



HAL
open science

Les sciences sociales sont nécessaires et complémentaires des sciences naturelles pour la recherche sur les changements climatiques

Timothée Fouqueray

► To cite this version:

Timothée Fouqueray. Les sciences sociales sont nécessaires et complémentaires des sciences naturelles pour la recherche sur les changements climatiques. *L'Information géographique*, 2022. hal-03770991

HAL Id: hal-03770991

<https://hal.science/hal-03770991>

Submitted on 6 Sep 2022

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

1 **Titre français**

2

3 Les sciences sociales sont nécessaires et complémentaires des sciences naturelles pour la
4 recherche sur les changements climatiques

5

6 **Titre anglais**

7

8 Research on climate change : Social sciences are necessary and complementary to natural sciences

9

10 **Auteur**

11

12 Timothée Fouqueray

13 Institut des sciences de la forêt tempérée, Université du Québec en Outaouais, 58 rue Principale,

14 Ripon, QC J0V 1V0, Canada

15 timothee.fouqueray@uqo.ca

16

17

18 **Résumé**

19

20 Climatologie, écologie, géologie : les sciences naturelles ont démontré l'existence et l'origine
21 anthropique du dérèglement climatique. Pour autant, ce champ d'étude n'est pas l'apanage des
22 seules sciences naturelles. En plus d'étudier la diversité de nos liens au monde vivant, la géographie,
23 la sociologie, l'économie et autres disciplines sœurs permettent d'explorer des pistes
24 complémentaires aux seules approches techniques pour répondre aux enjeux environnementaux.

25 L'article présente les apports des sciences naturelles et des sciences sociales dans la compréhension
26 et le déploiement de solutions d'atténuation et d'adaptation aux changements climatiques. Il décrit
27 aussi une approche interdisciplinaire qui allie un jeu de rôles et des modélisations écologiques et
28 climatiques afin de faciliter la prise de décision, la sensibilisation, et la diffusion de connaissances
29 environnementales. Accessible à un lectorat formé en sciences naturelles ou en sciences sociales,
30 l'article est ponctué d'exemples concrets tirés d'études classiques de la climatologie, de recherches
31 contemporaines en sciences sociales, mais aussi de l'expérience de l'auteur – en particulier à travers
32 Foster Forest, un jeu sérieux sur l'adaptation socio-économique de la foresterie aux changements
33 climatiques.

34

35 **Abstract**

36

37 Climatology, ecology, geology: natural sciences have demonstrated the origin and the existence of
38 human-caused climate change. Yet, climate studies are not specific to the sole natural sciences.
39 Geographers, sociologists, economists and other social scientists complement technical approaches
40 of climate change with other means and methods to address environmental issues. This article
41 outlines the added value of both natural and social sciences for understanding the mitigation of,
42 and adaptation to climate change. It also describes an interdisciplinary method combining a role-
43 playing game with ecological and climate models to foster decision-making, awareness-raising, and
44 the dissemination of environmental knowledge. The article is intended for readers coming either
45 from natural sciences or social sciences, and is illustrated with concrete examples drawn from
46 climatology articles, current research in social sciences, and the author's research experience –
47 especially with Foster Forest, a participatory simulation of forestry, geared toward social and
48 economic adaptations to climate change.

49

50 **Mots-clefs**

51

52 Climat, sciences naturelles, sciences sociales, interdisciplinarité, jeux sérieux, bande dessinée, forêt

53

54 **Introduction**

55

56 (Dans cet article, l'utilisation du genre masculin a été adoptée afin de faciliter la lecture et n'a
57 aucune intention discriminatoire.)

