

Chaire maritime

Présentation de travaux de recherche

Les préférences de la population pour le développement de l'éolien en mer en France

Résultats d'une enquête par expériences de choix

Olivier Joalland (LEMNA, Nantes Université)

Pierre-Alexandre Mahieu (LEMNA, Nantes Université)

Avril 2022

Présentation

➤ Olivier Joalland :



Chercheur postdoctoral au LEMNA (Nantes Université), spécialisé dans l'analyse économique de l'acceptabilité des infrastructures de l'énergie

Contact: olivier.joalland@gmail.com

➤ Pierre-Alexandre Mahieu :



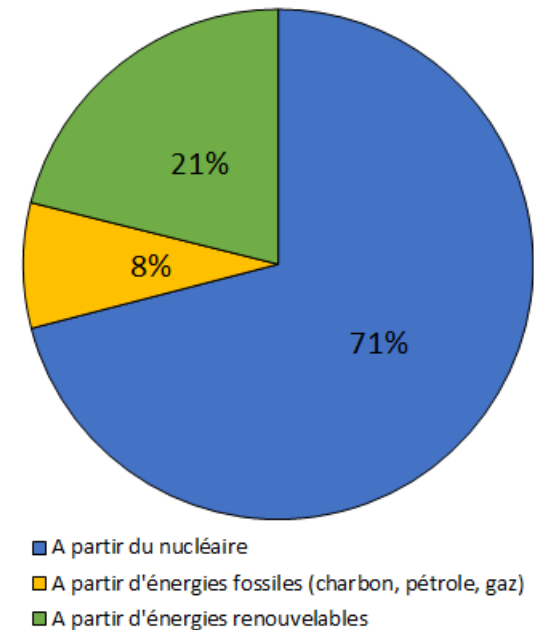
Enseignant-Chercheur au LEMNA (Nantes Université), spécialisé dans les méthodes d'évaluation économique des biens non marchands

Contact: Pierre-Alexandre.Mahieu@univ-nantes.fr

Cette étude s'inscrit dans le cadre des travaux de la *Chaire Maritime* (Nantes Université), et a été menée en collaboration avec la *Cellule MER* (Capacités SAS)

1. Contexte

- Le mix électrique en France :
 - Large part de la production électrique nucléaire
 - Croissance des énergies renouvelables, portée par l'éolien terrestre (2000 parcs environ)
- Des évolutions à venir :
 - Atteindre 40% de la production électrique d'origine renouvelable d'ici 2030
 - Quel avenir pour le nucléaire ?



