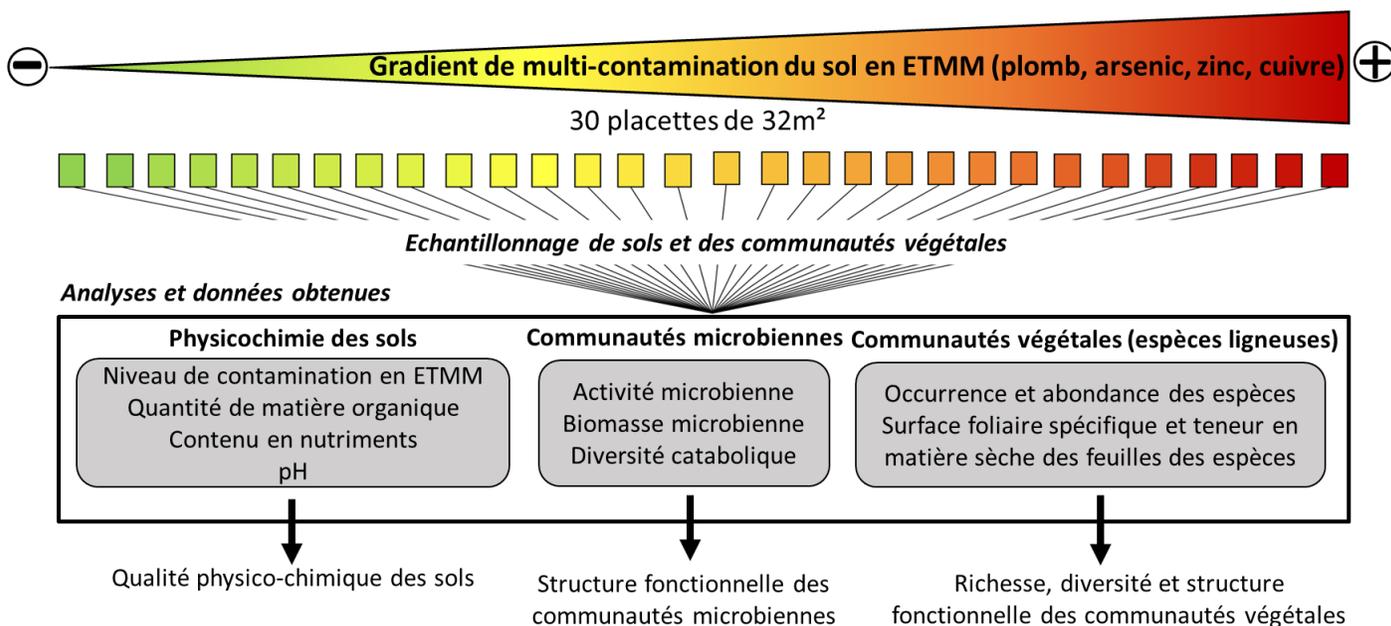
(3) Aix Marseille Univ, CNRS, LCE, Marseille, France

*lorene.tosini@univ-amu.fr

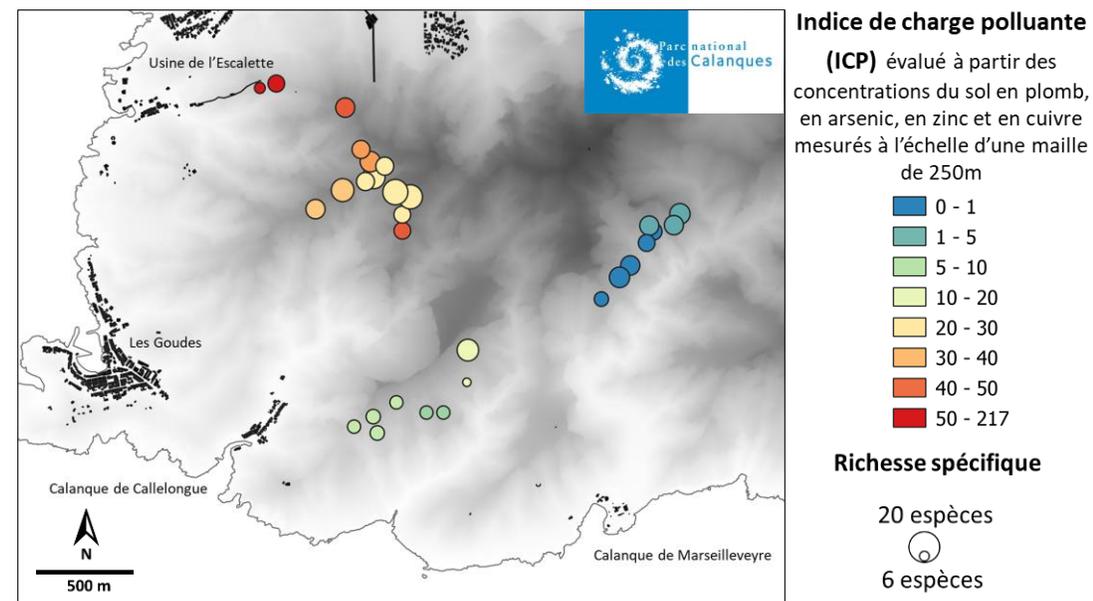
Contexte : le massif de Marseilleveyre (Marseille, SE France) a abrité plusieurs fonderies de plomb aux XIX^{ème} et XX^{ème} siècles. Ces industries ont produit d'importantes quantités de cendres contaminées en éléments traces métalliques et métalloïdes (ETMM). La dispersion de ces cendres par le vent et le ruissellement des eaux de pluie est à l'origine d'une multi-contamination diffuse en ETMM des sols du massif.

Quels sont les effets d'une multi-contamination du sol en ETMM sur les structures fonctionnelles des communautés végétales et microbiennes en milieu méditerranéen, supports des fonctionnalités et des services écosystémiques ?

Hypothèse : une multi-contamination du sol en ETMM va entraîner une sélection des espèces tolérantes au sein des communautés végétales et microbiennes



Design expérimental de l'étude des traits fonctionnels des communautés végétales et microbiennes le long d'un gradient de multi-contamination du sol en ETMM dans le massif de Marseilleveyre.



Carte de la richesse spécifique des espèces ligneuses et du niveau de multi-contamination du sol en ETMM (évalué par l'ICP) sur les 30 placettes d'étude.

1^{ers} résultats : la richesse spécifique des espèces ligneuses des placettes varie de 6 à 20, avec une moyenne de 14 espèces ligneuses par placette de 32m². 6 espèces sont retrouvées dans au moins 80 % des placettes : *Cistus albidus*, *Coronilla juncea*, *Erica multiflora*, *Fumana laevipes*, *Globularia alypum*, *Rosmarinus officinalis*. Ces espèces présentent des morphologies foliaires contrastées.

Perspectives : cette étude permettra d'appréhender la tolérance et la résilience des communautés végétales et microbiennes face à une multi-contamination du sol en ETMM en milieu méditerranéen. Ainsi, ces connaissances contribueront à alimenter notre réflexion sur les concepts d'écologie de la restauration et les pratiques de gestion et de restauration écologique des écosystèmes méditerranéens contaminés en ETMM.

Absence de ressources trophiques ou impossibilités de se déplacer : quel(s) paramètre(s) explique(nt) la composition des communautés de papillons en milieu urbain ? Une approche expérimentale à Marseille.

Mélanie TERNISIEN¹, Magali DESCHAMPS-COTTIN, Bruno VILA

¹ *Laboratoire Population Environnement Développement (LPED)*

Contexte

En fragmentant et en détruisant les habitats et en introduisant des espèces exogènes dont certaines deviennent envahissantes, l'urbanisation menace la biodiversité. Quelque soit le groupe taxonomique considéré, on observe une diminution de la richesse spécifique de la périphérie vers le centre-ville (McKinney, 2008). Pour mesurer et suivre les effets de l'urbanisation sur la biodiversité, les Rhopalocères (papillons de jour) constituent de bons indicateurs car ils répondent rapidement aux modifications du milieu (Lee *et al.*, 2015; Tzortzakaki *et al.*, 2019). Ils sont sensibles aux caractéristiques de leur habitat, la chenille dépendant fortement de la plante-hôte (Lafranchis, 2015) et l'imago de la ressource florale (Bergerot *et al.*, 2010). Dans le but tester si ce sont les pratiques de gestion et/ou les caractéristiques urbanistiques comme les barrières physiques représentées par les constructions, qui sont responsables de la diminution de la richesse spécifique de la périphérie vers le centre-ville, deux expérimentations ont été mise en place à Marseille.

Méthodes

Depuis 2008, les communautés de papillons sont suivies dans 24 parcs de Marseille. Ils sont répartis le long d'un gradient d'urbanisation de la périphérie vers le centre-ville, défini par la quantité d'habitats disponibles, l'isolement par rapport au milieu naturel et le degré de fragmentation (fig. 1A) (Lizée, 2011). En 2012, le Parc Urbain des Papillons (PUP) a été créé. Situé en périphérie de la ville, il offre des plantes nectarifères et des plantes hôtes favorables aux communautés de papillons méditerranéennes (Deschamps-Cottin *et al.*, 2019). En 2020, sur le modèle du PUP, un massif est planté dans 15 des 24 parcs urbains suivis. Les massifs qui mesurent 20m de long sur 1m de large comportent 9 plantes hôtes ou nectarifères (fig. 1B).

