

Raccordement des Îles-de-la-Madeleine  
au réseau de transport d'électricité

# Impact des champs électriques et magnétiques générés par les câbles sous-marins sur le homard et le crabe des neiges

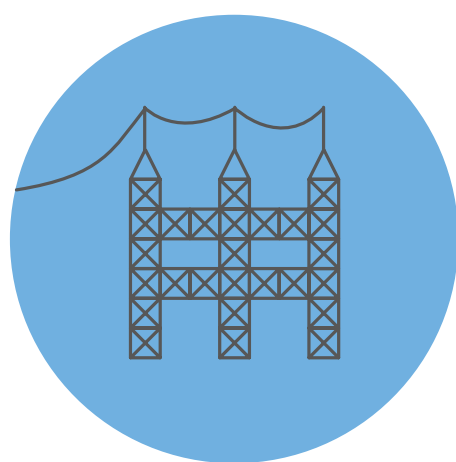


## Résumé du projet

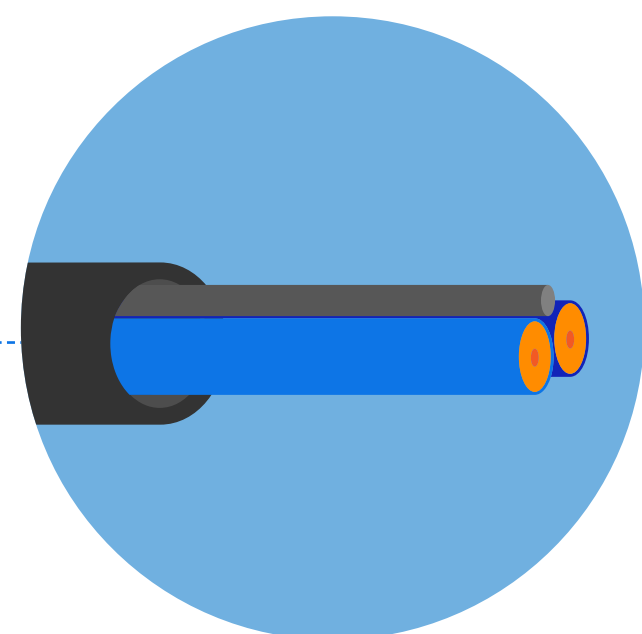
Le projet consiste à relier les postes électriques de Percé (Gaspésie) et de Cap-aux-Meules (Îles-de-la-Madeleine) au moyen d'une ligne sous-marine, entre les deux rives, et souterraine, entre les rives et les postes. Une fois le projet terminé, la centrale thermique des Îles-de-la-Madeleine sera utilisée pendant les pointes en hiver et pendant la réparation ou la maintenance de la ligne.

La partie sous-marine de la ligne aura une longueur d'environ 220 km et sera composée de deux câbles à courant continu de 160 kilovolts (kV) et d'un câble de fibre optique. L'intensité moyenne annuelle du courant sera de 234 ampères (A) avec des pointes de 461 A pendant quelques heures.

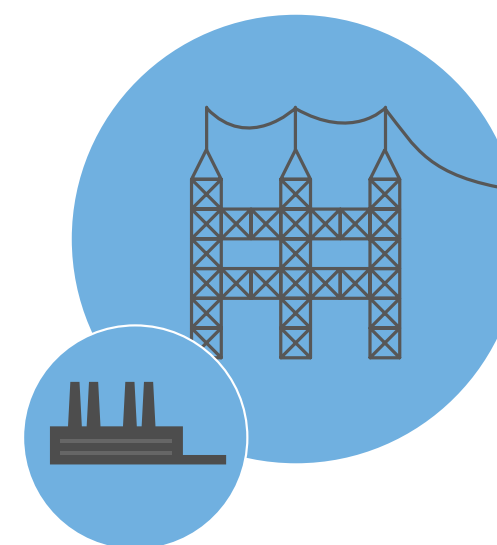
Poste électrique  
de Percé



Ligne composée de deux  
câbles à courant continu  
de 160 kilovolts (kV) et  
d'un câble de fibre optique



Poste électrique  
et centrale  
thermique de  
Cap-aux-Meules



## Réduction des émissions de gaz à effet de serre

Actuellement, la centrale thermique :

consomme

**36 millions**

de litres de mazout  
lourd chaque année;

émet

**35 %**

des émissions directes  
de gaz à effet de serre (GES)  
d'Hydro-Québec.

