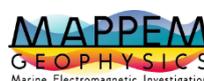


SPECIES

Webinaire de restitution des résultats du projet

Session interactive - Questions/Réponses

© Olivier Dugomay / Ifremer



QUESTIONS GÉNÉRALES

Les résultats peuvent-ils être extrapolés à la Méditerranée en l'absence de sites d'essais et d'espèces de cette zone ?

Il est important d'être très précautionneux avant de généraliser les résultats. Les contextes écologiques sont souvent différents (fonds sableux, rocheux, cailloutis, etc.), même entre des sites d'étude pouvant être géographiquement proches. Ce qui importe, c'est de mettre en œuvre une approche comparative avec des stations de référence offrant des conditions naturelles les plus proches possibles de la zone d'implantation du câble. On ne peut donc pas extrapoler les résultats sur la caractérisation des communautés colonisant les câbles en Atlantique à la Méditerranée (contrairement à la mesure du champ électromagnétique engendré par le câble qui, elle, dépend peu du contexte écologique).

Quels sont les impacts sur la population halieutique ?

Dans le cas du suivi de Paimpol-Bréhat, la zone est importante pour la pêche des crustacés (du homard, notamment) et la pose d'un câble et surtout des matelas de stabilisation en béton apportent un habitat supplémentaire propice aux homards. Pour autant, on ne peut pas mettre en évidence une augmentation de la production car l'habitat naturel (rocheux) autour du câble est déjà très favorable aux homards. Dans le cas d'une espèce peu ou pas mobile, qui ne pourrait donc pas être prélevée par la pêche, on pourrait observer un effet réserve sur sa biomasse. Dans le cas de Paimpol-Bréhat, l'activité de pêche est proscrite dans une zone de 200 m autour du câble.

Qu'est-ce que des espèces ingénieures ?

Il s'agit d'espèces structurantes qui créent un habitat à forte valeur écologique et/ou patrimoniale, généralement à forte biodiversité.

Pour plus d'informations, voir : Derrien-Courtel S. (coordinatrice) 2010. Faune et Flore benthiques du littoral breton. Listes d'espèces déterminantes pour la réalisation des fiches ZNIEFF-Mer et listes complémentaires. Document CSRPN Bretagne (validé le 28/10/2010), 61pp.

Au niveau du site de Paimpol-Bréhat, la crépidule, espèce introduite, était-elle présente avant la pose du câble ? Observe-t-on des différences d'abondance chez cette espèce depuis la pose du câble ?

Très clairement oui, la crépidule est présente dans ce secteur (Paimpol-Bréhat, baie de Saint-Brieuc) depuis 40 ans maintenant. Ce n'est donc pas la pose du câble qui est responsable de sa présence. De manière plus générale, dès lors qu'on immerge un substrat nu dans le milieu marin, il est susceptible d'accueillir des espèces introduites (en général opportunistes) et de contribuer à leur dissémination, sans pour autant induire de prolifération. Sur le site d'essais de Paimpol-Bréhat, les densités de crépidules et de l'ascidie *Styela clava* (autre espèce introduite) étaient plus élevées que celle de l'habitat naturel environnant pendant les deux ou trois premières années après la pose du câble et des matelas de béton, puis ont ensuite diminué jusqu'à un niveau comparable à celui du fond naturel.

Comment ont été analysés les quadrats photos à Paimpol-Bréhat : analyse manuelle ou automatisée ?

La méthode dite des points aléatoires a été employée. Au lieu d'analyser l'ensemble de la photo, un certain nombre de points est projeté sur la photo par ordinateur et une caractérisation taxonomique de l'organisme présent sous le point est effectuée manuellement. Dans le cadre de la thèse de Bastien Taormina, cette méthode a été optimisée : le nombre de points idéal pour caractériser les communautés photographiées a été déterminé. <http://dx.doi.org/10.1093/icesjms/fsz249>

Les matelas de béton semblent recouverts d'un revêtement pour certains d'entre eux. Connaissez-vous la nature de ce revêtement ?