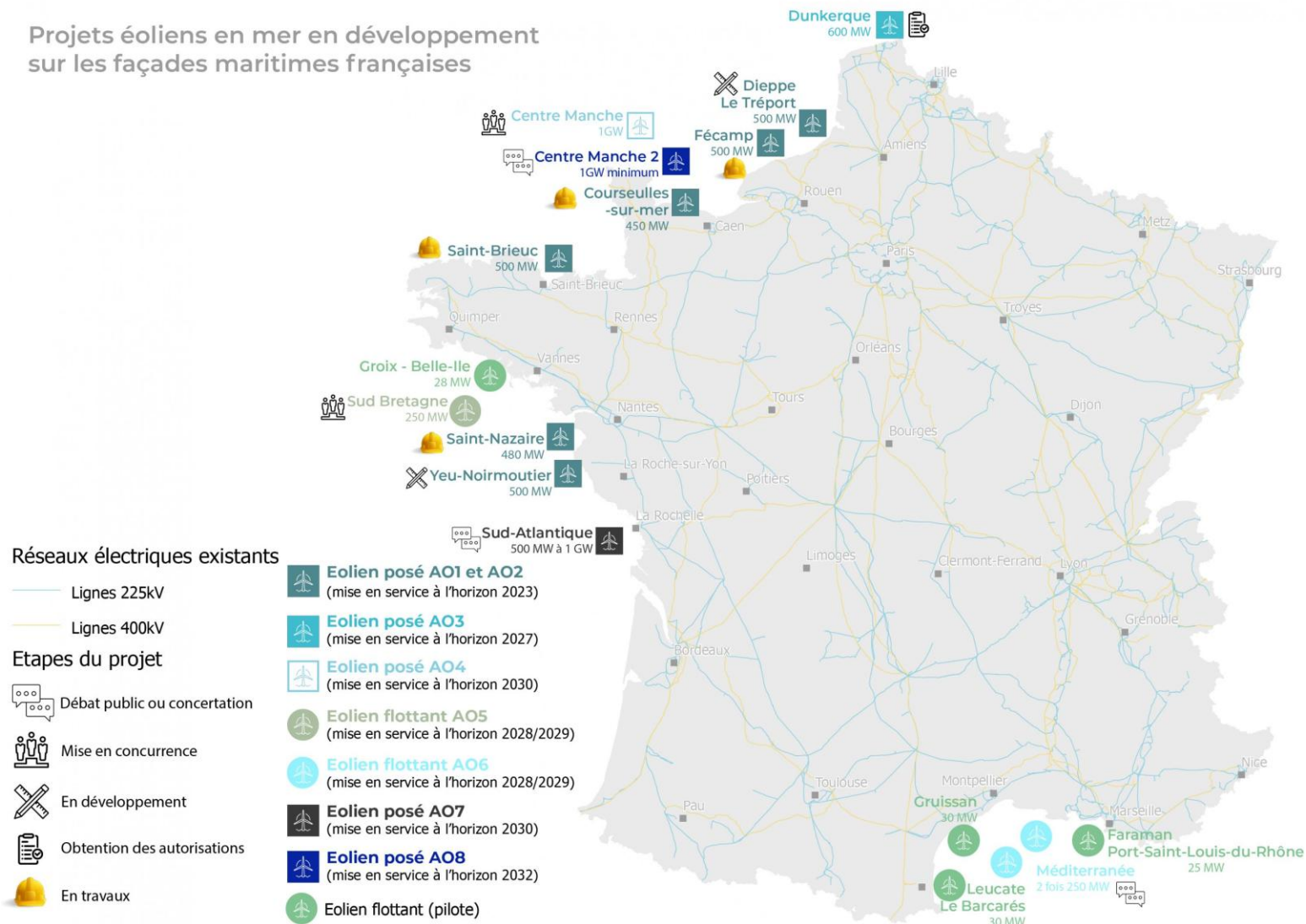
Origine de la production électrique en France (chiffres 2020)

1. Contexte

➤ L'éolien en mer en France :

- 2^e potentiel éolien offshore d'Europe
- Aucun parc éolien en mer à l'heure actuelle
- Des projets qui doivent se concrétiser prochainement (cf. carte page suivante)

Projets éoliens en mer en développement sur les façades maritimes françaises



Source: <https://www.eoliennesenmer.fr/presentation>

1. Contexte

- Les questions que pose le développement de l'éolien en mer :
 - Des conflits d'usages entre activités maritimes ?

Exemple des attentes exprimées lors du débat public portant sur un projet éolien en mer au large de la Normandie :

De très nombreuses contributions traitent du **sujet de la pêche**, mettant en avant le souhait que le développement du parc éolien impacte le moins possible les zones de pêche les plus riches. De plus, le public recommande de rechercher la **cohabitation des usages**, en s'assurant que la pêche reste possible dans le parc.

Source: Rapport du Ministère de la transition écologique consécutif au débat public portant sur un projet éolien en mer au large de la Normandie et son raccordement (2021)

1. Contexte

- Les questions que pose le développement de l'éolien en mer :
 - Quelles retombées économiques pour les territoires ?

Exemple des attentes exprimées lors du débat public portant sur un projet éolien en mer au large de la Normandie :

La **question des emplois** et de l'opportunité économique générée par la multiplication des parcs éoliens normands a été évoquée de nombreuses fois au cours du débat.

Source: Rapport du Ministère de la transition écologique consécutif au débat public portant sur un projet éolien en mer au large de la Normandie et son raccordement (2021)

1. Contexte

- Les questions que pose le développement de l'éolien en mer :
 - Des nuisances visuelles plus ou moins élevées que sur terre ?

Exemple des attentes exprimées lors du débat public portant sur un projet éolien en mer au large de la Normandie :

Lors des réunions ou lors des entretiens, le public a exprimé de manière quasi unanime l'importance d'éloigner les parcs des côtes afin d'en limiter la perception visuelle.

Source: Rapport du Ministère de la transition écologique consécutif au débat public portant sur un projet éolien en mer au large de la Normandie et son raccordement (2021)

1. Contexte

- Les questions que pose le développement de l'éolien en mer :
 - Quels risques pour le milieu marin ?