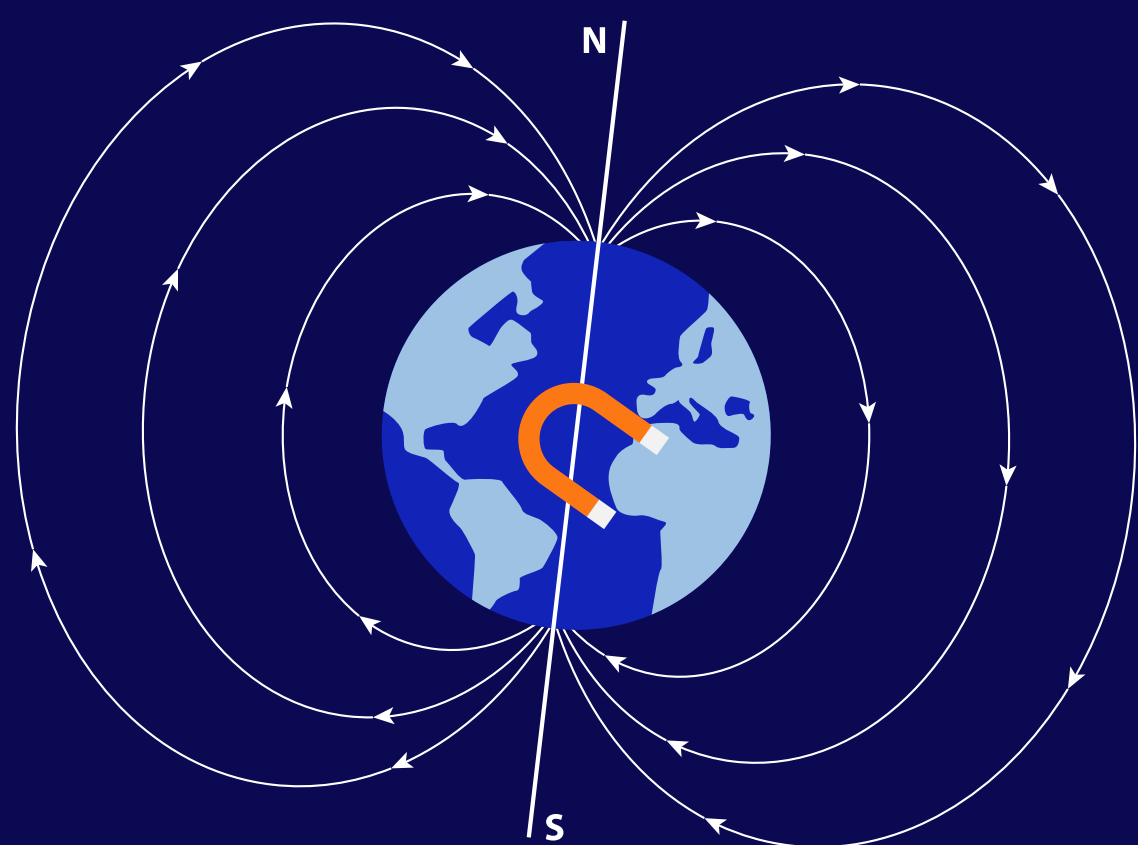
Le raccordement  
au réseau permettra  
de réduire les GES

**de 94 %.**

# Champ magnétique terrestre

Le champ magnétique terrestre est présent partout dans l'environnement. Il varie de 25 microteslas ( $\mu\text{T}$ )\* à 60  $\mu\text{T}$  selon les endroits et connaît de faibles variations tout au long de l'année.