58

59 « Interdisciplinaire » : la généralisation du terme dans les milieux éducatifs et académiques en
60 vient parfois à le vider de sa substance... Si l'interdisciplinarité peut sembler une injonction
61 pesante, elle n'en a pas moins de nombreux mérites lorsqu'il s'agit d'étudier un phénomène aussi
62 complexe que le dérèglement du climat, en premier lieu sur le plan climatologique. Le
63 changement climatique est en effet paradoxal : ses causes sont clairement déterminées – à savoir
64 l'abrupte augmentation des gaz à effet de serre (GES¹) émis par les sociétés industrielles – et ses
65 conséquences certaines : érosion accrue des littoraux due à l'élévation du niveau de la mer,
66 saisons plus marquées causant par exemple des sécheresses néfastes autant aux humains qu'aux

¹ Le dioxyde de carbone (CO₂) et le méthane (CH₄) sont les principaux GES d'origine anthropique. Pour plus d'information sur le fonctionnement du changement climatique, consultez le résumé vidéo du journal le Monde : https://www.youtube.com/watch?v=T4LVXCCmIKA&ab_channel=LeMonde.

67 écosystèmes, etc... (IPCC 2022) Pourtant, des incertitudes persistent quant à la fréquence, à la
68 sévérité et à la localisation précise de ces aléas. Mais la complexité du changement climatique
69 dépasse celle de ces incertitudes : les informations qui circulent à son propos manquent parfois
70 de clarté ou semblent contradictoires faute de nuance ; et plus encore, les actions à entreprendre
71 aux différentes échelles de la société pour lutter contre sont affectées par les valeurs personnelles
72 des personnes impliquées. Les gilets jaunes en sont une illustration : ce n'est pas par
73 climatoscepticisme qu'ils ont manifesté contre l'instauration d'une taxe carbone, mais entre autres
74 parce qu'ils considéraient injustes les conséquences sociales et économiques de cette fiscalité
75 environnementale (Boyer et al. 2020).

76 Plus que jamais donc, les sciences sociales sont le complément nécessaire des sciences naturelles²
77 dans l'étude du changement climatique. Les efforts de compréhension du phénomène se sont
78 ainsi doublés d'efforts pour diminuer la concentration atmosphérique de GES :

79 l'atténuation - c'est son nom – s'attaque à la racine du problème en visant la réduction des
80 émissions de GES, mais aussi l'augmentation de leur stockage dans les forêts ou les bâtiments
81 bois par exemple. Enfin, des efforts de recherche sur l'adaptation aux conséquences du
82 changement climatique ont complété la description et l'atténuation, par exemple pour prévenir les
83 impacts négatifs de sécheresses en ville via un urbanisme diminuant les îlots de chaleur. C'est sur
84 ce point précis de l'atténuation et de l'adaptation aux changements climatiques que les sciences
85 sociales, dans leur diversité de méthode et d'objets d'études, ont un rôle majeur à jouer. Il suffit
86 pour s'en convaincre de considérer un classique d'une approche « toute technique », l'effet
87 rebond (Daumas 2020). Des progrès dans l'efficacité énergétique d'un moteur de voiture
88 pourraient laisser penser que les propriétaires d'automobiles consomment moins de carburant, et
89 émettent donc moins de GES. Pourtant, on observe couramment l'inverse : puisque le kilomètre
90 parcouru coûte moins cher, les dépenses totales en carburant augmentent. L'exemple simplifié de
91 l'effet rebond résume ici toute l'importance d'intégrer l'économie, la psychologie
92 comportementale, les sciences politiques pour concevoir des programmes d'atténuation et
93 d'adaptation.

² Les sciences naturelles s'intéressent à la matière, à la planète et à l'univers, et au vivant. Les sciences de l'environnement, elles, touchent à l'environnement au sens large (climat, habitats naturels, écosystèmes, etc.). On pourrait ainsi comprendre les sciences de l'environnement comme une sous-catégorie des sciences naturelles. Pourtant, si les sciences naturelles excluent l'étude de l'activité sociale de l'humain, le contour disciplinaire des sciences de l'environnement varie selon les acceptions. Au-delà de la biologie et de la géologie, certains y incluent ainsi des sciences sociales comme la géographie, l'économie écologique, ou l'histoire environnementale. Par souci de clarté, nous distinguons sciences sociales et sciences naturelles, tout en reconnaissant les limites de cette apparente opposition.