Exemple des attentes exprimées lors du débat public portant sur un projet éolien en mer au large de la Normandie :

Concernant l'environnement et la recherche, la CPDP évoque dans son rapport un **déficit de connaissance sur les impacts des parcs**. Le public attend que des études scientifiques soient menées de manière large et par des entités reconnues (universités, IFREMER, etc.).

Source: Rapport du Ministère de la transition écologique consécutif au débat public portant sur un projet éolien en mer au large de la Normandie et son raccordement (2021)

2. Objectifs de l'étude

Application de la méthode des expériences de choix discrets pour :

- **Evaluer les préférences des Français envers les conséquences possibles du développement de l'éolien en mer à grande échelle**



Modélisation économétrique des choix

- **Analyser l'acceptabilité de l'éolien en mer par rapport aux alternatives possibles en matière de production d'électricité**



Comparaison intra-échantillon selon l'information reçue

3. Littérature

- La méthode des expériences de choix discrets :
 - Méthode consistant en l'évaluation économique d'un bien environnemental au travers d'enquêtes quantitatives :
 - chaque répondant choisit son scénario préféré parmi un ensemble d'alternatives
 - deux alternatives sont traditionnellement proposées, ainsi qu'une situation de référence (le statu quo)
 - L'analyse économétrique permet de mettre en avant les préférences de la population enquêtée, et d'attribuer une valeur à chaque caractéristique du bien évalué

3. Littérature

- La méthode des expériences de choix discrets :

Le scénario hypothétique présente le bien environnemental au cœur de l'évaluation



Scénario hypothétique			
	Option A	Option B	Statu Quo
Attribut 1 (1/2/3)	1	2	
Attribut 2 (1/2/3)	3	1	
Attribut 3 (1/2/3)	2	3	
Coût (1/2/3)	2	3	0
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Les préférences de la population pour le développement de l'éolien en mer en France
Joalland, O., Mahieu P-A. (2022)

3. Littérature

- La méthode des expériences de choix discrets :

Les attributs décrivent les caractéristiques de chaque option, avec des niveaux pouvant varier. Un coût pour l'enquête est intégré.

Scénario hypothétique			
	Option A	Option B	Statu Quo
Attribut 1 (1/2/3)	1	2	
Attribut 2 (1/2/3)	3	1	
Attribut 3 (1/2/3)	2	3	
Coût (1/2/3)	2	3	0
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Les préférences de la population pour le développement de l'éolien en mer en France
Joalland, O., Mahieu P-A. (2022)

3. Littérature

- La méthode des expériences de choix discrets :

Scénario hypothétique			
	Option A	Option B	Statu Quo
Attribut 1 (1/2/3)	1	2	
Attribut 2 (1/2/3)	3	1	
Attribut 3 (1/2/3)	2	3	
Coût (1/2/3)	2	3	0
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

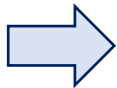
Le statu quo est la situation de référence. Elle n'a pas de coût pour l'enquêté

3. Littérature

➤ Applications de la méthode des expériences de choix au cas de l'éolien en mer :

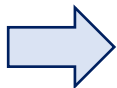
– Douze études publiées entre 2007 et 2021 :

- Les scénarios se focalisent sur l'implantation d'un parc éolien en mer



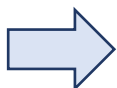
Notre étude introduit la question du développement à grande échelle

- Les attributs étudiés sont principalement la visibilité des éoliennes et les impacts sur la biodiversité marine



Notre étude introduit les conséquences sur les activités maritimes

- L'option de statu quo ne permet que rarement de refuser l'éolien en mer



Notre étude introduit la possibilité de choisir une autre source de production d'électricité

Référence	Scénario hypothétique	Enquête nationale	Statu-quo (détails)	Nombre d'attributs utilisés			
				Visibilité	Biodiversité	Autres	Coût
Borger et al. (2015)	Installation d'un parc éolien en mer	Non	Oui	1	2	0	1
Dalton et al. (2020)	Faire de la plaisance près d'un parc éolien en mer	Non	Oui	1	0	3	1
Kermagoret et al. (2016)	Compensation pour l'installation d'un parc éolien en mer	Non	Oui	0	4	4	0
Kim et al. (2019)	Installation d'un parc éolien en mer	Non	Oui	3	1	0	1
Kim et al. (2021)	Installation d'un parc éolien en mer	Non	Oui	3	1	1	1
Klain et al. (2020)	Installation d'un parc éolien en mer	Non	Oui (rejet du projet)	1	1	1	1
Krueger et al. (2011)	Installation d'un parc éolien en mer	Non	Oui (rejet du projet)	1	0	3	1
Ladenburg and Dubgaard (2007)	Installation de plusieurs parcs éoliens en mer	Oui	Non	2	0	1	1
Ladenburg et al. (2020)	Installation de plusieurs parcs éoliens en mer	Oui	Non	1	0	1	1
Landry et al. (2012)	Aller à la plage en face d'un parc éolien en mer	Non	Oui	2	0	2	1
Lutzeyer et al. (2018)	Location touristique près d'un parc éolien en mer	Non	Oui	3	0	0	1
Westerberg et al. (2013)	Location touristique près d'un parc éolien en mer	Non	Oui	1	1	1	1

