

ANODE

Webinar de restitution des résultats du projet

Session interactive Questions/Réponses

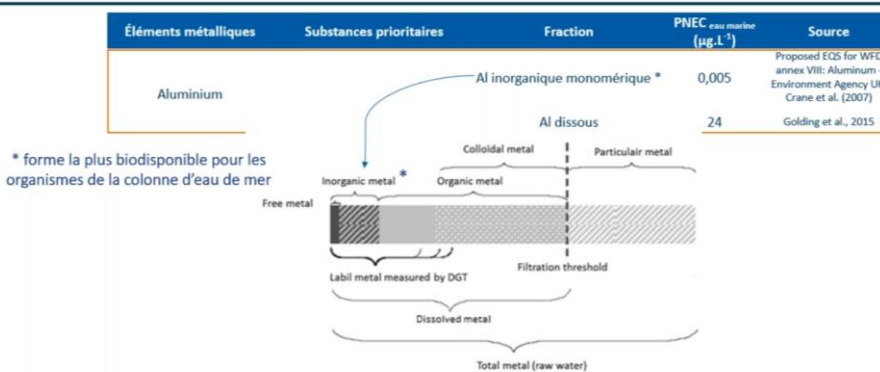


1- Qu'est-ce que l'aluminium "inorganique monomérique" ? Quelle proportion par rapport à l'Al total dissous ?

Il n'y a pas d'informations dans la littérature sur la proportion d'aluminium inorganique monomérique par rapport à la fraction d'Al total dissoute, et cette proportion peut varier selon les paramètres environnementaux. L'aluminium inorganique monomérique représente une petite proportion de la fraction totale d'Al dissous présent dans l'eau et une fraction encore plus petite de l'Al total présent dans l'eau. Dans l'eau marine, les éléments métalliques peuvent être présents sous différentes formes, différentes espèces, une représentation schématique est présentée ci-dessous (extrait de la présentation de Nais Julian). Ainsi, dans l'eau peuvent être présents des complexes comme le Chlorure d'aluminium, l'hydroxyde d'aluminium, le sulfate d'aluminium ainsi que l'aluminium en ions libres. La fraction de l'aluminium inorganique monomérique représente la fraction la plus biodisponible pour les organismes de la colonne d'eau.

Évaluation du risque chimique pour la colonne d'eau de mer

Étape 2: Collecte des seuils sans effet existants (PNECs)



* forme la plus biodisponible pour les organismes de la colonne d'eau de mer

Fig1: Représentation schématique des espèces métalliques mesurées en différentes fractions : eau brute, eau filtrée (fraction dissoute totale), et en utilisant la technique DGT (Gonzalez, 2017 ; Gourlay-France et al., 2010)

2- Quelle proportion d'Al dissous "disparaît" vers la Manche ouest ?

L'Al dissous ne stagne pas dans la zone et tout ce qui est relargué va être transporté à travers la frontière Ouest du domaine. Selon les courants résiduels connus de la zone, ces métaux seront ensuite advectés vers le Nord-Est dans la Manche puis en direction de la Mer du Nord. Si dans les simulations du modèle nous arrêtons par exemple d'injecter de l'aluminium dissous, tout disparaît en baie de Seine au bout d'un certain temps.

3- Comment avez-vous estimé les masses de métaux relâchées par pas de temps ?

Pour estimer cela, nous avons utilisé le standard DNVGL-RP-B401 pour les anodes galvaniques qui permet d'estimer la masse d'anode perdue à la fin de vie d'un parc (25 ans après installation), soit une estimation de 85 % de la masse des anodes qui est dissoute. Avec cette masse estimée sur une durée totale de 25 ans, nous avons pu faire une estimation de la masse relarguée par pas de temps de 30 secondes en considérant un relargage constant.

4- Est-ce que l'estuaire de la Seine est la seule source additionnelle de polluants métalliques ? On peut en effet imaginer que le trafic des navires marchands et leurs anodes soit une source additionnelle de polluants métalliques pour le site de Courseulles.