94 Cet article vise ainsi à présenter en quoi les approches interdisciplinaires aident à comprendre les
95 causes et les conséquences du changement climatique. Pour ce faire, il revient dans une première
96 section sur l'intérêt des approches disciplinaires des sciences naturelles. Une deuxième section,
97 propres aux sciences sociales, s'appuie sur le cycle de conférences et de bandes dessinées « Climat
98 Social » dont le but est justement de mettre en avant les apports de ces disciplines dans l'étude du
99 changement climatique. La troisième et dernière section tente ensuite d'illustrer l'intérêt de
100 l'interdisciplinarité en mobilisant un exemple concret de recherche, le jeu sérieux Foster Forest.

101

102 **Études du climat : incontournables sciences naturelles**

103

104 Petit exercice d'imagination : supposons, un instant, qu'un accident ait effacé de votre cerveau
105 toute connaissance du changement climatique, laissant intact vos autres souvenirs. Seriez-vous en
106 mesure de saisir, par vos simples sens et votre mémoire, qu'un dérèglement majeur du climat est
107 en cours ? Vraisemblablement, la réponse serait négative... En effet, les échelles spatiales et
108 temporelles du dérèglement dépassent de loin nos capacités humaines de perception.

109

110 *Les climatologues et le changement climatique : d'une apparente anomalie à un phénomène à part entière*

111

112 C'est en fait la laborieuse récolte de données météorologiques, compilées au cours du temps, qui
113 a permis d'identifier des variations anormales du climat mondial. Dès la fin des années 1950,
114 l'américain Charles Keeling a ainsi conçu un capteur capable de mesurer, à chaque heure, la
115 concentration atmosphérique de dioxyde de carbone. Il l'installe rapidement à Hawaï et met en
116 évidence l'inexorable hausse du taux de CO₂ dans l'air (Keeling et al. 1976). À l'instar du Dr.
117 Keeling, les climatologues ont combiné des approches statistiques et des expérimentations (par
118 exemple pour établir les différents pouvoirs calorifiques des gaz à effet de serre) pour mieux
119 comprendre l'origine du changement climatique. Ils ont écarté tout doute quant à l'origine
120 anthropique de ces bouleversements, liés à la combustion de charbon et de produits pétroliers.
121 Aujourd'hui, ils continuent d'affiner leurs modèles, offrant des projections plus fiables et plus
122 localisées des effets du changement climatique, par exemple sur les précipitations ou les
123 températures.

124

125 *Conséquences du changement climatique sur le monde vivant : les écologues s'emparent du sujet*