4. Méthodologie

➤ Le protocole d'enquête :

- Enquête en ligne administrée par un institut de sondage au mois de mai 2021
- Echantillon représentatif de la population française sur les critères d'âge et de genre
- Questionnaire: caractéristiques socio-économiques, exercice de choix, questions de suivi
- Durée de 15 minutes environ

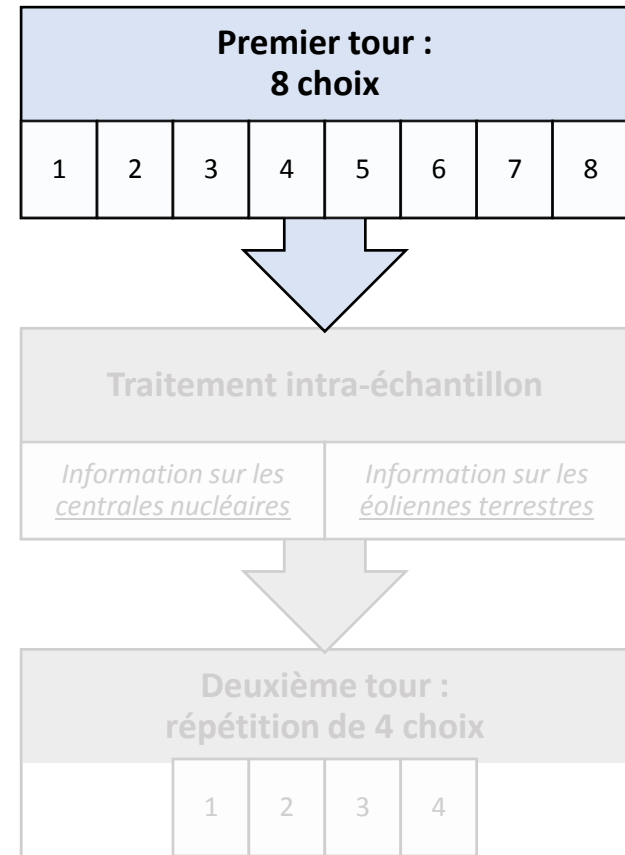
4. Méthodologie

➤ Approche méthodologique (1/2) :

- Une première série de 8 choix, avec trois options différentes à chaque fois :
 - les options A et B proposent le développement des éoliennes en mer et détaillent leurs conséquences
 - l'option C propose le refus des éoliennes en mer



Modélisation économétrique des choix pour l'évaluation des préférences



<i>Attributs et niveaux possibles</i>	Option A	Option B	Option C
Nombre de foyers alimentés par les éoliennes en mer	3 / 6 / 10 millions de foyers	3 / 6 / 10 millions de foyers	Pas d'éoliennes en mer
Visibilité des éoliennes depuis la côte	Très en vue / A peine visibles	Très en vue / A peine visibles	
Effet sur les emplois de l'économie maritime	-2000 emplois / +1000 emplois / +5000 emplois	-2000 emplois / +1000 emplois / +5000 emplois	
Provenance principale des poissons et crustacés frais	France / Royaume-Uni / Espagne	France / Royaume-Uni / Espagne	
Navigation de plaisance dans les parcs éoliens	Interdite / Autorisée	Interdite / Autorisée	
Impacts des éoliennes sur la biodiversité marine	Inconnus / Connus	Inconnus / Connus	
Augmentation de la facture d'électricité (par mois pendant 10 ans)	+2€ / +5€ / +10€ / +20€	+2€ / +5€ / +10€ / +20€	