C'est essentiellement l'estuaire de la Seine qui va être la principale source d'apport naturel d'aluminium avec un panache assez important dans la baie de Seine. Au niveau des bateaux, nous aurons essentiellement des anodes en zinc. Les ports utilisent beaucoup d'anodes en aluminium mais cet aluminium va être plutôt piégé dans le sédiment des bassins avec peu de diffusion de panache dans la baie. L'estuaire de la Seine a un débit bien supérieur à celui d'autres estuaires comme par exemple celui de la baie des Veys. Donc comme l'estuaire de la Seine est le plus gros estuaire en baie de Seine, c'est lui qui apportera la plus grande quantité d'aluminium dans la baie. D'autres structures peuvent apporter des apports métalliques d'aluminium mais ces apports sont bien inférieurs aux apports naturels de la Seine. Nous avons un estuaire macrotidal avec beaucoup de matières en suspensions qui apportent naturellement une grande quantité d'aluminium, d'où la difficulté de faire la part des apports anthropiques de celles qui viennent des apports naturels.

5- Sachant que les parcs éoliens sont déjà en exploitation depuis plus d'une décennie notamment dans le Nord de l'Europe, est-ce qu'il existe des données de retour d'expérience sur ces sites : tests écotox, mesures in situ des métaux cibles dans les matrices d'intérêt (eau, sédiment, biote) etc...?

C'est une problématique assez française et récente mais dans tous les cas, ce n'est pas sur l'aluminium que l'on va avoir beaucoup d'informations. Cette question aujourd'hui sur l'aluminium est une question sociétale française surtout, car il ne faut pas oublier que l'aluminium est un élément naturel présent en grande quantité dans le sédiment marin. Dans les mesures chimiques faites dans le sédiment à l'échelle européenne, notamment dans le cadre de conventions comme la convention OSPAR, l'aluminium est un élément qui est utilisé comme référence pour normaliser les mesures des autres éléments chimiques dans le sédiment. Dans le cadre de la convention OSPAR, il n'y a pas de suivi spécifique sur les parcs éoliens. La diffusion d'aluminium n'est pas considérée à ce jour comme un problème majeur.

6- Les apports en aluminium de la Seine sont-ils uniquement naturels ? N'y a-t-il pas une part de rejets anthropiques liés au passage du fleuve dans de grandes villes ?

7- Les forts taux d'apport en aluminium de la Seine sont-ils comparables à d'autres fleuves/rivières ? Ce fort taux n'est-il pas dû à la pollution de l'eau de la Seine ?

Ce n'est pas un métal très présent dans les relargages des villes comme les eaux usées ou à des activités urbaines. D'autres éléments pourraient être relargués comme le zinc par exemple qu'on retrouve dans les toitures, les gouttières etc. Donc l'aluminium n'est pas vraiment une source anthropique associée aux estuaires en règle générale. C'est un élément issu d'abord de l'érosion naturelle. L'aluminium est certes très utilisé aujourd'hui dans différentes industries (comme par exemple les carrosseries) mais il faut savoir que l'aluminium est très recyclé aussi.

Donc on peut penser que la part anthropique de l'aluminium est bien inférieure à la part naturelle apportée par l'érosion des sols.

8- Si je saisis bien, l'introduction du parc dans le milieu ne modifie que de peu le dépassement de 1 pour le seuil PNEC/PEC (qui est dépassé par les apports de la Seine). Une estimation a-t-elle été faite du nombre de jours dans l'année de dépassement avec parc éolien, et sans parc éolien (pour comparaison) ?

Il manque des données de mesure des concentrations naturellement trouvées dans la baie de Seine. On a introduit donc une concentration en se basant uniquement sur les relargages issus de l'estuaire de la Seine. Avec ces estimations, nous avons pu comparer les ordres de grandeur entre les apports de la Seine et les concentrations estimées des relargages des anodes. Pour pouvoir évaluer avec précision le nombre de jour de dépassement des seuils en absence du parc, il faudrait avoir des mesures précises des concentrations dans la zone et des mesures qui soient faites dans le temps aussi.