Certains blocs externes des matelas sont en effet recouverts d'une peinture jaune qui est probablement une peinture de marquage qui sert de repère pour l'installation des matelas et vérifier leur position après la pose. Nous ne connaissons pas la composition de cette peinture. Il faudrait se rapprocher des fabricants des matelas de béton. Ce revêtement ne semble pas empêcher la colonisation biologique car un recrutement de balanes a été observé très rapidement après la pose des matelas, y compris aux endroits recouverts par ce revêtement.

Existe-t-il à chaque mise en place de câbles une zone d'exclusion définitive des activités notamment de la pêche ou d'activités type extractions de granulats ? Si oui (i) jusqu'où s'étendent ces zones d'exclusion autour des câbles (ii) est-ce que cela concerne à la fois les arts traînants et les arts dormants (iii) est-ce que cela concerne tous les types de câbles et conduites sous-marines (iv) si la pêche est autorisée sur certaines portions, cela peut-il avoir une influence sur les effets récifs/réserve ?

Les zones d'exclusion autour des câbles sont variables. Dans le cas de la zone de Paimpol-Bréhat, l'interdiction est de 200 m de part et d'autre du câble. Elle est de 500 m de part et d'autre des câbles

entre Jersey et le Cotentin. Des discussions existent afin d'organiser l'activité de pêche et le type d'engin pouvant être déployé sans problème.

Peut-on parler d'effet récif ? Les suivis sont réalisés sur les infrastructures introduites dans le milieu. Peut-il y avoir aussi des impacts indirects (déplacements, délaissements d'autres habitats, etc.) et est-il utile/envisagé de les étudier ?

On parle d'effet récif dès lors qu'une colonisation biologique a lieu sur un substrat qui mime un substrat dur naturel (récif). Sur le site de Paimpol-Bréhat, nous avons caractérisé l'effet *récif stricto sensu* puisqu'aucun courant électrique n'a circulé dans le câble et donc aucun autre impact ne s'est conjugué à cet effet récif.

Hormis l'impact indirect lié aux restrictions d'usages autour du câble de Jersey-Cotentin (effet réserve), nous n'avons pas étudié d'autres impacts indirects. Les éventuels déplacements ou délaissement d'autres habitats seraient, de notre point de vue, des impacts directs ; mais nous n'en avons pas identifié dans la littérature sur les câbles sous-marins.

Pouvez-vous préciser cet effet réserve en fonction du type de protection, de sol, de profondeur ? Cet effet réserve semble évident si des cavités, des cachettes sont créées. Est-ce toujours le cas ?

Cette question semble se référer plutôt à l'effet récif et au rôle d'habitat des structures de protection (matelas de béton ou autres) pour la mégafaune mobile. De manière générale, il est vrai que le potentiel d'habitat de ces structures artificielles sera d'autant plus important que la configuration physique des structures sera complexe, et offrira une grande diversité de niches écologiques (nombre, taille, forme, etc.).

Selon la profondeur, des algues pourront ou non s'y développer. Le milieu sédimentaire également aura un impact : dans des zones vaseuses, la structure pourra être envasée, empêchant la formation d'une faune et d'une flore fixée, entraînant également l'absence d'abris pour la faune mobile. Au contraire, dans une zone de sédiment plus dur, la structure pourra permettre la création d'abris plus complexes permettant l'installation d'une faune mobile diversifiée.

Peut-on conclure de ces expérimentations que la pose de câbles électriques favorise la diversification et la multiplication des espèces benthiques ? Peut-on s'attendre à la création de synergies positives sur les câbles de raccordement des futurs parcs éolien offshore prévus en Bretagne ?

L'augmentation de biodiversité benthique (le nombre d'espèces par exemple) sur les câbles électriques sous-marins posés n'est pas une règle générale, et dépend du contexte écologique naturel environnant le câble. On a observé plus d'espèces sur les structures de protection du câble de Paimpol-Bréhat que sur les fonds de cailloutis environnants car les coques de protection et les matelas de béton étaient moins soumis à la perturbation naturelle liée à la dynamique sédimentaire sur le fond (effet d'abrasion), elle-même liée à la force des courants marins sur cette zone. Dans le cas d'un câble posé sur un fond rocheux non perturbé, il n'y a aucune raison que le câble accueille une plus grande biodiversité.