<i>Exemple de carte de choix</i>	Option A	Option B	Option C
Nombre de foyers alimentés par les éoliennes en mer	10 millions de foyers	10 millions de foyers	Pas d'éoliennes en mer
Visibilité des éoliennes depuis la côte	Très en vue	A peine visibles	
Effet sur les emplois de l'économie maritime	+5000 emplois	+5000 emplois	
Provenance principale des poissons et crustacés frais	Royaume-Uni	France	
Navigation de plaisance dans les parcs éoliens	Autorisée	Autorisée	
Impacts des éoliennes sur la biodiversité marine	Connus	Inconnus	
Augmentation de la facture d'électricité (par mois pendant 10 ans)	+2€	+10€	

<i>Exemple de carte de choix</i>	Option A	Option B	Option C
Nombre de foyers alimentés par les éoliennes en mer	10 millions de foyers	10 millions de foyers	<i>Les caractéristiques en gris sont identiques, pour faciliter la prise de décision. Elles diffèrent à chaque carte de choix</i>
Visibilité des éoliennes depuis la côte	Très en vue	A peine visibles	
Effet sur les emplois de l'économie maritime	+5000 emplois	+5000 emplois	
Provenance principale des poissons et crustacés frais	Royaume-Uni	France	
Navigation de plaisance dans les parcs éoliens	Autorisée	Autorisée	
Impacts des éoliennes sur la biodiversité marine	Connus	Inconnus	
Augmentation de la facture d'électricité (par mois pendant 10 ans)	+2€	+10€	

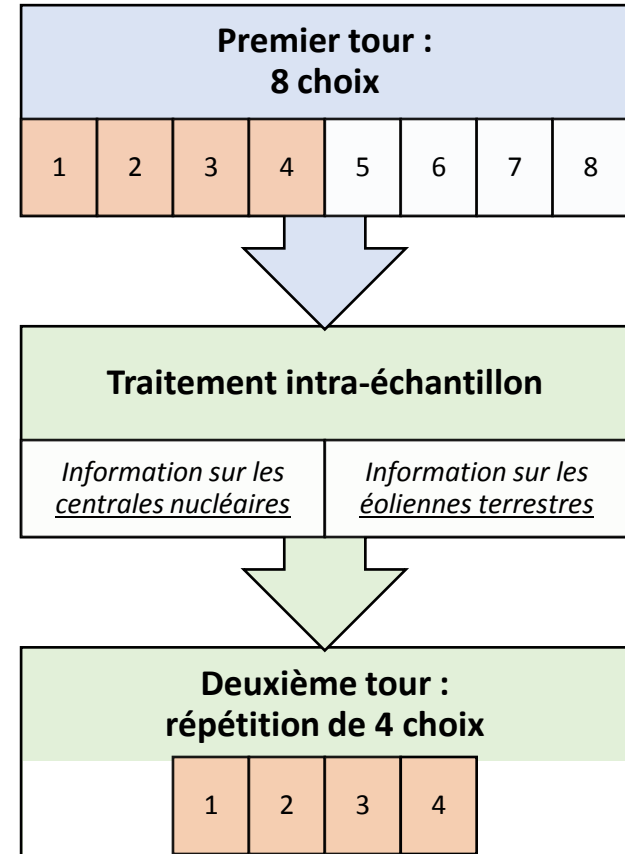
4. Méthodologie

➤ Approche méthodologique (2/2) :

- Traitement intra-échantillon, où l'option C correspond maintenant à :
 - une forte augmentation du nombre d'éoliennes terrestres
 - une forte augmentation de la durée de vie des centrales nucléaires
- Deuxième série de 4 choix (répétition des quatre premiers choix précédents)



Comparaison de l'acceptabilité des éoliennes en mer selon l'information



<i>Exemple de répétition de carte de choix (1/2)</i>	Option A	Option B	Option C
Nombre de foyers alimentés par les éoliennes en mer	10 millions de foyers	10 millions de foyers	Pas d'éoliennes en mer Forte augmentation du nombre d'éoliennes terrestres
Visibilité des éoliennes depuis la côte	Très en vue	A peine visibles	
Effet sur les emplois de l'économie maritime	+5000 emplois	+5000 emplois	
Provenance principale des poissons et crustacés frais	Royaume-Uni	France	
Navigation de plaisance dans les parcs éoliens	Autorisée	Autorisée	
Impacts des éoliennes sur la biodiversité marine	Connus	Inconnus	
Augmentation de la facture d'électricité (par mois pendant 10 ans)	+2€	+10€	