9- Pourriez-vous préciser ce que vous entendez par le terme « naturels » à propos des apports métalliques relargués par la Seine ?

Ceci a été bien développé dans les réponses aux questions précédentes.

10- Dans le tableau récapitulatif présenté par Thierry Burgeot, il n'y a pas d'indication sur les apports naturels présents sur le site de Leucate. N'existe-t-il pas d'études concernant notamment les apports par le panache du Rhône ?

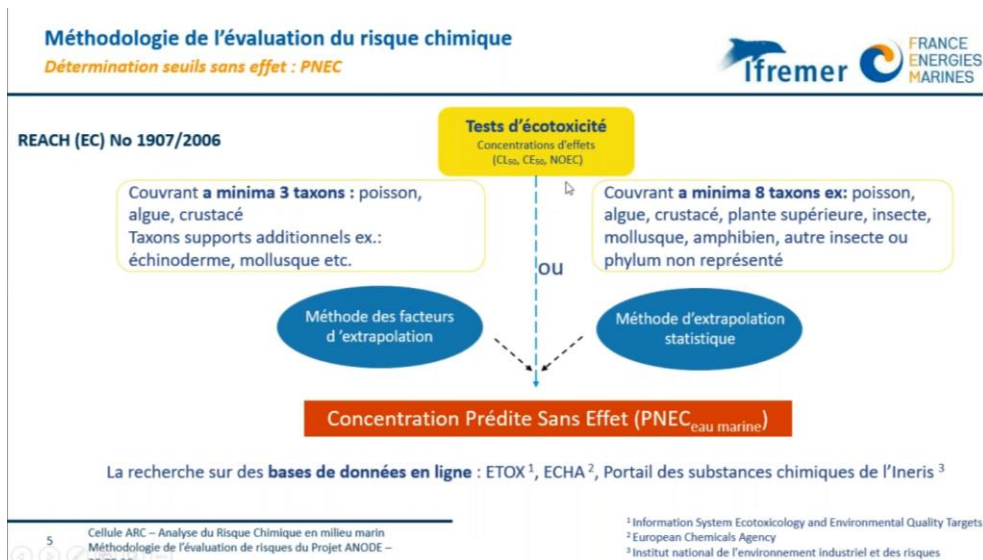
Oui il existe des travaux sur les apports chimiques dans le delta du Rhône en particulier mais nous n'avons pas eu le temps d'investiguer d'une manière approfondie l'exploitation de données issues du delta du Rhône pour le site de Leucate.

11- La PNEC a été évalué sur 14 jours maximum. Qu'en est-il pour un organisme benthique filtreur qui reste exposé pendant 365 jours par an et concentre les métaux dans ses tissus ?

Les PNEC ne sont pas définies sur un pas de temps. Il y a une petite confusion entre les données d'exposition obtenus par modélisation et les seuils PNEC.

L'évaluation des risques menée dans le cadre du projet ANODE concerne exclusivement la colonne d'eau avec un objectif de protection des organismes pélagiques. Car des données de modélisation d'exposition ont été produites uniquement pour ce compartiment (colonne d'eau). L'évaluation des risques, liés aux rejets de métaux par les anodes sacrificielles, pour le compartiment sédimentaire (visant la protection des organismes benthiques) n'a pas été abordée dans le cadre du projet ANODE. Mais effectivement pour compléter l'analyse de risque, il serait nécessaire d'évaluer le risque sur le compartiment sédimentaire et sur le biote également.

Pour rappel, la PNEC est basée sur un jeu de données d'écotoxicité comme expliqué lors de la présentation de Naïs Julian dont un extrait est présenté ci-dessous :



12- On peut effectivement considérer que l'approche est conservatrice vis-à-vis de la toxicité dans l'eau. Cependant, est-ce bien cohérent comme conclusion, sachant que cette étude n'a pas intégré la bioaccumulation des organismes vivants au sein de la chaîne trophique, notamment des prédateurs des espèces venant se fixer sur les monopiles ?