Le champ magnétique terrestre est de 53,31  $\mu\text{T}$  à Percé et de 52,47  $\mu\text{T}$  à Cap-aux-Meules. Entre les deux, il est d'en moyenne 52,83  $\mu\text{T}$  et varie d'environ 0,1  $\mu\text{T}$  par an.

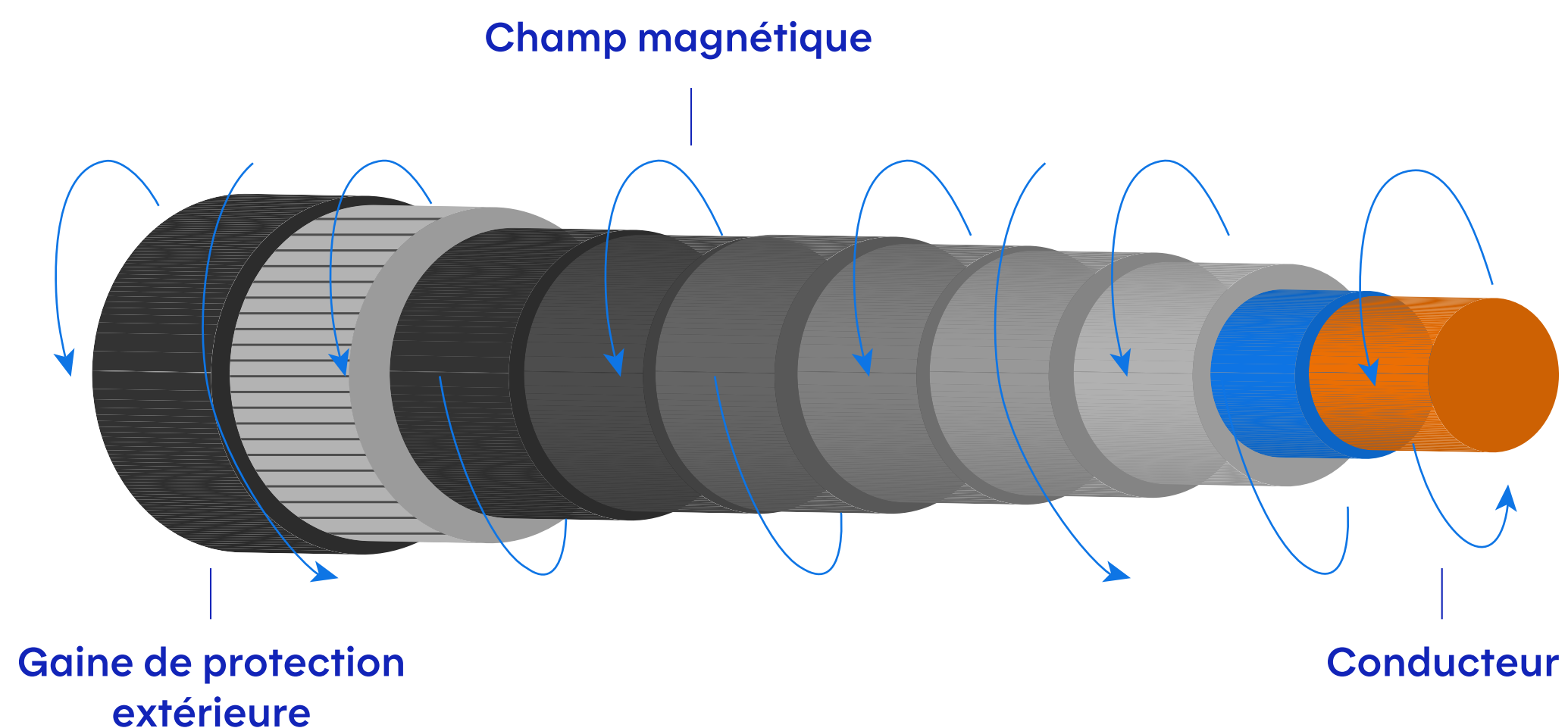


\* L'unité de mesure des champs magnétiques est le tesla (T).  
Un microtesla ( $\mu\text{T}$ ) représente un millionième de tesla.