<i>Exemple de répétition de carte de choix (2/2)</i>	Option A	Option B	Option C
Nombre de foyers alimentés par les éoliennes en mer	10 millions de foyers	10 millions de foyers	Pas d'éoliennes en mer Forte augmentation de la durée de vie des centrales nucléaires
Visibilité des éoliennes depuis la côte	Très en vue	A peine visibles	
Effet sur les emplois de l'économie maritime	+5000 emplois	+5000 emplois	
Provenance principale des poissons et crustacés frais	Royaume-Uni	France	
Navigation de plaisance dans les parcs éoliens	Autorisée	Autorisée	
Impacts des éoliennes sur la biodiversité marine	Connus	Inconnus	
Augmentation de la facture d'électricité (par mois pendant 10 ans)	+2€	+10€	

5. Résultats

➤ Caractéristiques de l'échantillon

- 2436 répondants, âgés de 18 à 75 ans, représentatifs de la population française
- Intérêt pour les éoliennes en mer:

Questions	Réponses
<u>Le sujet des éoliennes en mer en France vous intéresse-t-il ?</u>	
Oui	75.2%
Non	24.8%
<u>Aviez-vous déjà entendu parler de projets d'éoliennes en mer en France ?</u>	
Oui	64.9%
Non	35.1%
<u>Pensez-vous que des éoliennes en mer vont être réellement implantées en France dans les prochaines années ?</u>	
Oui	63.2%
Non	36.8%
<i>n=2 436</i>	

5. Résultats

Préférences des Français en matière de développement de l'éolien en mer

➤ Modélisation économétrique des choix

- L'ensemble des caractéristiques composant les options A et B influencent de manière significative les choix des individus
- Les attributs qui ressortent le plus sont ceux abordant les conséquences sur l'offre de produits de la mer, suivi par les retombées économiques en matière d'emplois, et la connaissance des impacts sur la biodiversité marine

NB: Les deux pages suivantes présentent en détail le résultat de l'évaluation économique. Les chiffres avancés sont propres à notre cas d'étude.

5. Résultats

Préférences des Français en matière de développement de l'éolien en mer

	Moyennes		Ecart-types		
	coef.	s.e.	coef.	s.e.	
↗ CAP de +0,20€/mois pour un plus grand nombre de ménages alimentés par les éoliennes en mer	ASC Option C	-2.5513 ***	0.0938	-2.7840 ***	0.1076
	Foyers alimentés	0.2014 ***	0.0469	0.5715 ***	0.0857
	Visibilité (<i>très en vue</i>)	-2.6274 ***	0.3272	-2.6403 ***	0.5489
	Biodiversité (<i>inconnus</i>)	-5.5836 ***	0.2361	1.4334 ***	0.3832
	Emplois (-2000)	-8.2439 ***	0.4899	-8.7984 ***	0.6062
↘ Pertes (-2,63€/mois) pour des éoliennes très en vue (<i>vs. à peine visibles</i>)	Emplois (+5000)	6.6928 ***	0.3044	0.4055	0.6425
	Produits de la mer (RU)	-12.8851 ***	0.3921	4.6607 ***	0.4595
	Produits de la mer (Esp)	-10.9638 ***	0.4067	2.7573 ***	0.5145
	Plaisance (<i>interdite</i>)	3.0021 ***	0.2997	1.9192 ***	0.4430
↘ Pertes (-5,58€/mois) en cas d'impacts inconnus sur la biodiversité (<i>vs. connus</i>)	-Coût	2.2420 ***	0.0404	-1.1806 ***	0.0551
	Nombre d'individus	2 436			
	Nombre de choix	19 488			
	BIC	33 012			
	LL (convergence)	-16 407			
	R ² ajusté	0.23			
	Draws	1000			

Modèle MMNL (WTP-space)