Peut-on conclure de ces études que la présence du câble électrique n'a, à terme, pas d'impact significatif sur la faune et la flore marine (tant sur un substrat sableux que rocheux) ?

Globalement, les divers résultats acquis dans le cadre du projet SPECIES permettent d'avancer que les impacts sur la faune et la flore marines sont très limités (soit non significatifs par rapport aux conditions naturelles, soit très localisés dans l'espace et limités à quelques dizaines de centimètres). Toutefois, il faut souligner que nous n'avons pas pu mettre en œuvre l'ensemble des suivis espérés pour évaluer l'impact potentiel des champs électromagnétiques. A notre sens, le recul scientifique reste donc insuffisant pour écarter totalement le risque d'impact des champs magnétiques sur la faune et la flore marine.

Au regard des résultats présentés, quelles sont les mesures à prendre lors du relevage des câbles en fin de vie par rapport à la biodiversité fixée à la fois sur les fonds sableux et sur les fonds rocheux ?

C'est une question à laquelle il est encore difficile de répondre. En l'absence de risque lié à la libération de contaminants par le câble (ce qui semble désormais être le cas pour les techniques de fabrication actuelles), l'idéal serait de laisser sur place le câble en fin de vie, afin de ne pas détruire les communautés animales et végétales qui s'y sont établies progressivement. Cependant, la prise en compte des risques pour les autres usages (risque de croche pour la pêche professionnelle) obligera peut-être dans certains cas à retirer le câble en fin de vie.

Au niveau du site de Ouessant : y a-t-il eu un suivi de la mégafaune mobile ?

Non, et cela n'était pas prévu dans le cadre du projet SPECIES.

De manière générale, le rapport d'étude précise-t-il, pour chaque site étudié, le type de câble (DC/AC, intensité), la nature des fonds, la profondeur d'ensouillage, la présence de matelas de béton, les mesures physiques effectuées et les suivis biologiques mis en place dans le temps (notamment en fonction des périodes de production) ?

Oui, vous trouverez l'ensemble de ces informations dans le rapport de synthèse.

Les fonds marins sont-ils caractérisés en termes de géologie/géophysique marine ? (utilisation de données bathymétrique, sismique réflexion, carottages/forages, etc.)

Oui, les fonds marins font bien sûr l'objet de ces types de suivi avant l'installation des câbles, la sismique pouvant d'ailleurs occasionner des impacts pour la faune, dus aux perturbations acoustiques qu'elle génère.

Des suivis biologiques ont-ils été menés sur les sites de Ouessant et SEM-REV en phase d'exploitation ?

Un suivi des premières phases de colonisation biologique (recrutement des espèces d'invertébrés benthiques fixés) était prévu sur le site de Ouessant, mais aucune donnée n'a pu être acquise en raison

de la quasi-absence de courant électrique dans le câble (quelques périodes courtes de très faible production) pendant la durée du projet.

Sur le SEM-REV, les suivis biologiques ont été menés avant le branchement de l'éolienne flottante, mais devraient être poursuivis, maintenant que la phase d'exploitation a commencé.

A Ouessant, pourquoi ne pas avoir choisi un second site plus semblable à Porz Darlan en termes d'exposition à la houle et au courant ?

Nous avons souhaité valoriser les données acquises à Ouessant via les réseaux Rebent et DCE/DCSMM. Nous n'avons pas la possibilité (ni financière ni en termes d'agenda) d'effectuer un relevé sur un site supplémentaire. Aussi, il a été décidé de jouer la carte de la donnée disponible. Néanmoins, les différences s'expliquent, ce qui est essentiel.

Comment interprète-t-on les résultats sur les communautés d'algues en lien avec la présence du câble ? Certes les communautés sont différentes, mais alors ?