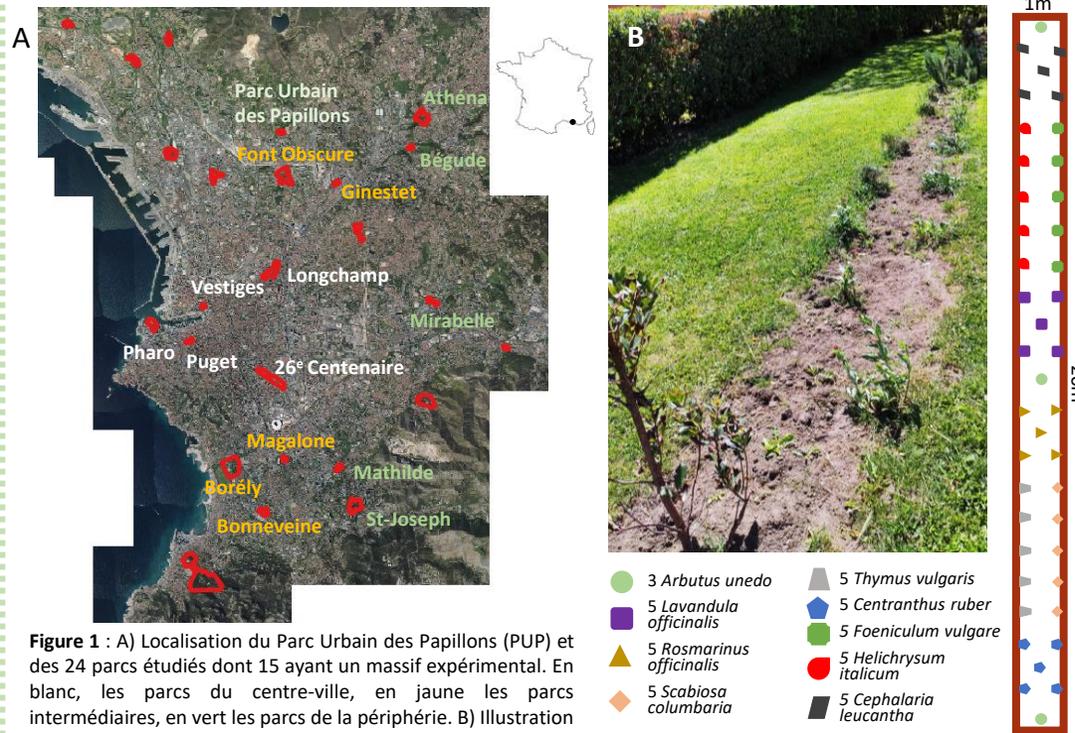


Figure 1 : A) Localisation du Parc Urbain des Papillons (PUP) et des 24 parcs étudiés dont 15 ayant un massif expérimental. En blanc, les parcs du centre-ville, en jaune les parcs intermédiaires, en vert les parcs de la périphérie. B) Illustration et plan d'aménagement du massif expérimental.

Résultats et discussion

De 2008 à 2020, le suivi des communautés de papillons met en évidence un déclin des communautés de papillons en termes d'abondance et de richesse spécifique. Cependant, celui-ci est inégale selon le niveau d'urbanisation considéré, ici, la richesse diminue au niveau de la périphérie (fig. 2). Ce déclin observé partout dans le monde (Thomas, 2016) est à mettre en lien avec l'expansion urbaine (Casner *et al.*, 2013). Ce suivi montre aussi une diminution des espèces méditerranéennes le long du gradient d'urbanisation (fig. 3) à mettre en relation avec l'éloignement aux milieux naturels, la diminution de diversité des habitats (fig. 3) observée vers le centre-ville et la gestion des parcs différente selon le contexte d'urbanisation (Lizée *et al.*, 2014).

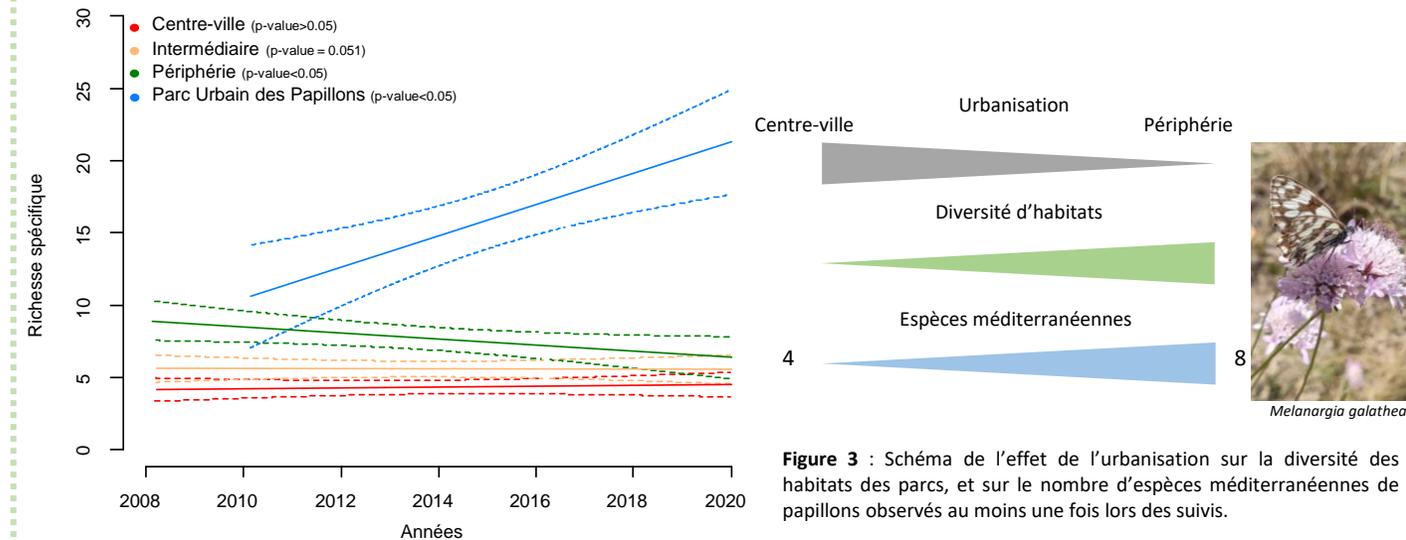


Figure 2 : Evolution de la richesse spécifique de papillons au cours du temps dans les parcs urbains selon les niveaux d'urbanisation et dans le Parc Urbain des Papillons.

Au PUP, l'apport de plante-hôtes et nectarifères ainsi qu'une gestion préservant et créant des habitats diversifiés ont permis d'observer une rapide augmentation de la richesse spécifique (fig. 2). Douze ans après sa création, la richesse spécifique a doublé passant de 17 à 34 espèces. Ces résultats soulignent l'importance des facteurs locaux sur la structure des communautés de papillons (Fontaine *et al.*, 2016). En plantant des massifs dans des parcs en différents contextes d'urbanisation, on cherche à savoir si ce sont les ressources trophiques qui font défaut ou bien si ce sont les barrières physiques qui interdisent les déplacements des papillons.

Changements socio-environnementaux et populations de rongeurs dans les zones argileuses du bas delta du fleuve Sénégal, Afrique de l'Ouest sur une décennie d'observations (2008-2019) : vers un outil de gestion

CT. Niang^{1,2,4}, M. Kane², Y. Niang², N. Sarr², C. Tatard³, L. March¹, JF. Mauffrey¹, E. Artige³, S. Piry³, L. Granjon³, C. Brouat³, K. Ba², V. Moron⁵, I. Laffont-schwob¹, AB. Bal⁴, A. Dalecky^{1,4}

¹ Aix Marseille Université, IRD, LPED, St Charles, 13003 Marseille, France

² BIOPASS, Campus ISRA/IRD de Bel Air, IRD, CBGP, Dakar, Sénégal

³ Campus International de Baillarguet, IRD, CBGP, 34980 Montferrier-sur-Lez, France

⁴ BIOPASS2, Université Gaston Berger, LABAM, BP 234, Saint-Louis, Sénégal

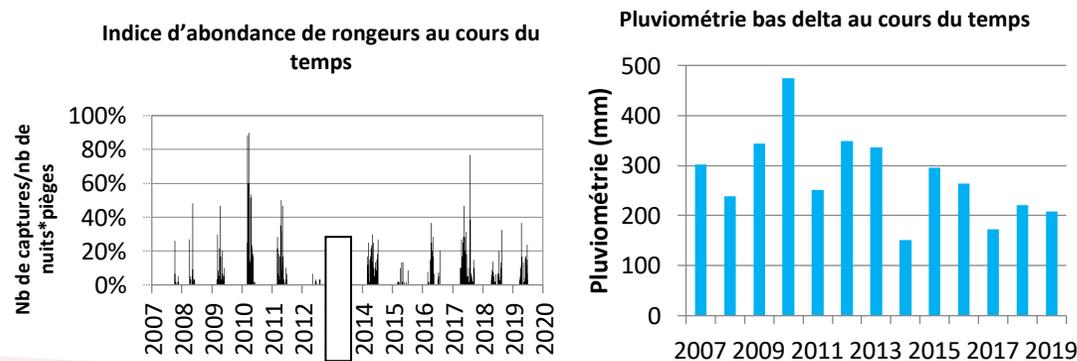
⁵ Aix-Marseille Université, CEREGE UMR 34 CNRS, France

CONTEXTE

- Rongeurs ravageurs des cultures & hôtes de pathogènes
- Aménagements hydro-agricoles => risques de prolifération de populations de rongeurs
- Objectifs: Quels déterminants des variations d'abondances de rongeurs dans le delta du fleuve Sénégal de 2008 à 2019?