126

127 Une autre science naturelle s'est aussi révélée incontournable pour la caractérisation des
128 conséquences du changement climatique, cette fois au-delà des seuls paramètres physico-
129 chimiques de nos environnements. À leur tour, les écologues³ se sont emparés du sujet et ont
130 alerté quant aux effets dévastateurs de la perturbation du climat pour le monde vivant.
131 L'écologie est une branche des sciences du vivant qui s'intéresse plus spécifiquement aux
132 interactions entre les êtres vivants (faune, flore, champignons, ...) et leur environnement (autres
133 êtres vivants, mais aussi des facteurs physico-chimiques comme l'acidité du sol, l'altitude ou le
134 climat local). Ainsi, une des grandes questions des écologues pourrait être résumée par : quelles
135 sont les espèces qui se trouvent à tel endroit ? Qu'est-ce qui peut expliquer leur présence en plus
136 ou moins grand nombre ? Pour prendre l'exemple d'une forêt, une information précieuse pour
137 les écologues est l'inventaire du nombre et des espèces d'arbres présents au cours du temps (mais
138 aussi de leurs pollinisateurs, prédateurs, ou des animaux dispersant leurs graines).
139 À l'aide de ces inventaires, et des bases de données climatiques, les écologues ont donc pu mettre
140 en lumière les risques que font courir la répétition et l'allongement de la durée des sécheresses sur
141 la santé des arbres. Bien que la hausse moyenne des températures puisse avoir un relatif effet
142 positif sur la croissance des arbres (via l'allongement de la durée annuelle de photosynthèse et le
143 plus fort taux de CO₂ atmosphérique, ONERC 2015), il importe avant tout de considérer ce
144 facteur primordial pour la santé des arbres qu'est l'eau. En effet, les arbres peuvent surmonter
145 une sécheresse, mais c'est toujours au prix d'un affaiblissement général. L'énergie qu'ils
146 alloueraient d'habitude à la production de feuilles, de racines et de bois sera plutôt redirigée vers
147 la régénération des racines et des vaisseaux conducteurs de sève endommagés par la sécheresse.
148 Ceci se fait aux dépens de la constitution d'une écorce robuste –un ensoleillement plus fort, causé
149 par la chute des feuilles, en accentue la fissuration – ou de la production de molécules de défense.
150 Ainsi, épuisés par les sécheresses, les arbres qui survivent sont plus vulnérables aux parasites
151 (champignons, insectes, ...) des années suivantes. On estime que les effets d'une sécheresse
152 peuvent persister jusqu'à dix ans pour un arbre de l'hémisphère nord (INRAE 2020)...
153 Qu'attendre alors des canicules à répétition, si ce n'est une recrudescence de la mortalité des
154 forêts ? Toutes les espèces ne seront cependant pas affectées de la même manière ; certaines,
155 comme l'aulne glutineux ou le bouleau pubescent, souffriront bien plus de la dessiccation que
156 d'autres, à l'instar du pin sylvestre, du buis ou du chêne (même si ce dernier peut nécessiter
157 jusqu'à 200L d'eau par jour).

³ Il convient de distinguer le terme « écologue », désignant certains biologistes, de l'appellation bien plus large et militante « d'écologiste ».

158 Qu'il s'agisse de la climatologie ou de l'écologie, les sciences naturelles ont donc permis des
159 apports majeurs pour comprendre et décrire les dérèglements climatiques et leurs impacts
160 environnementaux. Statistiques et expérimentations ont mis en avant l'impact de l'humain dans la
161 dégradation de la santé des écosystèmes, tissant des liens de causalité qui jusqu'ici échappaient à
162 nos sens.

163

164 *Propension au solutionnisme technologique et méconnaissance des sciences sociales*

165

166 Le développement des études climatiques a mené certains chercheurs des sciences naturelles à
167 aller au-delà de la seule description des mécanismes géologiques et biologiques du dérèglement
168 climatique. L'écrasante majorité de ces scientifiques sonne l'alerte sur le changement climatique et
169 en pointe du doigt l'origine anthropique, mettant en avant l'importance d'y apporter des
170 réponses. Néanmoins, les réponses les plus visibles sont avant tout façonnées par une vision
171 technique réduisant le problème à ses aspects bio-climatiques. Mener des programmes de
172 plantation massive d'arbres pour stocker le carbone peut sembler pertinent, mais sur les terres de
173 qui ? Au détriment d'une activité agricole ? En les mettant à proximité des zones habitées ? Dans
174 les quartiers les plus riches, comme c'est déjà le cas, ou en permettant au plus grand nombre d'en
175 profiter ? De même, il est bien-fondé de développer les énergies renouvelables pour remplacer les
176 énergies fossiles. Problème : on n'assiste plutôt à une addition des sources d'énergie
177 (renouvelables *et* pétrole) qu'à leur substitution (renouvelables *au lieu du* pétrole) (Bihouix 2019).
178 Dans le meilleur cas, les sciences sociales sont vues comme un moyen d'augmenter
179 « l'acceptabilité sociale » de ces projets techniques, comme par exemple pour le déploiement du
180 compteur intelligent Linky (Danieli 2018). Dans le pire des cas, malheureusement encore trop
181 fréquent, les approches sociales, économiques, géographiques, sont ignorées. La lecture de
182 l'éditorial du fameux journal scientifique *Nature* de janvier 2022 est à cet égard troublante. Intitulé
183 « Comment les chercheurs peuvent aider à combattre le changement climatique en 2022 »
184 (*Nature* editorial 2022), il décrivait à quel point les sciences naturelles et leurs applications
185 contribueraient au développement d'innovations vertes, aux technologies de capture et de
186 stockage du CO₂, ou encore à l'amélioration de la production et de la distribution des énergies
187 renouvelables. Las, pas la moindre mention n'y était faite des sciences sociales. Heureusement, la
188 communauté de recherche en sciences sociales n'a pas attendu qu'on vienne la chercher pour
189 s'emparer du sujet.