# Champ magnétique des câbles sous-marins

Le courant continu qui circulera dans les câbles produira un champ magnétique qui modifiera le champ magnétique terrestre à proximité des câbles.

Les migrations saisonnières observées chez certaines espèces de crabes et de homards suggèrent que ces crustacés sont capables de détecter des variations du champ magnétique et de les utiliser pour s'orienter. Toutefois, aucune étude n'a montré que des câbles en fonction entraînent des répercussions écologiques significatives sur les populations des espèces marines.



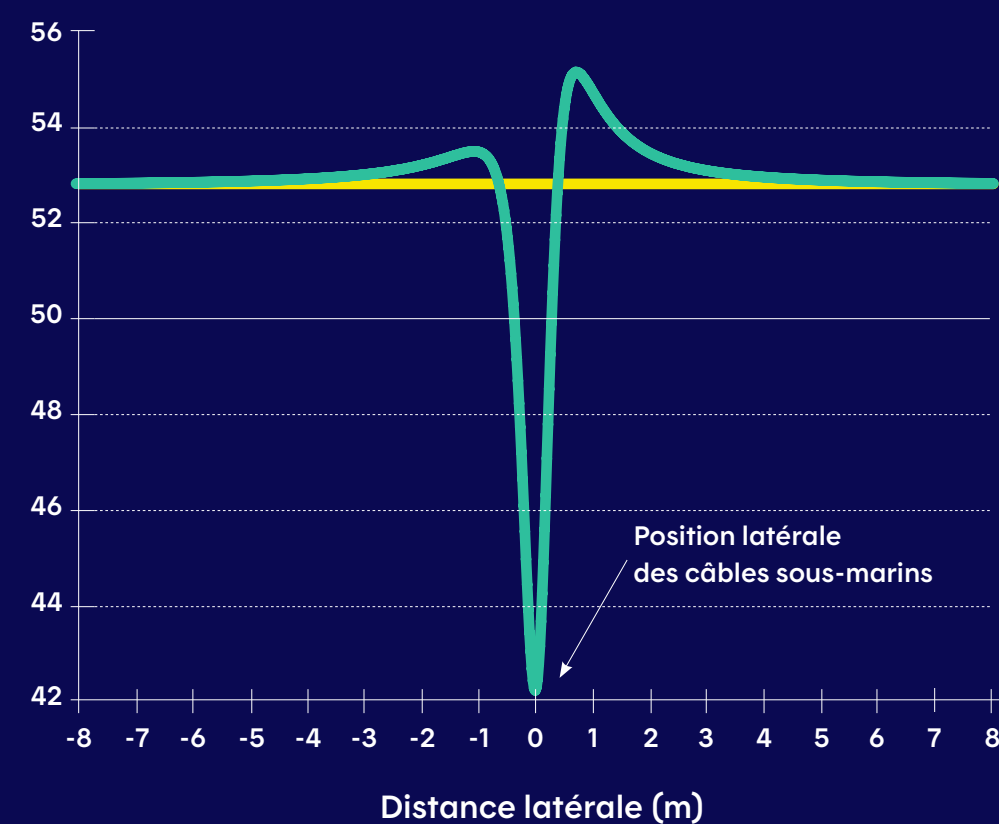
## Effet des câbles sur le champ magnétique terrestre

Le champ magnétique créé par le courant continu qui circulera dans les câbles modifiera localement le champ magnétique terrestre. Plus l'intensité du courant circulant dans les câbles sera élevée, plus ce nouveau champ magnétique sera important.

Cette modification du champ magnétique terrestre restera toutefois très localisée. Ainsi, pour l'intensité moyenne du courant prévue, soit 234 A, l'effet des câbles sera semblable aux variations naturelles du champ magnétique terrestre à 6 m et plus des câbles.