MÉTHODOLOGIE

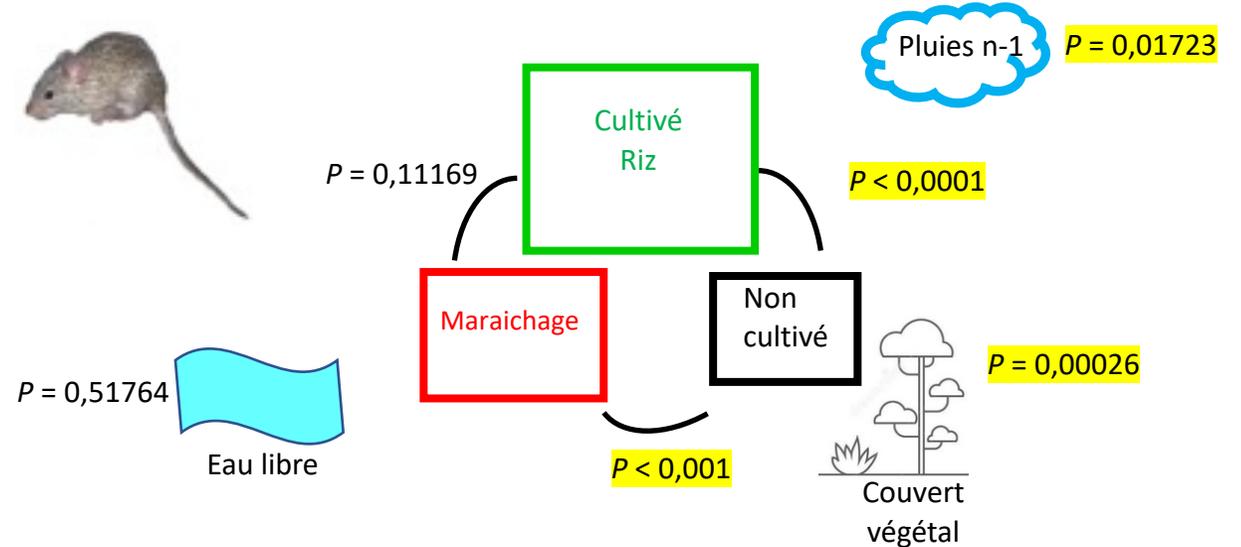
- Echantillonnage de rongeurs en Mars-Avril 2008 à 2019 dans des parcelles de **riz (CR)**, **maraichage (CM)** et **non cultivées (NC)**. Lignes de 20 pièges x 3 nuits => 29446 nuits.pièges pour 1867 individus capturés.
- Identification spécifique, morphométrie, activité de reproduction, relevés écologiques (eau libre, couvert végétal), pluviométrie (CHIRPS V2), usage & aménagements.
- GLMm avec binomial négatif sous R (3.6.1).



RÉSULTATS ET DISCUSSION

- 2 espèces dominantes: *Arvicanthis niloticus* (65%) & *Mastomys huberti* (28%)

Impact changements socio-environnementaux sur *A. niloticus*



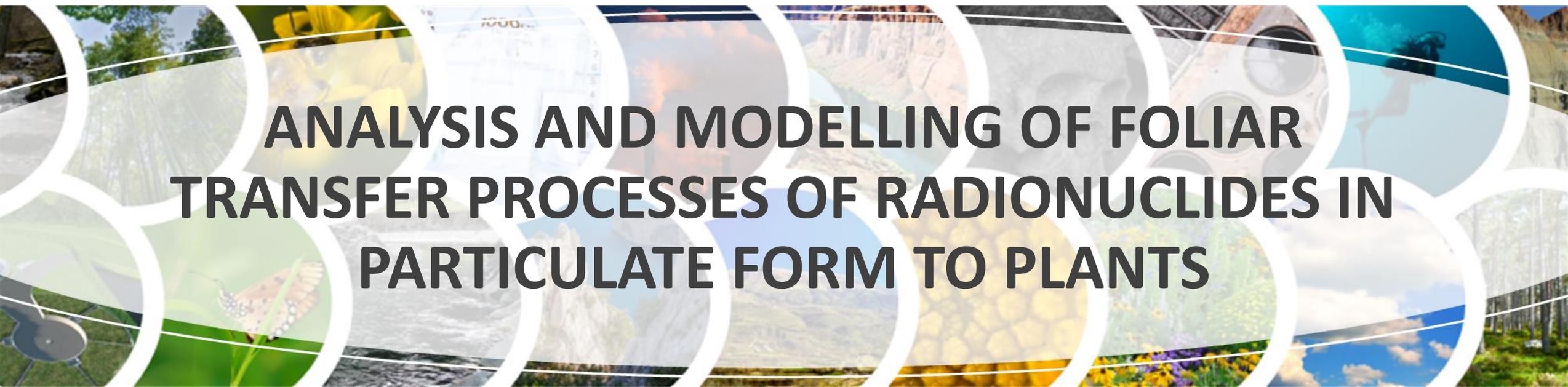
- Impact des aménagements hydroagricoles (P=0,030)

Abondance de rongeurs = f (Pluviométrie + Aménagements agricoles + Usage des terres + Couvert végétal + Eau libre)

CONCLUSION

Pluies, ressources alimentaires et couvert végétal => abondance élevée, voire pullulations des populations de rongeurs.

Recommandation : mettre en place un système de veille + d'alerte précoce en lien avec services de la Protection des Végétaux sur les deux rives du fleuve Sénégal.



ANALYSIS AND MODELLING OF FOLIAR TRANSFER PROCESSES OF RADIONUCLIDES IN PARTICULATE FORM TO PLANTS

Z. Mawassy¹, P. Henner¹, S. Le Dizès-Maurel¹, J. Rose²

¹ IRSN, PSE-ENV/SRTE, Laboratoire de recherche sur les transferts de radionucléides dans les écosystèmes terrestres (LR2T)

² Centre Européen de Recherche et d'Enseignement des Géosciences de l'Environnement (CEREGE)

Context and problematic

normal/incidental releases from nuclear facilities

- ✓ Gases
- ✓ Particles
- ✓ dissolved RN



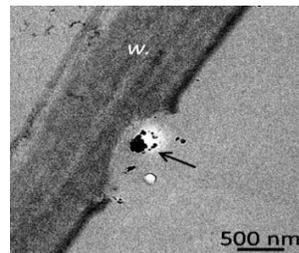
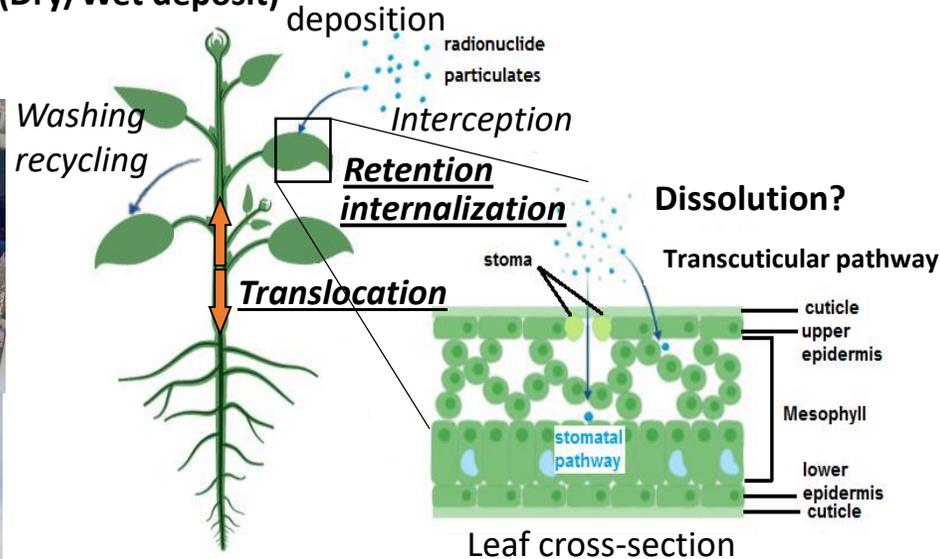
ITER



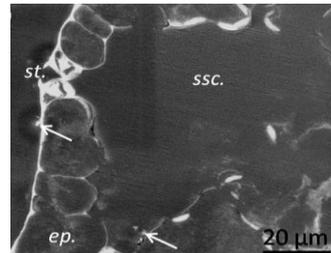
UNGG

future particle releases from installation (UNGG, ITER) require improved transfer assessment

Foliar Route (Dry/Wet deposit)



500 nm



20 μm

- TiO₂-NP transfer by transcuticular pathway (TEM) and stomatal pathway (SEM) respectively, by Larue et al. (2014)

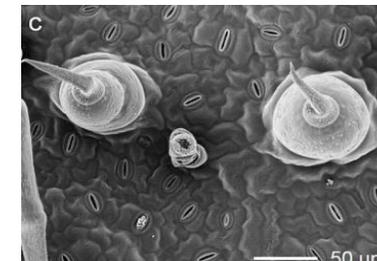
- ✓ Lack of data on radioactive particle behavior and gaps of knowledge on some processes (internalization...)
- ✓ Foliar transfer models do not consider particle source term

Goals

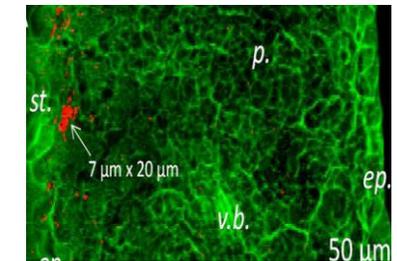
- ✓ Acquire experimental data on post-deposition processes of particles transfer.
- ✓ Review existing foliar transfer models.
- ✓ Assess the need of a dedicated particulate sub-model.