190

191

192 **Atténuer et s'adapter aux changements climatiques : pas sans les sciences sociales**

193

194 La précédente section illustre l'importance des sciences naturelles pour la recherche climatique ;
195 cette section en fait autant pour les sciences sociales, comprises comme un ensemble de
196 disciplines variées « vouées à l'étude de l'être humain, de sa culture et de ses relations
197 économiques, politiques, et sociales avec son milieu » (Encyclopédie Canadienne 2006). Pour
198 introduire à la diversité des méthodes et objets d'études des sciences sociales, je reprends ici trois
199 exemples de travaux présentés lors du projet *Climat Social*. Ce cycle de conférences, retranscrites
200 en bandes dessinées, et soutenu par l'Université du Québec en Outaouais, a justement été créé
201 pour mieux mettre en avant les apports de ces disciplines sur la question. Dix conférencières et
202 conférenciers issus de la psychologie, de l'anthropologie, de la sociologie, de l'économie et bien
203 sûr de la géographie ont pu exposer des cas concrets de recherche sur l'atténuation et l'adaptation
204 aux changements climatiques. Les propos qui suivent présentent ainsi quelques-uns des résultats
205 d'une économiste, d'un géographe et d'une psychologue travaillant tous sur des socio-
206 écosystèmes différents et avec chacun leurs propres approches.

207

208 *Une politique publique pour adapter les littoraux français aux changements climatiques*

209

210 Les travaux d'Hélène Rey-Valette, économiste rattachée au Centre d'Économie de
211 l'Environnement de Montpellier, portent sur l'adaptation des littoraux aux changements
212 climatiques (Figure 1). En plus d'accélérer l'érosion côtière et de saliniser les nappes phréatiques la
213 remontée du niveau de la mer va amplifier les submersions marines, qu'elles soient permanentes
214 ou temporaires. Pour y faire face, plusieurs options d'adaptation non exclusives existent. La plus
215 répandue consiste à maintenir le trait de côte à l'aide de digues, ensablement, etc. Elle montre
216 cependant ses limites face à l'ampleur des submersions littorales et de l'érosion – en témoigne
217 l'impossible protection de l'immeuble du Signal à Soulac, dont les propriétaires ont été expropriés
218 en 2014. La gestion intégrée des zones côtières (GIZC) propose une autre option d'adaptation,
219 abandonnant le contrôle coûte que coûte du littoral, pour aller vers une gestion adaptative. Dans
220 ce cadre-là, la recomposition territoriale invite à relocaliser les infrastructures résidentielles ou de
221 transports dans les espaces rétrolittoraux. Pour l'économiste, étudier une politique publique de
222 cette ampleur dépasse les seules analyses coûts/bénéfices des différentes options d'adaptation.
223 Mme Rey-Valette étend ainsi ses recherches sur l'influence, à l'échelle individuelle, du changement
224 climatique sur des comportements d'achat immobilier. Dans une enquête menée en 2014, elle
225 interroge 400 Hyérois quant à l'évolution du prix de l'immobilier littoral et des assurances afin