À moins de 6 m de la ligne, l'effet du champ magnétique généré restera globalement minime, car l'enfouissement ou le recouvrement des câbles aura pour effet de tenir les organismes marins loin de la zone où la perturbation sera la plus importante. De plus, la modification du champ magnétique sera surtout très localisée au-dessus des câbles. Le CM émis au-dessus des câbles ne dépassera pas  $12 \mu\text{T}$ , pour une intensité de 234 A et un recouvrement de 0,5 m. Cela aura pour effet de faire varier le CM total autour des câbles de  $42,58 \mu\text{T}$  à  $55,13 \mu\text{T}$ .

Champ magnétique à une hauteur de 0,5 m du câble avec la composante du champ magnétique terrestre ( $\mu\text{T}$ )



— Profil du CM total ( $I = 234 \text{ A}$ )  
— CM terrestre  $52,83 \mu\text{T}$

## Effet du champ électrique induit

Le champ électrique produit par les câbles sera confiné à l'intérieur de la gaine protectrice isolante dont ils sont munis. Un faible courant électrique pourra toutefois être induit par la circulation d'un élément conducteur, comme un courant marin ou un poisson, dans le champ magnétique généré par les câbles.

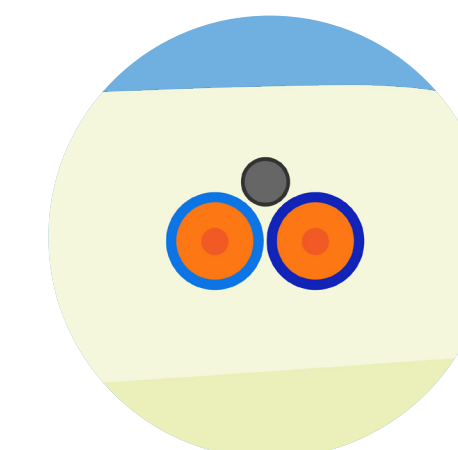
La capacité de détection des champs électriques par les crabes et les homards n'est pas démontrée à ce jour. L'intensité du champ électrique induit par les câbles sera faible et diminuera très rapidement en s'éloignant des câbles. Par conséquent, les champs électriques induits n'auront pas d'effets notables sur les populations de crabes et de homard.

## Ligne enfouie par forage ou recouverte le long du tracé

Dans les deux zones côtières et jusqu'à environ 10 m de profondeur, les câbles passeront par un trou de forage pouvant atteindre 60 m de profondeur.

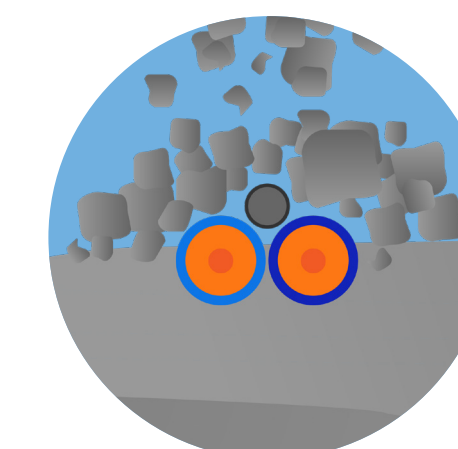
Dans la zone marine, au-delà de 10 m de profondeur, les câbles seront enfouis sous environ 0,5 m de sédiments ou recouverts par un enrochement d'environ 0,5 m d'épaisseur ou, exceptionnellement, par un matelas de béton.

## Câbles enfouis sous 0,5 m de sédiments

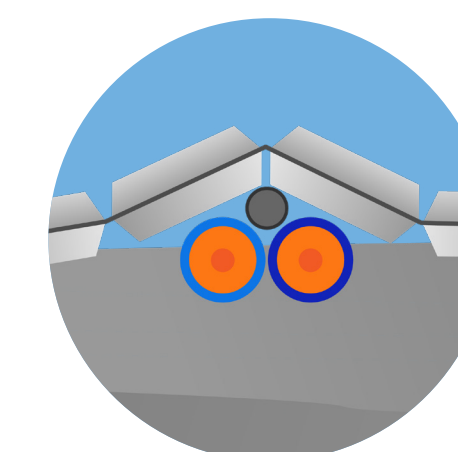


Enfouis

## Câbles déposés et recouverts d'une protection



Enrochement



Matelas de béton

## Impact de la ligne sur le homard

Dans la zone côtière où se fera le forage dirigé entre la rive et environ 10 m de profondeur, l'effet des câbles sera nul, car ils passeront par un trou foré pouvant atteindre 60 m de profondeur.