Note: significativité à *p < 0.1, **p < 0.05, ***p < 0.01

5. Résultats

Préférences des Français en matière de développement de l'éolien en mer

	Moyennes			Ecart-types		
	Attributs	coef.	s.e.	coef.	s.e.	
∨ Pertes (-8,24€/mois) en cas de destructions d'emplois (vs. +1000 emplois)	ASC Option C	-2.5513 ***	0.0938	-2.7840 ***	0.1076	
	Foyers alimentés	0.2014 ***	0.0469	0.5715 ***	0.0857	
↗ CAP (+6,69€/mois) en cas de nombreuses créations d'emplois (vs. +1000 emplois)	Visibilité (<i>très en vue</i>)	-2.6274 ***	0.3272	-2.6403 ***	0.5489	
	Biodiversité (<i>inconnus</i>)	-5.5836 ***	0.2361	1.4334 ***	0.3832	
	Emplois (-2000)	-8.2439 ***	0.4899	-8.7984 ***	0.6062	
	Emplois (+5000)	6.6928 ***	0.3044	0.4055	0.6425	
∨ Fortes pertes associées au pays d'origine des produits de la mer (-12,8€/mois pour Royaume-Uni et -10,96€/mois pour Espagne) (vs. France)	Produits de la mer (RU)	-12.8851 ***	0.3921	4.6607 ***	0.4595	
	Produits de la mer (Esp)	-10.9638 ***	0.4067	2.7573 ***	0.5145	
	Plaisance (<i>interdite</i>)	3.0021 ***	0.2997	1.9192 ***	0.4430	
	-Coût	2.2420 ***	0.0404	-1.1806 ***	0.0551	
	Nombre d'individus	2,436				
	Nombre de choix	19,488				
↗ Interdire (vs. autoriser) la navigation de plaisance dans les parcs éoliens est valorisé (+3,00€/mois)	BIC	33,012				
	LL (convergence)	-16,407				
	R ² ajusté	0.23				
	Draws	1000				

Modèle MMNL (WTP-space)

Note: significativité à *p < 0.1, **p < 0.05, ***p < 0.01

5. Résultats

Acceptabilité de l'éolien en mer par rapport aux autres alternatives possibles

– Proportion de choix de l'option C :

		Moyenne	Choix 1	Choix 2	Choix 3	Choix 4
• pas de différences en moyenne entre les deux tours	1er tour	33.3%	28.5%	33.4%	34.5%	36.8%
	2e tour	33.3%	32.1%	33.4%	33.7%	34.0%
• mais des différences significatives entre les deux groupes du traitement	- Groupe "éolien terrestre"	31.5%	30.4%	31.2%	31.2%	33.1%
	- Groupe "nucléaire"	35.3%	34.0%	35.8%	36.5%	34.9%

Proportion de choix de l'option C (choix 1 à 4)

Note: groupe "éolien terrestre": n=1254; groupe "nucléaire": n=1182

→ L'information sur les éoliennes terrestres a eu un effet négatif et significatif sur le choix de l'option C (et inversement pour l'information sur les centrales nucléaires)

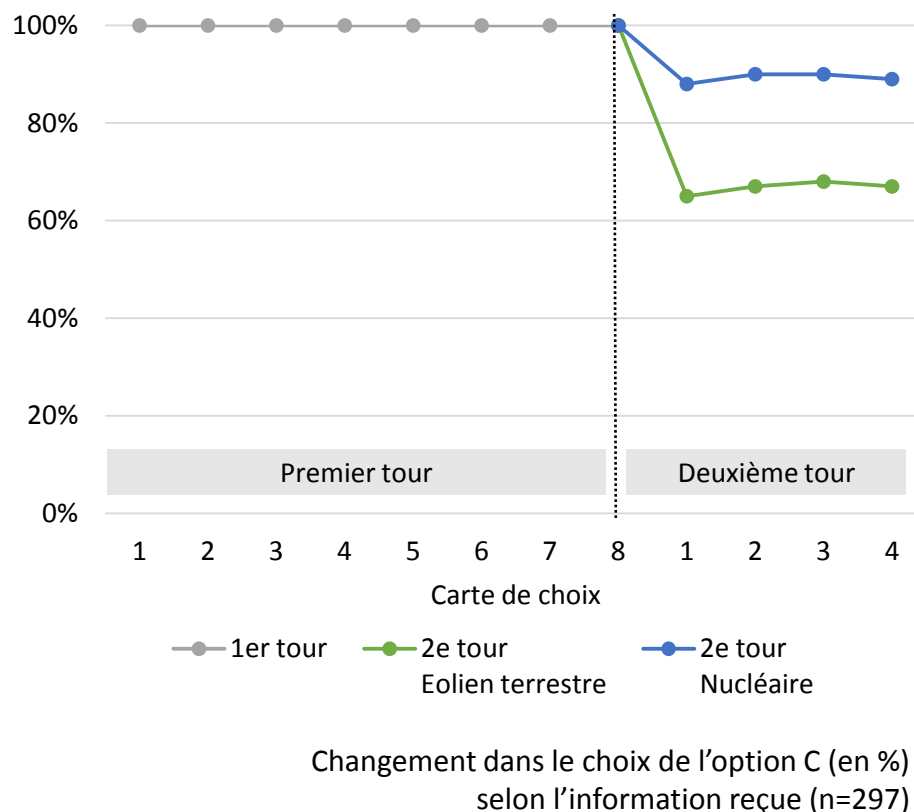
5. Résultats

Acceptabilité de l'éolien en mer par rapport aux alternatives possibles

– Chez les personnes enquêtées qui ont systématiquement choisi l'option C lors du premier tour (n=297) :