226 d'évaluer la perception du risque de perte financière (Hélène Rey-Valette et al. 2018). Les
227 répondants du rétro littoral, légèrement surélevé, étaient beaucoup plus lucides quant aux impacts
228 négatifs de la remontée du niveau de la mer comparativement aux habitants du front de mer, qui
229 faisaient preuve d'un biais d'optimisme bien connu des psychologues de l'environnement. Ne
230 s'arrêtant pas à l'échelle individuelle, les recherches de l'économiste embrassent aussi la question
231 de la gouvernance de la GIZC. Elle évalue par exemple le besoin d'intégrer plusieurs communes
232 dans le développement de la recomposition territoriale. Dans une étude sur les communes de
233 Béziers, Valras et Vendres, elle montre comment des liens de solidarité économiques et
234 institutionnels unissent les habitants du front de mer avec ceux de l'arrière-pays (Hélène Rey-
235 Valette et Rulleau 2016). Ces derniers se déplacent sur les plages pour des activités récréatives
236 littorales, mais bénéficient des retombées économiques du tourisme (location durant les vacances,
237 vente de produits viticoles, etc.) On voit là l'intérêt d'approches économiques étendues des
238 individus aux territoires pour comprendre des biais cognitifs ou des dynamiques de solidarité. Sans
239 les sciences sociales, la recomposition littorale manquerait de bien des éléments essentiels à la
240 réussite de projets pilotes, indispensables pour bâtir la crédibilité de ces nouvelles politiques
241 d'adaptation.

242

243 **Figure 1. Première planche de la retranscription graphique d'un travail de recherche sur**
244 **l'adaptation des littoraux aux changements climatiques.** Bande dessinée de Camille Perron-
245 Cormier à partir de la conférence d'Hélène Rey-Valette (licence CC-BY-NC-SA). Réalisée dans le
246 cadre du projet Climat Social – UQO et disponible gratuitement sur le site du projet
247 (<https://climatbd.uqo.ca>).

248



249

250

251 *Ce que nos transitions énergétiques révèlent de nos rapports au vivant*

252

253 Olivier Labussière s'intéresse à une autre facette incontournable des changements climatiques : les
 254 transitions énergétiques, dans leur relation au territoire, au climat, et à la biodiversité. Ce géographe
 255 du laboratoire de sciences sociales Pacte, à Grenoble, déconstruit la vision de technologies
 256 énergétiques (renouvelables, mais aussi de sobriété, d'efficacité) présentées comme des solutions
 257 « neutres » au changement climatique, où le marché, l'environnement, le social seraient relégués au
 258 rang de problème. Considérant que l'arrivée d'une technologie énergétique va modifier les acteurs,
 259 les modes de discussion, les intérêts d'un territoire, il opte plutôt pour une approche par les
 260 collectifs socio-techniques. Avec son collègue sociologue Alain Nadaï, il décrit ces collectifs comme
 261 les acteurs (individus, organisations sociales), les écosystèmes, les êtres vivants, concernés par le
 262 développement d' éoliennes, d'hydroliennes, de gaz de houille, etc. colonisant l'espace terrestre
 263 sous terre, en mer, en l'air. Dans une étude sur le partage du vent entre les oiseaux et les éoliennes

264 dans le massif des Corbières, il dépeint comment la hausse de la puissance d'un parc éolien suscite
265 de nouveaux modes de mesure et de comptage de l'environnement, en l'occurrence ornithologique
266 (Labussière et Nadaï 2011). Le développeur du projet a ainsi fait appel à des naturalistes de la Ligue
267 de Protection des Oiseaux (LPO). Plutôt que de recourir à l'habituelle méthode de comptage des
268 oiseaux en fonction du statut de conservation de leur espèce, les ornithologues se sont installés au
269 pied des éoliennes pour observer les comportement individuels de vol. Certains oiseaux
270 s'épuisaient, tournant longuement sans savoir comment franchir les éoliennes. Mais trois stratégies
271 plus fines d'évitement des infrastructures ont pu être notées : voler directement vers les éoliennes
272 et passer à travers les pales ; se détourner vers les Pyrénées au risque d'un long et coûteux détour ;
273 ou passer au-dessus de la Méditerranée au risque de perdre le bénéfice des thermiques favorables
274 au vol. La méthode d'observation a ainsi évolué depuis un oiseau considéré pour son espèce à un
275 individu suivi pour lui-même. Disposant d'une spatialisation fine des micro-corridors migratoires,
276 le développeur éolien a alors pu établir très précisément les éoliennes pour éviter et diminuer les
277 impacts sur la faune aviaire. Une fois encore, la recherche sur la production d'énergie renouvelable
278 pourrait se cantonner à des considérations techniques. Les sciences sociales permettent de prendre
279 du recul ; en évitant une description simpliste des conséquences des transitions énergétiques en
280 cours, elles offrent une lecture de nos liens aux espaces partagés par des collectifs socio-techniques.