Pour le moment, les différences observées semblent essentiellement liées à l'effet « colonisation d'un nouveau substrat », plus que d'un effet « câble sous tension », surtout que le câble en question n'a été que très peu sous tension. Conclusion, dans l'idéal, il faudrait mener un suivi de long terme, afin (1) d'attendre l'obtention d'une communauté stabilisée (vs colonisation d'un nouveau substrat), ce qui prend du temps (plusieurs années), (2) d'effectuer des mesures sur un câble « réellement » et durablement sous tension.

Le protocole Rebent préconise en général 1 mm. Pourquoi un refus du tamis 2 mm ? Je me trompe peut-être ? Merci de votre retour.

Oui, le protocole Rebent et maintenant DCE préconise bien un tamisage sur une maille de 1 mm. Les habitats ciblés par ces programmes sont les sables fins plus ou moins envasés. Dans notre cas, nous avons travaillé sur des sables grossiers plus ou moins graveleux et un tamisage sur maille de 1 mm n'élimine quasiment pas de sédiment, ce qui conduit à des refus de tamis très volumineux (qui équivalent pratiquement à la totalité de la benne prélevée, soit entre 15 et 18 litres). Le temps associé au tri des échantillons s'en trouve par la suite fortement augmenté. Il est donc courant, sur ce type de sédiment, de travailler avec une maille de 2 mm. En réalité, nous avons fait un double tamisage, sur 2 mm et 1 mm et conservé le refus compris entre 1 et 2 mm. Cela nous a permis de vérifier, sur quelques prélèvements, que l'usage d'une maille de 2 mm, sur ce type d'habitat, permet de récolter plus de 90 % de la faune et de correctement décrire la biodiversité. Peu de nouvelles espèces sont présentes dans la fraction 1-2 mm, on y retrouve quelques individus d'espèces déjà présentes. Ce sont donc les abondances qui peuvent être légèrement modifiées.

Est-il possible de retrouver sur le site de France Energies Marines, les publications associées à ce projet ?

Les références seront disponibles dans le rapport du projet, lui-même bientôt disponible sur le site de France Energies Marines.

CÂBLES ET CHAMPS ÉLECTROMAGNÉTIQUES

Pourriez-vous préciser les dimensions et la nature des câbles du site d'essais SEM-REV ?

Le câble export a un diamètre de 9 cm et le câble dynamique a un diamètre de 11 cm. La différence de diamètre s'explique par la présence d'une double armure métallique interne dans le câble dynamique. Les deux câbles ont une tension de 20 kV. Le câble export a une capacité maximale d'export de 8 MW et le câble dynamique exporte une puissance de 2 MW.

L'ombilical est-il un câble dynamique ?

Le câble dynamique est aussi appelé câble ombilical. Lors de la campagne d'observation de la mégafaune mobile du projet SPECIES sur le site SEM-REV, le câble ombilical de l'éolienne Floatgen était entièrement posé sur le fond en attente de son raccordement. Actuellement, il est posé sur le fond sur environ 800 m puis la section dite "dynamique" permet de relier le fond marin à l'éolienne flottante, il traverse ainsi la colonne d'eau en formant des « vagues » grâce à des flotteurs disposés le long du câble.

Les courants parasites sont-ils étudiés ? Se produisent-ils malgré le bon gainage du câble ?

La présence de courant parasite dans les câbles électriques n'est pas étudiée sur le site d'essais du SEM-REV.

A-t-on observé des défauts d'isolement, même faibles, sur ces câbles ?

A ce jour, aucun défaut d'isolement dans les câbles électriques du site d'essais SEM-REV n'a été détecté.

Y a-t-il une différence entre l'émission d'ondes électromagnétiques d'un câble d'export et celle d'un câble dynamique d'éolien flottant par exemple (au-delà de la différence de puissance) ?