Pour les raisons expliquées en réponse à la question précédente, l'évaluation des risques menée dans le cadre du projet ANODE concerne exclusivement la colonne d'eau avec un objectif de protection des organismes pélagiques. L'évaluation des risques, liés aux rejets de métaux par les anodes sacrificielles, pour le compartiment « biote » (visant la protection des prédateurs supérieurs) n'a pas été abordée dans le cadre du projet. La bioaccumulation des métaux rejetés, tout au long de la chaîne trophique (qui représente un investissement en temps conséquent) n'entraîne ainsi pas dans les objectifs du projet ANODE.

13- A votre connaissance les apports dus au Rhône en aluminium en particulier sont-ils importants et comparables à ceux de la Seine ?

Ceci est lié aussi aux matières en suspensions dans l'eau. Nous n'avons pas les éléments comparatifs de la matière en suspension entre la Seine et le Rhône, si c'est identique ou différent. Cela dépend beaucoup des apports en aluminium des bassins versants. Il existe des données sur le Rhône puisque des projets de recherche ont été menés sur les apports du Rhône et la notion de débit va être aussi importante. Mais dans le projet ANODE, nous n'avons pas investigué ou réalisé un comparatif entre les apports du Rhône et de la Seine.

14- Est-ce qu'il vous paraîtrait pertinent de modéliser la dispersion des métaux des anodes du parc de Fécamp afin d'essayer d'évaluer les effets cumulés en Baie de Seine ? Et est-ce que cela aiderait à affiner la PNEC et la PEC ?

Il serait intéressant d'adapter le modèle pour englober les deux sites. Cela permettrait d'avoir des informations concernant un éventuel impact cumulé entre les deux sites concernant les rejets des anodes. De ce modèle adapté sortiront de nouvelles concentrations d'exposition (PEC) mais cela n'apportera pas plus d'éléments concernant les données de danger (PNEC) (propriétés intrinsèques d'une substance) utilisées dans le projet ANODE.

15- PNEC dépassé sur Leucate, concrètement, quelles conséquences pour la faune marine ? Avez-vous des données sur le type de fondation / quantité d'al. Au regard des données dispos sur la faune marine, pas de conclusion possible pour les risques pour les espèces benthiques ? En l'état actuel des connaissances, concernant les risques chimiques, ICCP (*Impressed Current Cathodic Protection*) ou anodes sacrificielles ?

La question du choix ICCP/anodes sacrificielles n'était pas l'objectif du projet ANODE. La question était d'abord de s'intéresser aux diffusions des anodes. Concernant les organismes benthiques, la réponse a déjà été apportée précédemment. On a essayé aujourd'hui de présenter une méthodologie d'évaluation des risques chimiques liés aux rejets des anodes présentent sur les parcs éoliens. On a insisté aussi sur les éléments manquants et les travaux nécessaires à mener pour affiner les développements de PNEC et de PEC via la réalisation d'essais en laboratoire (écotox) et sur le terrain.

16- Les fondations gravitaires (ou les flotteurs) en béton armé doivent-elles aussi être protégées par des anodes galvaniques ? Si oui, les quantités nécessaires sont-elles très inférieures à celles de fondations métalliques ? Les compositions de ces anodes sont-elles similaires ?

Les structures en béton offshore sont nécessairement en béton précontraints, donc armés de tiges acier prétendues. Le béton est un matériau poreux donc soumis à la corrosion. Ces structures nécessitent donc des protections cathodiques dû à la présence de barre en acier à l'intérieur. Cependant la quantité d'anode nécessaire est clairement moins importante. Si nous partons sur une structure gravitaire de la même taille qu'un monopieu prévu pour le site de Courseulles-sur-Mer (Je précise que ce genre de structure ne serait pas viable. Il faudrait l'agrandir afin d'avoir une vraie structure gravitaire, ceci n'est qu'un exemple à titre de comparaison), il faudrait environ 110 kg d'anode pour assurer sa protection cathodique (soit à peine 10% du volume d'ensemble). Quant à la composition, les anodes les plus utilisées à l'heure actuelle sont constituées d'un alliage d'aluminium (95% d'Al, environ 5% de Zn et d'autre métaux traces), les mêmes que pour les structures en acier.