- on observe à nouveau une différence significative entre les deux groupes

→ Lorsque l'éolien en mer est rejeté, l'allongement de la durée de vie des centrales nucléaires est préféré à l'augmentation du nombre d'éoliennes terrestres



6. Conclusion

➤ A retenir :

- Cette étude propose une expérience de choix discrets appliquée au développement à grande échelle de l'éolien en mer, en mobilisant une approche méthodologique originale
- De nouveaux attributs traduisant les interactions entre l'éolien en mer et les autres activités maritimes ont été introduits, et impactent significativement les préférences
- L'acceptabilité de l'éolien en mer varie selon l'information fournie concernant les autres moyens possibles de produire l'électricité (éolien terrestre ou énergie nucléaire)

Références

- Börger, T., Hooper, T.L., Austen, M.C., 2015. Valuation of ecological and amenity impacts of an offshore windfarm as a factor in marine planning. *Environmental Science & Policy* 54, 126–133. <https://doi.org/10.1016/j.envsci.2015.05.018>
- Dalton, T., Weir, M., Calianos, A., D’Aversa, N., Livermore, J., 2020. Recreational boaters’ preferences for boating trips associated with offshore wind farms in US waters. *Marine Policy* 104216. <https://doi.org/10.1016/j.marpol.2020.104216>
- Kermagoret, C., Levrel, H., Carlier, A., Dachary-Bernard, J., 2016. Individual preferences regarding environmental offset and welfare compensation: a choice experiment application to an offshore wind farm project. *Ecological Economics* 129, 230–240. <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2016.05.017>
- Kim, H.-J., Kim, J.-H., Yoo, S.-H., 2019. Social acceptance of offshore wind energy development in South Korea: Results from a choice experiment survey. *Renewable and Sustainable Energy Reviews* 113, 109253. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2019.109253>
- Kim, J.-H., Choi, K.-R., Yoo, S.-H., 2021. Evaluating the South Korean public perceptions and acceptance of offshore wind farming: evidence from a choice experiment study. *Applied Economics* 53, 3889–3899. <https://doi.org/10.1080/00036846.2021.1888862>
- Klain, S., Satterfield, T., Chan, K.M.A., Lindberg, K., 2020. Octopus’s garden under the blade: Boosting biodiversity increases willingness to pay for offshore wind in the United States. *Energy Research & Social Science* 69, 101744. <https://doi.org/10.1016/j.erss.2020.101744>
- Krueger, A.D., Parsons, G.R., Firestone, J., 2011. Valuing the Visual Disamenity of Offshore Wind Power Projects at Varying Distances from the Shore: An Application on the Delaware Shoreline. *Land Economics* 87, 268–283. <https://doi.org/10.3368/le.87.2.268>
- Ladenburg, J., Dubgaard, A., 2007. Willingness to pay for reduced visual disamenities from offshore wind farms in Denmark. *Energy Policy* 35, 4059–4071. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2007.01.023>
- Ladenburg, J., Hevia-Koch, P., Petrović, S., Knapp, L., 2020. The offshore-onshore conundrum: Preferences for wind energy considering spatial data in Denmark. *Renewable and Sustainable Energy Reviews* 121, 109711. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2020.109711>
- Landry, C.E., Allen, T., Cherry, T., Whitehead, J.C., 2012. Wind turbines and coastal recreation demand. *Resource and Energy Economics* 34, 93–111. <https://doi.org/10.1016/j.reseneeco.2011.10.001>
- Lutzeyer, S., Phaneuf, D.J., Taylor, L.O., 2018. The amenity costs of offshore wind farms: Evidence from a choice experiment. *Energy Economics* 72, 621–639. <https://doi.org/10.1016/j.eneco.2018.03.020>
- Westerberg, V., Jacobsen, J.B., Lifran, R., 2013. The case for offshore wind farms, artificial reefs and sustainable tourism in the French mediterranean. *Tourism Management* 34, 172–183. <https://doi.org/10.1016/j.tourman.2012.04.008>

IN

U