Attention, on ne parle pas d'onde électromagnétique mais de champ électromagnétique. Le champ électromagnétique émis par un câble dynamique ou par son prolongement ensouillé ou posé sur le fond est le même a priori. Il peut y avoir de petites différences liées à la résistivité du milieu (eau *versus* sédiments), mais les variations ne sont pas significatives a priori. Les différences dans les champs rayonnés dépendent essentiellement du type de courant (AC ou DC), mais aussi de la structure du ou des câbles.

A quelle distance d'un câble les instruments ne détectent-ils plus le champ électromagnétique généré ?

Cela dépend du courant qui passe dans le câble, de la structure du câble et de la précision de détection des instruments. Avec le matériel déployé par MAPPEM, la mesure des champs électromagnétiques a été possible jusqu'à une dizaine de mètres au moins. Les capteurs magnétiques sont sensibles jusqu'à

environ 10 picoTesla (le champ magnétique terrestre étant de 50 μ T). Les champs électriques peuvent être détectés jusqu'à environ 1 nV/m, ce qui est très faible.

Pourquoi, malgré la double armure du câble du SEM-REV, détecte-t-on un champ électromagnétique ?

La double armure métallique est faite principalement pour protéger le câble et l'isoler de l'eau. Elle isole donc des champs électriques, mais pas des champs magnétiques qui, étant très basses fréquences, traversent tout. Pour les contenir, il faudrait utiliser des matériaux fortement magnétiques (Mumétal) pour comprimer les lignes de champs à l'intérieur du câble, mais c'est très difficilement réalisable.

Le fait de faire une opposition de phases en torsadé ne réduit-il pas les champs électromagnétiques ?

Oui, les champs magnétiques rayonnés s'additionnent ce qui réduit le signal total. Mais les câbles ne sont pas parfaits (géométrie, constituants etc.). Il reste donc toujours du signal.

Comment pourrait-on obtenir la standardisation de la valeur de champs électromagnétiques ? Via des formules analytiques, des modèles ?

La standardisation n'est pas évidente, car le câble est une structure complexe (torsadé, différents matériaux, différents diamètres, etc.). Il est possible de réaliser des modélisations simples, mais elles sont très non-linéaires. Les modèles doivent encore être affinés en évitant l'écueil d'une trop grande simplification. Une solution pourrait être également d'établir des abaques en fonction du type de câbles plutôt que des formules.

Comment procède-t-on pour mesurer les champs électromagnétiques des câbles ombilicaux dans la colonne d'eau ?

Réaliser des mesures dans la colonne d'eau est compliqué à mettre en œuvre car les câbles bougent, et l'instrument de mesure va également bouger dans la colonne d'eau. Le mieux est d'effectuer des mesures sur le fond. Les signaux seront les mêmes ou presque (si le câble est identique), et le câble et l'instrument seront statiques.

Le champ électrique induit par le champ magnétique dépend-il de la salinité ?

Oui. Plus précisément de la conductivité (qui dépend également de la température, notamment).

CHAMPS ÉLECTROMAGNÉTIQUES ET FAUNE

Le champ magnétique est-il uniforme dans le bassin d'expérimentation des juvéniles de homards ?

Oui, les champs électromagnétiques créés artificiellement entre les bobines d'Helmholtz étaient homogènes au cœur du dispositif et l'aquarium dans lequel les juvéniles de homard étaient exposés était positionné dans cette zone de champ homogène.

Les tests d'exposition ont-ils été faits en journée ou la nuit ?

L'expérimentation a été réalisée en journée car l'objectif était d'étudier le comportement de mise à l'abri d'un homard. Cette espèce étant nocturne et donc active la nuit, elle est plus encline à rechercher un abri en journée.

Pourquoi travailler sur des juvéniles de homards plutôt que des adultes ?

L'idéal aurait été de faire les deux mais ce n'était pas possible d'un point de vue logistique et budgétaire. Les juvéniles ont été privilégiés car il existe un manque de connaissances scientifiques sur ce stade de vie chez les crustacés. C'est également plus simple de travailler avec de petits individus.