Pour les homards qui séjournent à des profondeurs supérieures à 10 m, l'impact sera minime. Les câbles étant enfouis à 0,5 m ou recouverts de 0,5 m de matériaux, la perturbation du champ magnétique terrestre sera trop localisée (6 m de part et d'autre des câbles) et trop faible (valeur maximale de 12  $\mu\text{T}$  pour un courant de 234 A) pour les perturber. En effet, des études sur le terrain et en laboratoire ont montré que lorsque des effets notables étaient observés sur

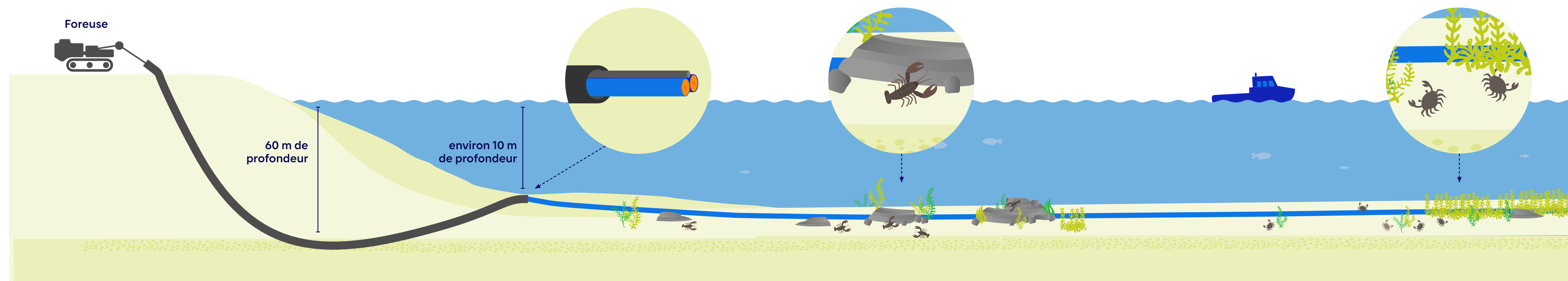
le homard, les modifications du champ magnétique étaient beaucoup plus élevées que celles qu'induirait la ligne projetée (voir les références de la biographie).

Les câbles n'auront donc aucun effet barrière sur les homards. Même si ces derniers pourront ressentir les modifications du champ magnétique terrestre, ils pourront se déplacer de part et d'autre des câbles sans entrave.

## Impact de la ligne sur le crabe des neiges

Comme les câbles seront enfouis à environ 0,5 m ou recouverts de 0,5 m de matériaux, la perturbation du champ magnétique terrestre sera trop localisée (6 m de part et d'autre des câbles) et trop faible (valeur maximale de 12  $\mu\text{T}$  pour un courant de 234 A) pour déranger les crabes.

À ce jour, les études en laboratoire qui ont noté des effets significatifs sur le crabe ont utilisé des champs magnétiques beaucoup plus élevés que ce que les câbles généreront au niveau du fond marin (voir les références de la biographie). Aucun effet barrière et aucun effet sur les populations ne sont à craindre pour le crabe des neiges.