Methods

- ✓ Transfer experiments varying main parameters influencing transfer : particle size, solubility and state of the plant leaf surface (size, roughness, density of hairs or stomata...Fig 1).
- ✓ combination of techniques to analyze, localize (Fig 2) and quantify fluxes (TEM-EDX, XRF, ICP-MS,...)



• Fig 1: SEM of Stomata and trichomes by Li et al. (2018)



• Fig 2: SR-μXRF localization of TiO₂ by Larue et al. (2014)

- ✓ Models/measures comparisons (literature and new experimental data, particulate vs other source terms).

Traitement des fumées et gestion des eaux de lavage des navires de la marine marchande

M.Drouin¹, S. Nasser², T. Simon², C. Adolphe², P. Moulin¹

¹ Aix-Marseille Université, M2P2, Europôle de l'Arbois, BP 80, 13545 Aix en Provence Cedex 4, France

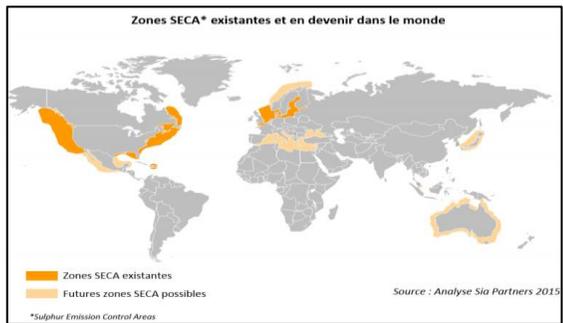
² CMAships Boulevard Jacques SAADE, 4 Quai d'Arenc 13235 Marseille Cedex 02 – France



Traitement des fumées et gestion des eaux de lavage des navires de la marine marchande

INTRODUCTION

Au cours de leur voyage, les navires de commerces maritimes émettent de nombreux polluants. Depuis plusieurs années, le rejet des **composées soufrés à l'atmosphère, est de plus en plus contrôlé.**



RÉGLEMENTATIONS

Dans les zones contrôlées (SECA)
 $[SO_x]_{atm} < 0,1\%$

Au global depuis 2020
 $[SO_x]_{atm} < 0,5\%$

Pour satisfaire les nouvelles réglementations les armateurs adaptent leur navires

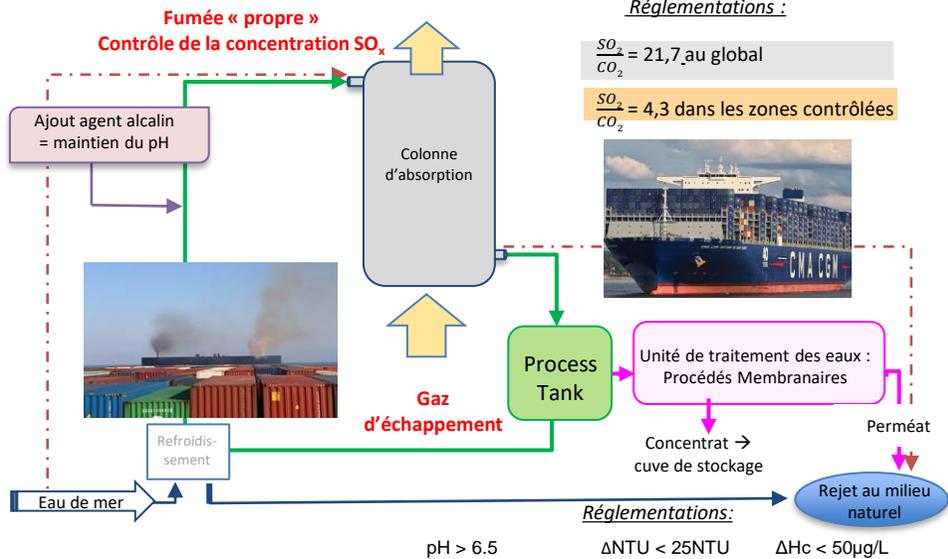
- Utilisation d'un fioul plus distillé
- Utilisation du gaz naturel liquéfié
- Installation d'**unité de traitement des fumées**

Trop coûteux pour les navires étudiés
 (8 Millions de litres par voyage)

Réglementations :

$\frac{SO_2}{CO_2} = 21,7$ au global

$\frac{SO_2}{CO_2} = 4,3$ dans les zones contrôlées



L'objectif de la thèse est le développement des unités membranaires positionnées en complément pour traiter les eaux de lavage

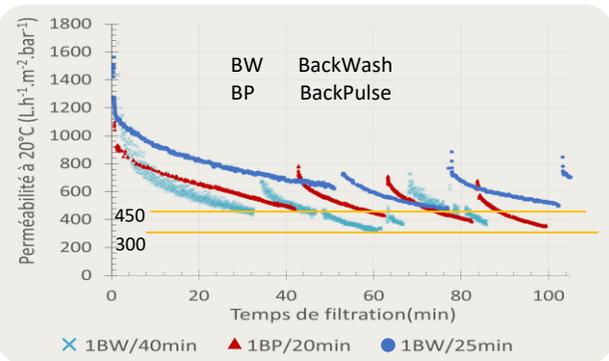
PILOTE D'ULTRAFILTRATION

- Boucle de circulation
- Sorties perméats et concentrat
- Membranes tubulaires
- Pompe circulation
- Pompe de BW
- Cuve de lavage
- Cuve perméat



RÉSULTATS

Différents temps de retro-lavage sont testés pour une membrane et avec des conditions de filtration similaire



Composition moyenne de l'alimentation :

- Sels
- Métaux lourds
- Résidus de fioul



Turbidité NTU	pH	Conductivité $mS \cdot cm^{-1}$	MES $g \cdot L^{-1}$	MVS $g \cdot L^{-1}$
30,4	8,17	58,1	0,71	0,25

Les résultats obtenus mettent en valeur la problématique du sujet :

- Augmenter la fréquence des BW → diminution du rendement
→ diminution du colmatage
- Diminuer le temps d'injection ($t_{BW} > t_{BP}$) → réduction du volume d'eau réinjecté
→ augmentation du colmatage

	1BW/40min	1BW/25min	1BP/20min
Colmatage	++	-	++
V_{BW}/V_{perm}	0,28	0,5	0,01



Alimentation Concentrat Perméat
 (~30 NTU) (~120 NTU) (~0,1NTU)

Les analyses physico-chimiques montrent une forte concentration en particules dans la boucle et une qualité de perméat satisfaisante pour les rejets en milieu naturel

MATÉRIELS ET MÉTHODES

Pour les tests, un pilote de filtration laboratoire a été dimensionné. Les tests sont menés sur des **membranes multitubulaires en Carbure de Silicium (SiC)** ayant une très grande perméabilité initiale à l'eau ($3700 L \cdot h^{-1} \cdot m^{-2} \cdot bar^{-1}$).

La filtration est réalisée à **flux constant**. Les performances des membranes sont suivies grâce aux **variations de pression et de perméabilité** au cours du temps. Les conditions opératoires des **rétro-lavages sont modifiées** afin d'optimiser la filtration.

Analyses des perméats et des concentrats : Turbidité, Conductivité, pH, Métaux lourds,...