L'étude sur les juvéniles de homard est intéressante, mais sont-ils sensibles plus âgés à l'instar de la langouste ? Il faudrait donc connaître les espèces magnéto-sensibles et en savoir plus sur le lien de l'âge.

Nous ne savons rien de la potentielle capacité de magnétoréception des homards à l'heure actuelle. Il existe un important déficit de connaissances fondamentales sur la magnétoréception des organismes marins, et encore plus sur leur potentiel évolution au cours d'un cycle de vie. Ceci constitue donc un axe de recherche prioritaire pour mieux appréhender les impacts potentiels des champs électromagnétiques.

Tous ces travaux sont essentiellement concentrés sur les milieux rocheux et les enrochements. Les résultats sur les langoustes sont édifiants pour une espèce utilisant "peu" les champs magnétiques. Dispose-t-on de connaissances (ou des études sont-elles envisagées) sur les zones d'ensouillage, notamment sur l'impact de ces structures sur les populations des fonds meubles utilisant particulièrement les champs électromagnétiques (élastomobranches) ?

Tout d'abord, il faut savoir que la langouste des Caraïbes utilise couramment le champ magnétique naturel terrestre pour faire de longues migrations. Concernant l'étude montrant une répulsion des individus de grande taille, les résultats sont à prendre avec des pincettes car le nombre de langoustes étudiées est assez faible. De plus, un effet observé en laboratoire ne se traduit par forcément par un impact significatif sur la population en milieu naturel. Concernant les élastomobranches, qui sont électrosensibles, certaines études ont été réalisées, dont les travaux du projet COWRIE portant sur plusieurs espèces de raies et sur la roussette. L'expérimentation réalisée *in situ* en milieu marin consistait à maintenir les individus dans des cages de grande taille dans lesquelles passait un câble

alimenté, ou non. L'étude n'a pas pu conclure à un effet de répulsion ou d'attraction, seuls des comportements individuels ont été observés. Des travaux sont également en cours dans le cadre de la thèse de Luana Albert afin d'étudier plus précisément la réponse des élasbranchés à la présence de champs magnétiques artificiels.

Au regard de l'implantation longue des câbles, avez-vous ou allez-vous mener des études d'une plus longue durée sur les homards ? 1 mois d'exposition, 6 mois, 1 an ?

Ces études ne sont pas prévues pour l'instant, mais effectivement des expositions plus longues pourraient être intéressantes à étudier.

Existe-t-il des études sur l'effet d'un champ électromagnétique sur la croissance des organismes benthiques (donc avec des individus exposés pendant des semaines, mois, voire années) ?

Il n'existe pas d'études sur des temps d'exposition aussi long. Certaines études se sont néanmoins focalisées sur des jeunes stades de vie de poissons d'eau douce (brochet et truite arc-en-ciel) avec des expositions de plusieurs dizaines de jours, sans montrés d'impacts significatifs sur leur croissance et leur développement, voir :

Fey, D.P., Greszkiewicz, M., Otremba, Z., Andrulewicz, E., 2019a. Effect of static magnetic field on the hatching success, growth, mortality, and yolk-sac absorption of larval Northern pike *Esox lucius*. *Sci. Total Environ.* 647, 1239–1244. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2018.07.427>.

Fey, D.P., Jakubowska, M., Greszkiewicz, M., Andrulewicz, E., Otremba, Z., Urban-Malinga, B., 2019b. Are magnetic and electromagnetic fields of anthropogenic origin potential threats to early life stages of fish? *Aquat. Toxicol.* 209, 150–158. <https://doi.org/10.1016/j.aquatox.2019.01.023>.

Pour la coquille Saint-Jacques, si l'amplitude de ses réactions (agression, nourriture) n'est pas affectée, on note d'une manière générale que son activité est fortement réduite lors de l'exposition à un champ magnétique. Qu'en sera-t-il sur le long terme ?

Nous ne savons pas. Cette baisse d'activité peut correspondre à une réponse défensive. Quelque chose se passe et elle attend. Donc sur le long terme, soit elle va chercher à fuir la zone si elle est vraiment dérangée par les variations, soit elle va s'accoutumer et reprendre une activité « normale ».