# Quelques études sur l'impact des champs magnétiques sur le homard et le crabe

Référence	Espèce étudiée	Valeur du champ magnétique appliqué	Observations
Bochert et Zettler, 2004	Crabe de vase américain ( <i>Rhithropanopeus harrisi</i> )	3 700 µT En laboratoire	Aucun effet sur le taux de survie.
Woodruff et coll., 2013	Crabe dormeur ( <i>Metacarcinus magister</i> )  Homard d'Amérique ( <i>Homarus americanus</i> )	~1100 µT En laboratoire	Pas de différence de comportement claire démontrant de l'attraction ou de la répulsion au champ magnétique.
Love et al. 2015	Deux espèces de crabes ( <i>Metacarcinus anthonyi</i> ), ( <i>Cancer productus</i> )	46 à 80 µT En milieu naturel (avec câbles sous-marins, courant alternatif)	Pas de différence de comportement de notée (pas de répulsion ni d'attraction pour le câble sous tension).
Love et al. 2017	Deux espèces de crabes ( <i>Metacarcinus magister</i> ), ( <i>Cancer productus</i> )	14 à 117 µT En milieu naturel (avec câbles sous-marins, courant alternatif)	Les câbles sous-tension n'ont pas influencé le succès de capture de ces deux espèces d'importance commerciale.
Hutchison et coll., 2018	Homard d'Amérique ( <i>Homarus americanus</i> )	48 à 65 µT En milieu naturel (avec câbles sous-marins, courant continu)	Changement subtil de comportement près des câbles (ex. : plus de grands virages s'apparentant à de l'exploration). Aucun effet barrière limitant les déplacements n'a été induit par la présence des câbles.
Taormina et coll., 2020	Homard européen juvénile ( <i>Homarus Gammarus</i> )	200 à 225 µT En laboratoire	Aucun effet du champ magnétique sur la capacité à explorer le territoire ou à chercher un abri. Aucune attraction ou répulsion d'observée.
Scott et coll. 2018, 2021	Crabe tourteau ( <i>Cancer pagurus</i> )	250, 500, 1 000, 2800 µT En laboratoire	Une perturbation physiologique a été observée à partir de 500 µT (variation de certains paramètres indicateurs de stress). Comportement d'attractivité au champ magnétique et baisse du temps consacré à explorer le territoire.
Harsanyi et coll. 2022	Homard européen ( <i>Homarus gammarus</i> )  Crabe tourteau ( <i>Cancer pagurus</i> )	2 800 µT En laboratoire (exposition chronique pendant tout le développement embryonnaire)	Pas d'effet sur le temps de développement embryonnaire, le temps d'éclosion des larves ou la vitesse de nage verticale pour les deux espèces. Mais différences significatives dans le développement (œufs et larves) du homard et du crabe qui pourraient affecter la mortalité, le recrutement et la dispersion des larves.

## Bibliographie

ALBERT, L., F. DESCHAMPS, A. JOLIVET, F. OLIVIER, L. CHAUVAUD ET S. CHAUVAUD. 2020. « A current synthesis on the effects of electric and magnetic fields emitted by submarine power cables on invertebrates ». *Marine Environmental Research*, Elsevier, 2020, 159, pp.104958.

BOCHERT, R. et M. L. ZETTLER. 2004. « Long-term exposure of several marine benthic animals to static magnetic fields », *Bioelectromagnetics*, vol. 25, p. 498-502.

CARLIER, A., VOGEL, C., ALEMANY, J. 2019. Synthèse des connaissances sur les impacts des câbles électriques sous-marins : phases de travaux et d'exploitation. Étude du compartiment benthique et des ressources halieutiques. Rapport IFREMER. 99 p. et annexes.

HUTCHISON, Z., P. SIGRAY, H. HE, A. B. GILL, J. KING et C. GIBSON. 2018. *Electromagnetic Field (EMF) Impacts on Elasmobranch (shark, rays, and skates) and American Lobster Movement and Migration from Direct Current Cables*, U.S. Department of the Interior Bureau of Ocean Energy Management Office of Renewable Energy Programs, 254 p.