CONCLUSION



Un **compromis** entre les **contraintes industrielles** et le **fonctionnement des membranes** doit être trouvé :

↳ **Limiter le stockage** des fluides à bord

↳ **Limiter la maintenance** et les actions de lavage

↳ **Améliorer la rétention** des composés polluants

Il convient également de lever les **principaux verrous scientifiques** liés à la filtration par procédés membranaires :

- le **COLMATAGE**
- le **RENDEMENT**





Study of marine iron-rich microbial mats: influence of environmental variations

A. Astorch-Cardona¹, M. Guerre¹, C. Rommevaux¹

¹Aix Marseille Univ, Université de Toulon, CNRS, IRD, MIO, Marseille, France

1. CONTEXT

LUCKY STRIKE HYDROTHERMAL FIELD

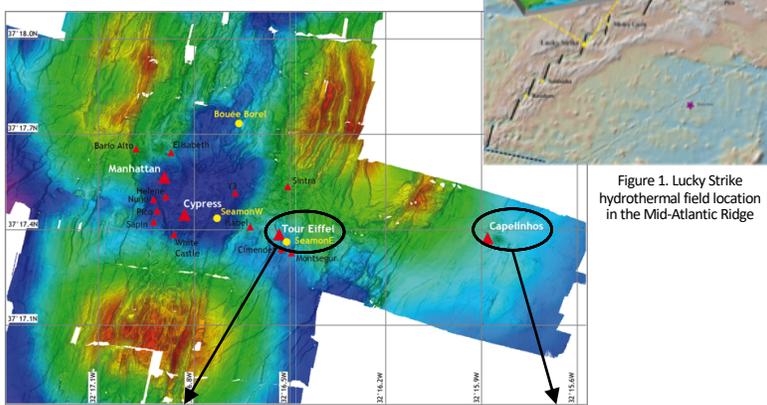


Figure 1. Lucky Strike hydrothermal field location in the Mid-Atlantic Ridge

NORTH TOUR EIFFEL (NTE)

CAPELINHOS (CAP)

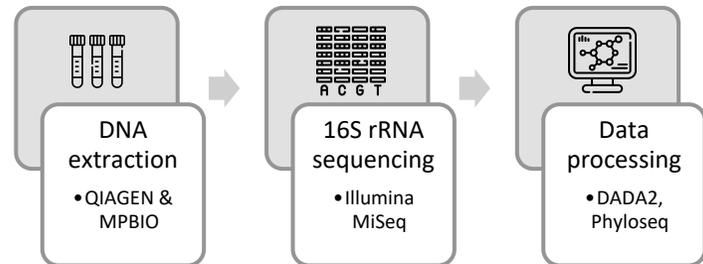


Figure 2. Sample acquisition at NTE (MoMARSAT 2018)



Figure 3. Sample acquisition at CAP (MoMARSAT 2020)

2. METHODS



3. RESULTS & CONCLUSIONS

β -diversity analysis

Strong difference in the composition of bacterial communities between sites

Bacterial communities analyses

Proteobacteria is the dominant bacterial phylum in iron-rich microbial mats

Zetaproteobacteria abundance varies in accordance with iron concentration

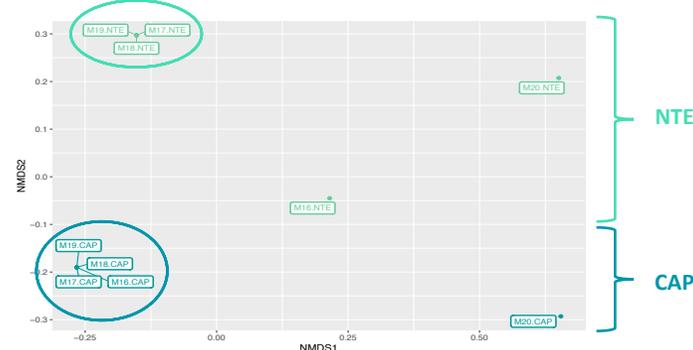


Figure 4. Study of the β -diversity of the samples by NMDS ordination (Bray-Curtis dissimilarity index)

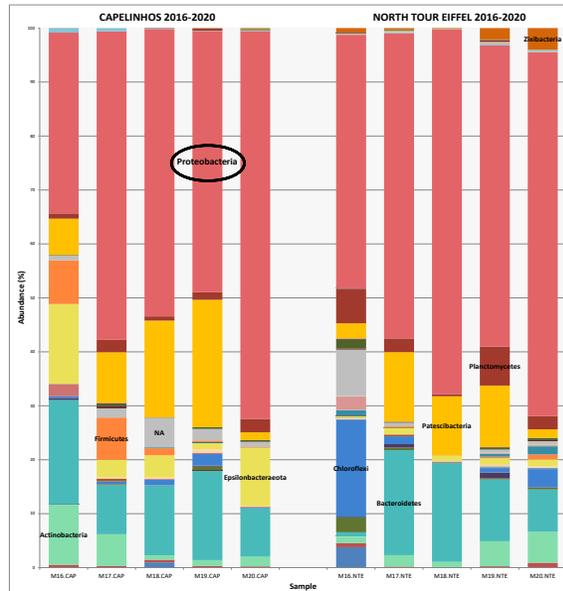


Figure 5. Relative abundance of the bacterial phyla present in the samples by site

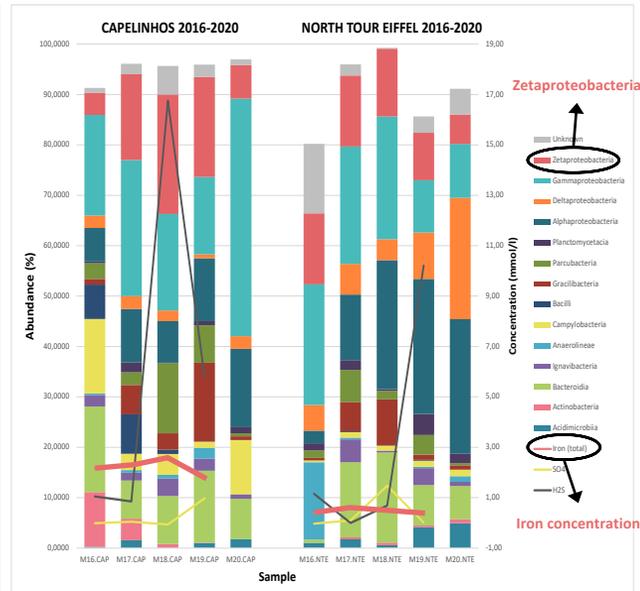
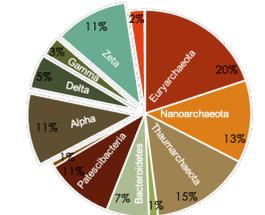


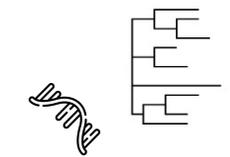
Figure 6. Relative abundance of the bacterial classes with >1% abundance by site and according to environmental parameters

4. FUTURE DIRECTIONS



Complete phylogenetical analysis by studying archaeal communities and in-depth study of diversity changes related with environmental variations

Figure 7. Microbial diversity in marine iron-rich microbial mats



Metatranscriptomic analyses to encounter the essential metabolic activities within the mats and discern which genes are related with them



Culture of mat samples to enrich FeOB and better characterize the iron oxidation metabolic pathways via proteomic analysis targeting iron oxidation

Figure 8. Culture trials of 2020 samples from CAP site



MECHANISTIC UNDERSTANDING OF DIAZOTROPH AGGREGATION: 'A ROLLING TANKS APPROACH'

F. Ababou, S. Bonnet, F.A.C Le Moigne

*Aix-Marseille University, CNRS, IRD, Mediterranean Institute of Oceanography (MIO), UM AMU 110,
13288 Marseille, FRANCE*

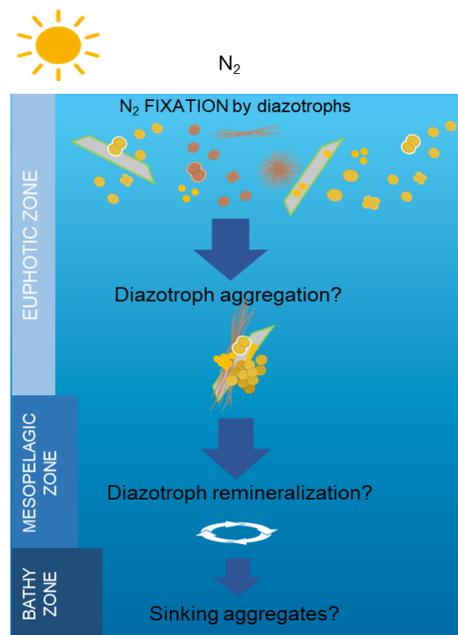
I. Context & scientific questions

The ocean's 'biological carbon pump' contributes to climate regulation by taking up and storing carbon dioxide (CO₂) from the atmosphere.

Diazotrophs are planktonic microscopic organisms thriving in most of our ocean, and play a potential role on the biological carbon pump.

In situ studies suggest that they are exported to the deep ocean, yet the processes involved in aggregation and sinking have never been studied :

1. What is the aggregation capacity of diazotrophs ?
2. What is the sinking velocity of the formed aggregates?



II. Methods : Simulating sinking of particles in Rolling Tanks

Cultures of diazotrophs were rotated in a rolling table for 4 days in darkness at 3 rpms.