La présence de champs électromagnétiques peut-elle avoir un impact sur le développement, la reproduction des crustacés et bivalves ?

Il n'est pas encore possible de répondre à cette question faute de suffisamment d'expérimentations. Mais une thèse en cours s'intéresse justement à l'effet des champs magnétiques sur de nombreuses espèces (raie, moule, seiche, couteau) en milieu contrôlé. Co-encadrée par TBM Environnement et le LEMAR, elle est réalisée par Louana Albert qui a également signé une synthèse bibliographique sur les effets potentiels des champs électromagnétiques (voir référence ci-dessous).

Pour les crustacés, les études portent surtout sur le tourteau, l'écrevisse américaine, le crabe jaune ou le crabe de Dungeness, notamment. Ce sont essentiellement des réponses comportementales qui ont été étudiées : attraction/répulsion, modifications comportementales ou indicateurs de stress. Pour les

mollusques, les études portent essentiellement sur la limace de mer *Tritonia tetraquetra* qui présente une sensibilité aux champs.

Quel est le titre de l'étude d'Albert *et al* 2020 ?

Albert, L., Deschamps, F., Jolivet, A., Olivier, F., Chauvaud, L., & Chauvaud, S. (2020). A current synthesis on the effects of electric and magnetic fields emitted by submarine power cables on invertebrates. *Marine Environmental Research*, 159, 104958.

Avez-vous connaissance dans la littérature scientifique d'effets des champs électro-magnétiques artificiels sur le comportement d'espèces de poissons ? Sur les espèces migratrices, en particulier ?

Le projet SPECIES s'est focalisé sur le benthos car il comprend des espèces présentes sur les fonds marins et peu ou pas mobiles, donc potentiellement plus impactées par les champs électromagnétiques.

Concernant les élaémobranches qui sont connues pour être électrosensibles, il existe quelques références, dont les travaux de l'étude COWRIE portant sur plusieurs espèces (la raie *Raja clavata*, le requin *Squalus acanthias* et la petite roussette *Scyliorhinus canicula*). L'expérimentation réalisée *in situ* en milieu marin consistait à maintenir les individus dans des cages de grande taille dans lesquelles passait un câble alimenté. L'étude n'a pas pu conclure à un effet de répulsion ou d'attraction, seuls des comportements individuels ont été observés.

Concernant les espèces de poissons migrateurs, une étude suédoise a montré qu'un câble traversant la Mer Baltique (130 kV ; AC) ralentissait la vitesse de nage de l'anguille européenne (*Anguilla anguilla*) mais ne modifiait pas sa trajectoire de migration vers le sud.

Référence : Gill, A.B., Huang, Y., Gloyne-Philips, I., Metcalfe, J., Quayle, V., Spencer, J. & Wearmouth, V. (2009). COWRIE 2.0 Electromagnetic Fields (EMF) Phase 2: EMF-sensitive fish response to EM emissions from sub-sea electricity cables of the type used by the offshore renewable energy industry. Commissioned by COWRIE Ltd (project reference COWRIE-EMF-1-06).

La sensibilité des bars au stade larvaire (entre J+30 et J+40) et juvénile a-t-elle fait l'objet d'étude ?

On sait que les juvéniles de bar ont des chémorécepteurs qui leur permettent de trouver des zones favorables pour se développer. Mais sont-ils également sensibles aux champs magnétiques ? Pour l'heure, cela n'a jamais été démontré. Il convient en effet de se focaliser sur des espèces qui sont les plus à risque et les plus potentiellement exposées aux champs électromagnétiques. La durée d'exposition est très importante dans l'évaluation du risque. C'est pour cela que les études se concentrent sur les espèces évoluant près ou sur le fond durant une grande partie de leur cycle de vie. La phase larvaire du bar commence loin de la côte avant de se poursuivre en estuaire, parfois très en amont dans des eaux proche d'une salinité nulle. Si impact il y a au cours de leur dérive, il est très court.