HARSANYI, P.; SCOTT, K.; EASTON, B.A.A.; DE LA CRUZ ORTIZ, G.; CHAPMAN, E.C.N.; PIPER, A.J.R.; ROCHAS, C.M.V.; LYNDON, A.R. « The Effects of Anthropogenic Electromagnetic Fields (EMF) on the Early Development of Two Commercially Important Crustaceans, European Lobster, *Homarus gammarus* (L.) and Edible Crab, *Cancer pagurus* (L.) ». *J. Mar. Sci. Eng.* 2022, 10, 564. <https://doi.org/10.3390/jmse10050564>

LOVE, M. S., M. M. NISHIMOTO, S. CLARK et A. S. BULL. 2015. « Identical Response of Caged Rock Crabs (Genera *Metacarcinus* and *Cancer*) to Energized and Unenergized Undersea Power Cables in Southern California, USA », *Bulletin of the Southern California Academy of Sciences*, vol 114, no 1, p. 33-41.

LOVE, M.S.; M.M NISHIMOTO, S. CLARK, S.; M. McCREA, et A.S.BULL. Assessing potential impacts of energized submarine power cables on crab harvests. *Cont. Shelf Res.* 2017, 151, 23-29.

MARTINEAU, c., P. LAFRANCE, I. ST-ONGE, P. JOHNSTON, G. CORFA et A. CARLIER. *Revue de littérature. Raccordement des Îles-de-la-Madeleine au réseau de transport électrique. Impacts de l'exploitation de câbles sous-marins sur la faune aquatique. Version finale – Révision 8. Juin 2022, 79 p. et annexes. [Rapport préparé par WSP Canada Inc. pour Hydro-Québec].*

NORMANDEAU ASSOCIATES, EXPONENT, T. TRICAS et A. GILL. 2011. « Effects of EMFs from Undersea Power Cables on Elasmobranchs and Other Marine Species », *Pacific OCS Region, Camarillo, CA. OCS Study BOEMRE. [Rapport de l'U.S. Dept. of the Interior, Bureau of Ocean Energy Management, Regulation, and Enforcement].*

SCOTT, K., P. HARSANYI et A. R. LYNDON. 2018. « Understanding the effects of electromagnetic field emissions from Marine Renewable Energy Devices (MREDS) on the commercially important edible crab, *Cancer pagurus* (L.) », *Marine Pollution Bulletin*, vol. 131, p. 580-588. doi : 10.1016/j.marpolbul.2018.04.062.

SCOTT, K., P. HARSANYI EASTON, B.A.A., PIPER, A. J. R. ROCHAS, C.M.V. et A. R. LYNDON. 2021. « Exposure to Electromagnetic Fields (EMF) from Submarine Power Cables Can Trigger Strength-Dependent Behavioural and Physiological Responses in Edible Crab, *Cancer pagurus* (L.) », *Journal of Marine Science and Engineering*, 9, 776. <https://doi.org/10.3390/jmse9070776>.

TAORMINA, B., J. BALD, A. WANT, G. THOUZEAU, M. LEJART, N. DESROY et A. CARLIER. 2018. « A review of potential impacts of submarine power cables on the marine environment: Knowledge gaps, recommendations and future directions ». *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, vol. 96, p. 380-391.

TAORMINA, B., C. D. POI, A.-L. AGNALT, A. CARLIER, N. DESROY, R. H. ESCOBAR-LUX, J.- F. D'EU, F. FREYTET et C. M. F. DURIF. 2020. « Impact of magnetic fields generated by AC/DC submarine power cables on the behavior of juvenile European lobster (*Homarus gammarus*) », *Aquatic Toxicology*, vol. 220, 105401.

WOODRUFF, D. L., V. I. CULLINAN, A. E. COPPING et K. E. MARSHALL. 2013. *Effects of Electromagnetic Fields on Fish and Invertebrates. Task 2.1.3: Effects on Aquatic Organisms. Fiscal Year 2012 Progress Report. [Rapport pour le U.S. Department of Energy, Richland, Washington, Pacific Northwest National Laboratory].*

Dépôt légal - Bibliothèque et Archives nationales du Québec

ISBN 978-2-550-92653-5 (PDF)