We produced artificial aggregates from 3 groups of diazotrophs chosen due to their contrasting geometrical and biogeochemical characteristics :

- Filamentous, large-size, elongated shape
Trichodesmium and *Calothrix*
- Unicellular, small-size, round shape
UCYN-B and UCUN-C

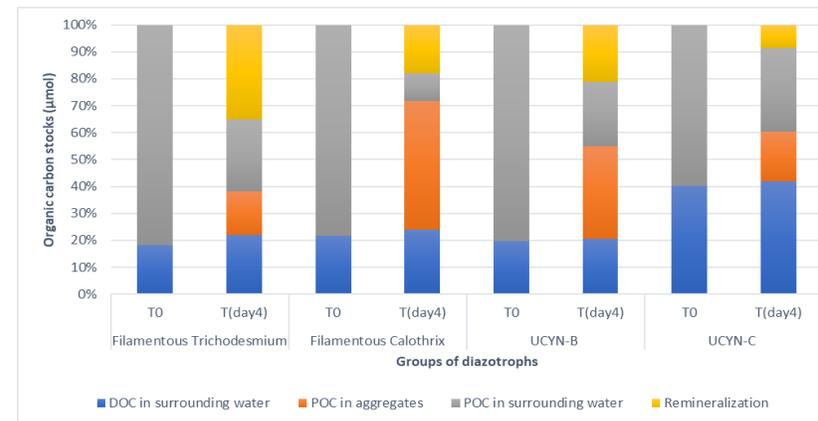


We measured biogeochemical parameters at Day 0 and Day 4

- Particulate and Dissolved Organic Carbon (POC and DOC)
- Nutrients (Nitrates and Phosphates)
- Sinking velocities of aggregates formed

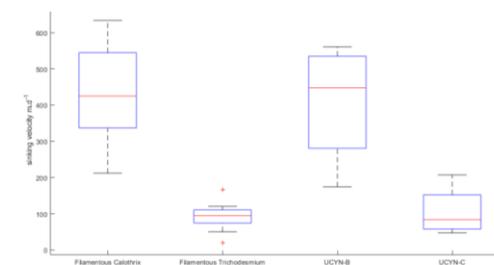
III. Results and Discussion

1. Aggregation capacity of diazotrophs



- All diazotrophs form aggregates but with different capacity: *Calothrix* > UCYN-B > UCYN-C > *Trichodesmium*.

2. Sinking velocity : Sedimentation capacity of diazotrophs



Calothrix : 433 m d⁻¹
Trichodesmium : 92 m d⁻¹
 UCYN-B : 408 m d⁻¹
 UCYN-C : 102 m d⁻¹

- Diazotroph aggregates sink (92 to 433 m d⁻¹) : *Calothrix* > UCYN-B > UCYN-C > *Trichodesmium*.

IV. Conclusion

We provide the first results of sinking velocity, size and shape descriptors of particles resulting from different diazotrophs. This will help our community to accurately parameterize, and therefore model and predict the role of diazotrophs on the biological carbon pump.

Nouvelles perspectives pour la mesure directe *in situ* des vitesses verticales océaniques dans les études à fine échelle

C. Comby¹, S. Barrillon, J.-L. Fuda, A. Doglioli, R. Tzortzis, G. Grégori, M. Thyssen, A. Petrenko

¹ Mediterranean Institute of Oceanography (MIO), Aix-Marseille Université,
UM 110, 13288 Marseille, France

Nouvelles perspectives pour la mesure directe *in situ* des vitesses verticales océaniques dans les études à fine échelle

CONTEXTE

Campagne FUMSECK 2019

6 stations vitesses verticales (w) en mer Ligure
4 jours d'échantillonnage

Déploiement de différents capteurs

ADCP : courantologie
CTD : hydrologie

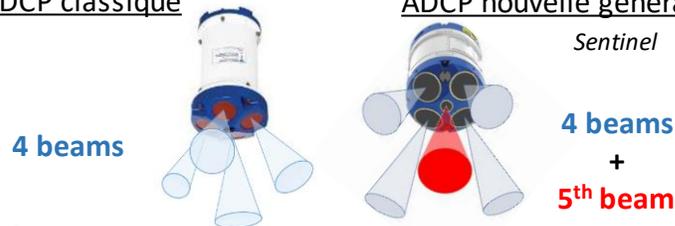
⚠ Très faible intensité des vitesses verticales en fine échelle (1-100 km, 1-10 jours)

MÉTHODE

Acoustic Doppler Current Profiler (ADCP)

Mesure acoustique de la vitesse des courants reposant sur le principe de l'effet Doppler.

ADCP classique ADCP nouvelle génération

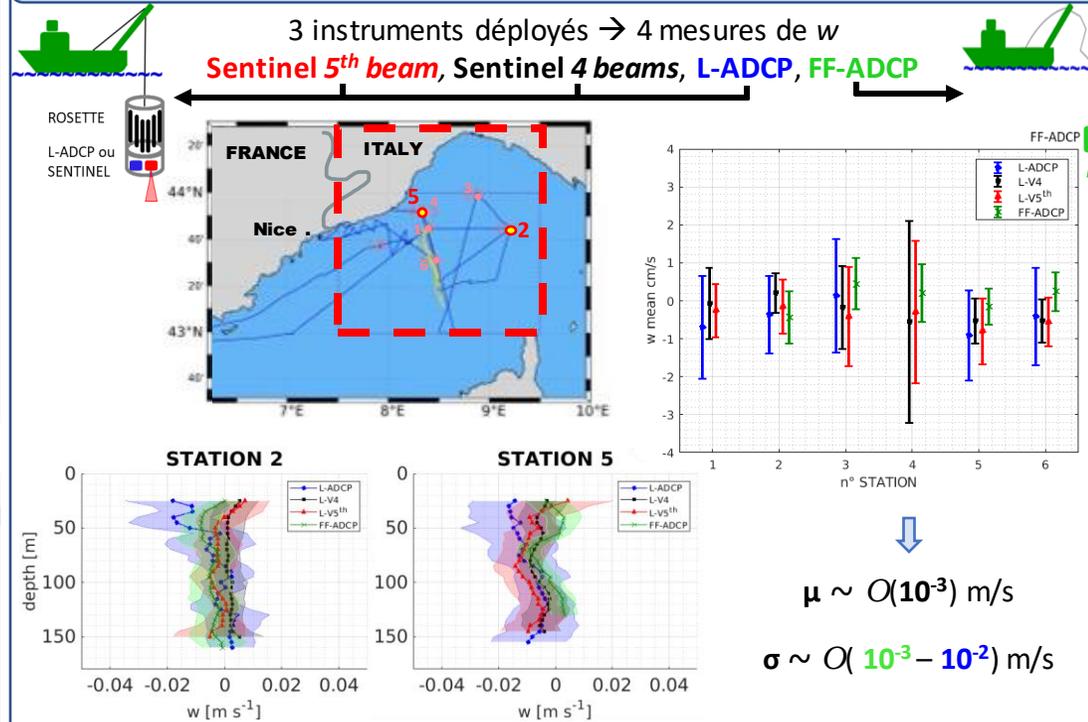


↳ mesure des profils de vitesse (u, v, w) sur la colonne d'eau après correction de la vitesse de l'instrument

Courants océaniques \Rightarrow trois composantes :

- u et v , vitesses horizontales
- w , vitesse verticale

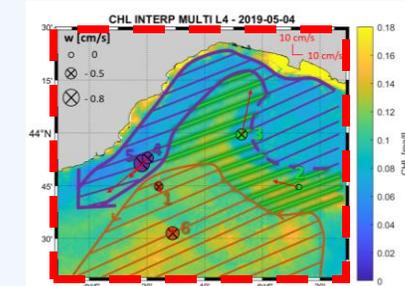
RÉSULTATS



- Technique **free-fall** très **peu sensible** aux conditions d'agitation
- **Sentinel 5th beam** plus précis qu'un ADCP classique

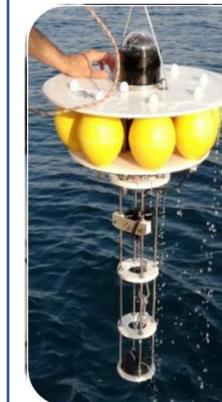
CONCLUSION

- \Rightarrow Mesure des vitesses verticales : $O(10^{-3})$ m/s \pm $O(10^{-2})$ m/s
- \Rightarrow Association *in situ* – télédétection : compréhension synoptique de l'hydrodynamisme dans la zone d'étude.
- \Rightarrow Recherche d'une précision optimale de la mesure de w par le déploiement des prototypes FF-Sentinel et VVP.



DISCUSSION

- Challenge technologique
 u et $v \Rightarrow O(10^{-2} - 10^{-1})$ m/s
 $w \Rightarrow O(10^{-3})$ m/s
- Bilan des incertitudes (angles d'attitude, vitesse instrumentale, u, v)



Nouvelle génération de mesures : développement de nouveaux prototypes : ADCP 5 faisceaux en chute libre FF-Sentinel
Vertical Velocity Profiler VVP

Comby et al.
Implementation of a new methodology for *in situ* measurement of vertical velocities.
Journal of Atmospheric and Oceanic Technology (in revision, 2021).

Récents progrès dans l'étude du couplage physique-biologie à fine échelle en Méditerranée

R. Tzortzis¹, A.M. Doglioli¹, S. Barrillon¹, A.A. Petrenko¹, F. d'Ovidio², L. Izard², M. Thyssen¹, A. Pascual³,
B. Barceló-Llull³, F. Cyr⁴, M. Tedetti¹, N. Bhairy¹, P. Garreau⁵, F. Dumas⁶, L. Bordoïis⁶, C. Comby¹,
L. Rousselet⁷, G. Gregori¹

¹ Aix Marseille Univ., Université de Toulon, CNRS, IRD, MIO, Marseille, France

² Sorbonne Université, CNRS, IRD, MNHN, Laboratoire d'Océanographie et du Climat : Expérimentations et Approches Numériques (LOCEAN-IPSL), Paris, France

³ IMEDEA (CSIC-UIB), Instituto Mediterraneo de Estudios Avanzados, Esporles, Spain

⁴ Northwest Atlantic Fisheries Centre, Fisheries and Oceans Canada, St. John's, NL, Canada

⁵ UMR 6523 CNRS, IFREMER, IRD, UBO, Laboratoire d'Océanographie Physique et Spatiale, Plouzané 29280, France

⁶ SHOM, Service Hydrographique et Océanographique de la Marine, 13 rue de Chatellier, CS592803, 29228 Brest, CEDEX 2, France

⁷ Scripps Institution of Oceanography, University of California, San Diego, CA, USA

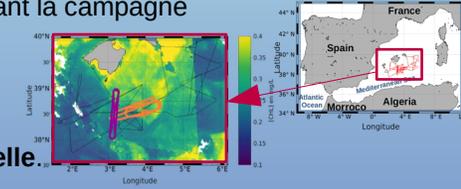
Contexte

- **Fines échelles** : Structures (fronts, tourbillons) de l'ordre de **10 à 100 km** sur l'horizontale et caractérisées par une **courte durée de vie** (jour/semaine).
- Principalement étudiées grâce aux **modèles numériques** et **observations satellites**.
- Les modélisations ont montré un **impact** des fines échelles sur les **processus biogéochimiques** et sur la **distribution du phytoplancton**.

Nécessité de mesures in situ

Matériel et Méthode

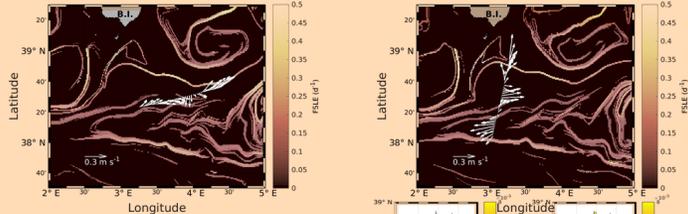
- **Stratégie d'échantillonnage Adaptative et Lagrangienne** durant la campagne PROTEVSMED-SWOT 2018.
- Identification de **2 types d'eau de [Chl]** différentes grâce à l'**observation satellite**.
- **Aller-retour du bateau** dans ces 2 masses d'eau.
- Echantillonnage à **haute fréquence spatiale et temporelle**.



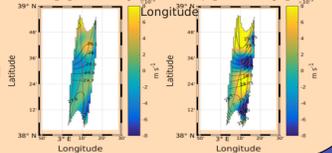
Résultats et conclusion

Hydrodynamique

- Identification d'une zone de **front** grâce aux **vitesse horizontales** mesurées par ADCP et aux **FSLE**.

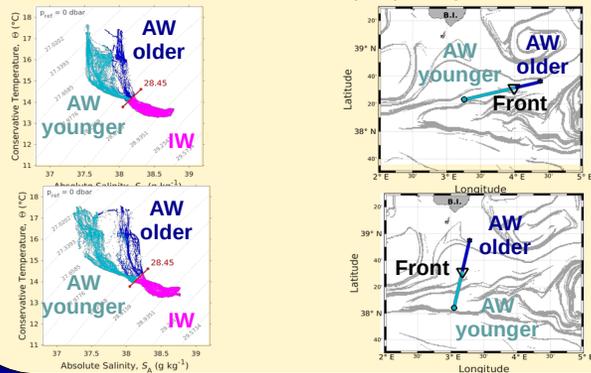


- Estimation des **vitesse verticales w** avec l'équation oméga (Hoskin et al., 1978).

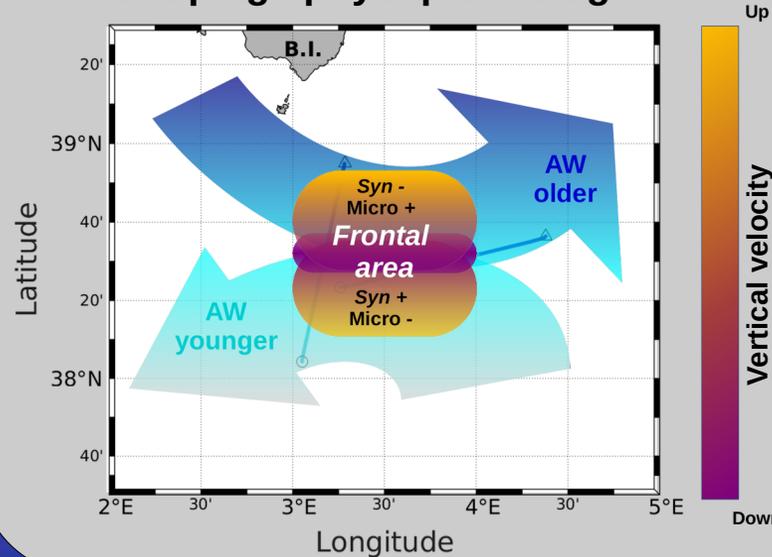


Hydrologie

- Identification de 2 types d'**Atlantic Water (AW)** à différents **stades de mélange en surface**, et d'une **Intermediate Water (IW)** en profondeur.



Couplage physique-biologie



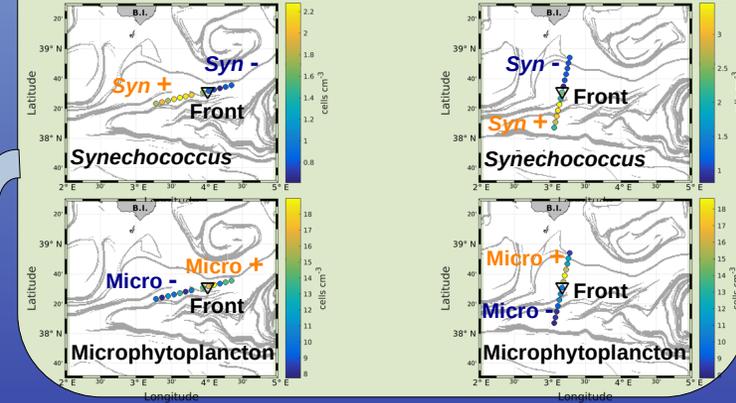
Conclusion

- Impact du front sur **distribution de phytoplancton**.
- **Rôle barrière** du front comme prédit par les modèles numériques des études antérieures.

Tzortzis, R., et al.; Impact of moderate energetic fine-scale dynamics on the phytoplankton community structure in the western Mediterranean Sea, Biogeosciences Discuss. [preprint], <https://doi.org/10.5194/bg-2021-38>, in review, 2021.

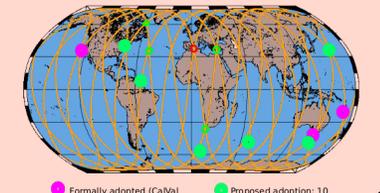
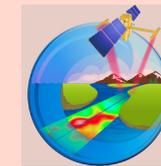
Biologie

- **Abondances de phytoplancton** différentes de part et d'autre du front.



Perspectives

- Opportunité pour l'étude des fines échelles : **satellite altimétrique SWOT 2023**.
- Initiative '**Adopt a SWOT crossover**' : encourage la communauté scientifique à organiser dans campagnes océanographiques dans les zones de crossovers, **avant et pendant** la mission SWOT.



Formally adopted (Ca/NaI plan): 4
Proposed adoption: 10

DINITROGEN FIXATION IN THE INDIAN OCEAN: AN INTER-BASIN AND INTER-MONSOON COMPARISON (DINDE)

Subhadeep Chowdhury¹, Arvind Singh², Sophie Bonnet¹, Mar Benavides^{1*}

¹Aix Marseille University, Université de Toulon, CNRS, IRD, MIO UM 110, 13288 Marseille, France

²Geosciences Division, Physical Research Laboratory, Navrangpura, Ahmedabad, 380009, India

Presenting author: subhadeep.chowdhury@mio.osupytheas.fr

*Corresponding author: mar.benavides@ird.fr

1. Introduction:

- N₂ fixation sustains productivity and CO₂ sequestration
- The Indian Ocean (IO) could be a hotspot
- But under-sampled and biogeochemistry not understood (Fig.1)
- Highly dynamic system: Asian monsoon
- Potential for yet unknown N₂ fixers (diazotrophs)

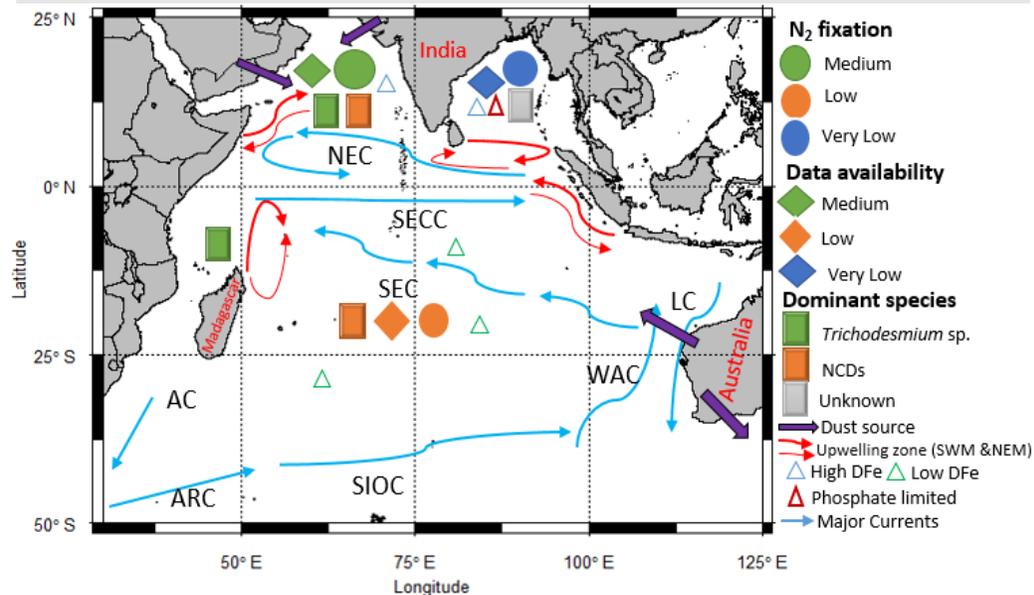


Fig.1: Summary of distribution of N₂ fixation, currents, biogeochemical parameters, data, dominant species, and dust source in the Indian Ocean (IO)

Major Currents: AC, ARC- Agulhas & Agulhas Return Current; SIOC- South Indian Ocean Current; LC-Leeuwin Current; WAC- West Australian Current; SEC, SECC- South Equatorial & South Equatorial Counter Current; NEC- North Equatorial Current

SWM: South West Monsoon; NEM: North East Monsoon

2. Objectives:

- Identifying knowledge gaps
- Distribution and diversity of diazotrophs
- Biogeochemical and metabolic controls

3. Approach:

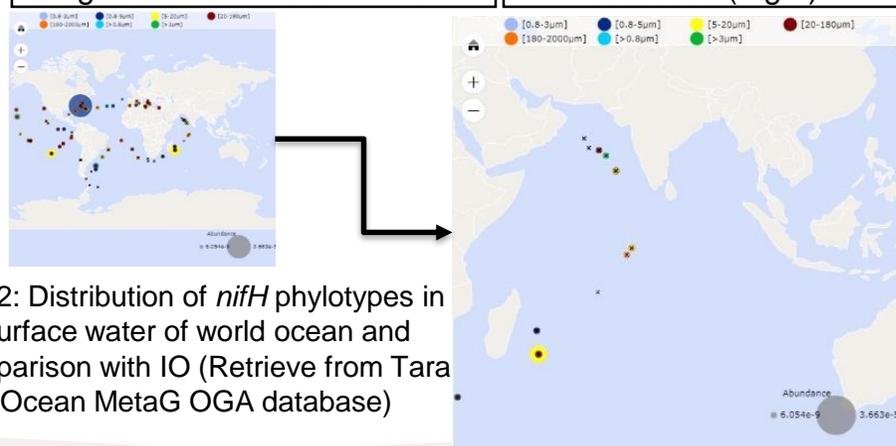
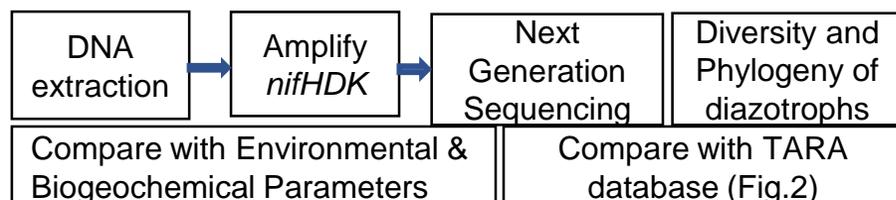
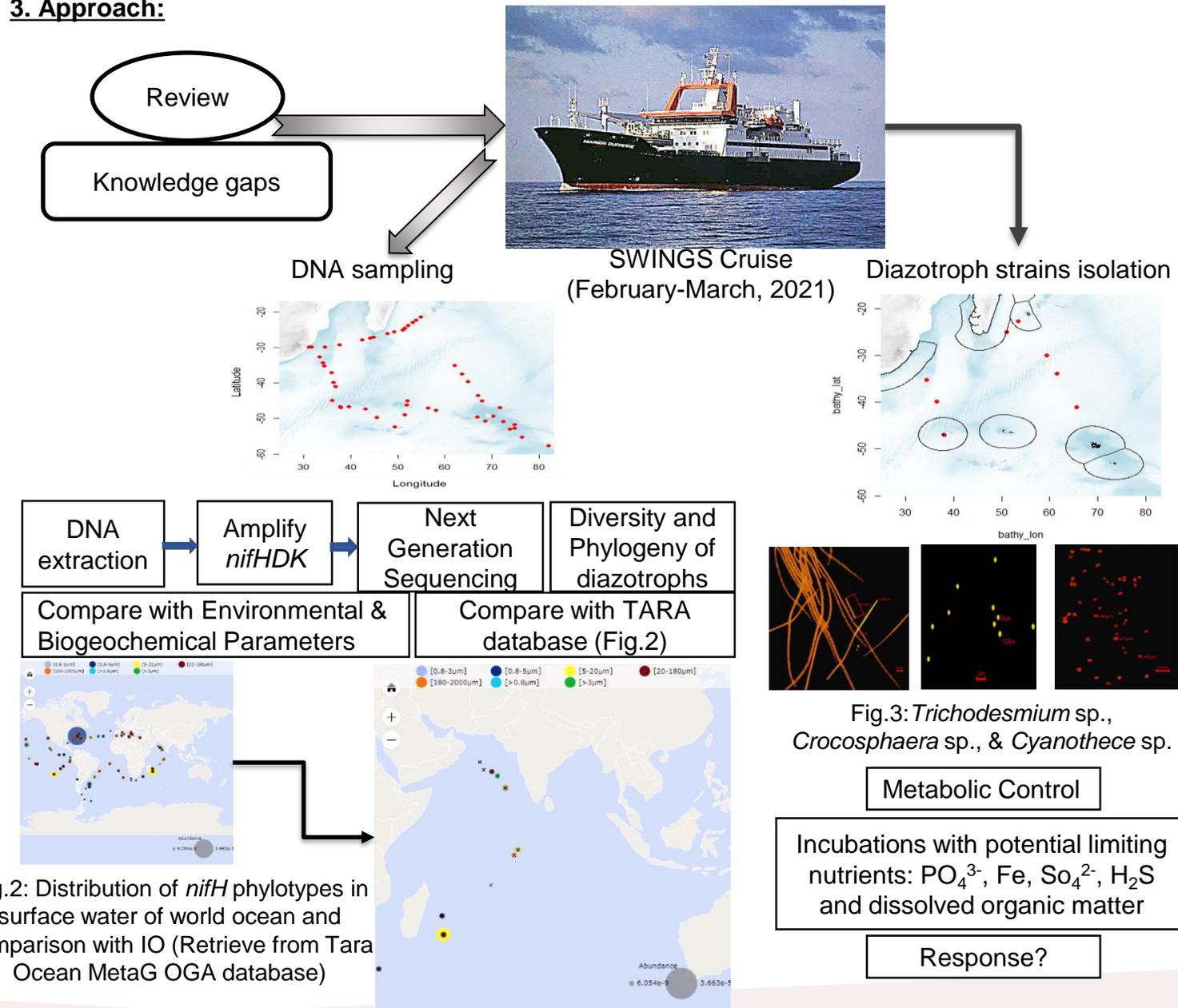


Fig.2: Distribution of nifH phylotypes in surface water of world ocean and comparison with IO (Retrieve from Tara Ocean MetaG OGA database)

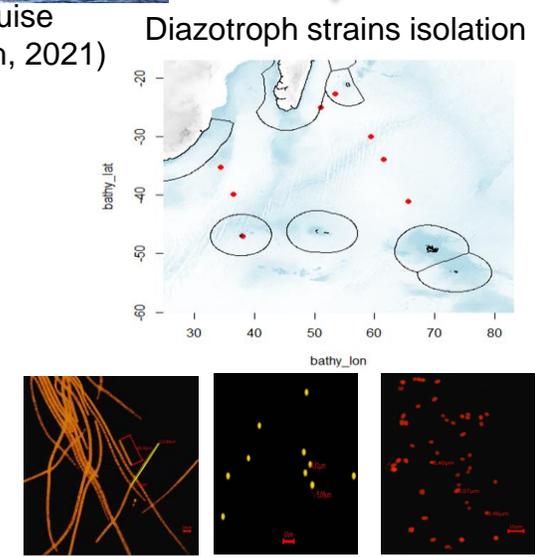


Fig.3: Trichodesmium sp., Crocosphaera sp., & Cyanothecce sp.

Metabolic Control

Incubations with potential limiting nutrients: PO₄³⁻, Fe, So₄²⁻, H₂S and dissolved organic matter

Response?



Merci à tous pour votre participation

Le comité d'organisation du congrès EDSE 2021

15-16 avril 2021