281

282 *Le Québec face aux impacts psychosociaux des aléas climatiques*

283

284 Avec des collègues de l'Institut National de Santé Publique du Québec, Louise Pouliot a
285 récemment recensé les impacts psychosociaux des événements météorologiques extrêmes au
286 Québec. Cette docteure en psychologie s'est particulièrement attachée à décrire comment vagues
287 de chaleur, inondations, tempêtes ou feux de forêts vont affecter les travailleurs au contact direct
288 des conséquences de ces catastrophes. Employés des services policiers, pompiers, d'ambulance,
289 vétérinaires, mais aussi des infrastructures de communication par exemple, risquent ainsi de faire
290 face de plus en plus fréquemment à la récupération de cadavres, à l'exposition des récits de
291 victimes sinistrées, aux décès de proches, mais aussi à l'éloignement de leur famille, à des horaires
292 atypiques de travail ou à l'effritement du tissu social par exemple (Adam-Poupart et al. 2019). À
293 court ou long terme, le contrecoup peut aller de la dérégulation des émotions à une détresse
294 psychologique, des troubles de stress aigus, ou à l'abus d'alcool ou de médicaments. Des
295 répercussions professionnelles sont aussi possibles avec des conflits au travail, ou un retrait plus
296 ou moins direct de ses missions : démission, réorientation professionnelle, retraite précoce, voire
297 présentéisme (aller au travail mais n'y rien faire). Les sciences sociales ont ici aussi un rôle

298 important à jouer pour comprendre les facteurs modérateurs ou amplificateurs des impacts
299 psychosociaux, comme l'âge, l'existence d'un trauma préalable, la formation, etc., et pour
300 contribuer aux politiques psychosociales de prévention des risques et de suivi à long terme des
301 intervenants les plus vulnérables. L'étude menée sur la période 2007-2017 de l'équipe québécoise
302 pose les bases d'une sensibilisation accrue du réseau de la santé du travail.

303

304 Quoique succincts, ces trois exemples de travaux en sciences sociales résument l'essentiel : la
305 réflexivité propre à ces disciplines offre un recul bienvenu pour saisir à quel point il n'y a pas de
306 processus d'atténuation ou d'adaptation « en soi ». Au contraire, les projets sociotechniques
307 s'insèrent dans des histoires, des lieux, des relations synergétiques ou antagonistes entre individus
308 ou organisations, et s'écartent bien vite de la prétendue neutralité scientifique tant recherchée
309 dans les sciences naturelles. Heureusement, malgré l'écart entre des disciplines aux régimes de
310 « preuve » si différents, il existe des recherches tissant des liens étroits entre des personnes
311 travaillant en sciences naturelles et en sciences sociales.

312

313 **Recherche climatique interdisciplinaire : quelques aperçus tirés des jeux sérieux**

314

315 *La modélisation d'accompagnement, une approche interdisciplinaire pour la recherche environnementale*

316

317 La réelle question n'est donc pas de savoir si les recherches environnementales doivent privilégier
318 les sciences naturelles ou les sciences sociales : elles se complètent l'une l'autre. En revanche, il
319 importe de se demander comment y ajouter des projets interdisciplinaires, intégrant pleinement
320 les deux. D'un point de vue théorique, l'interdisciplinarité peut être comprise comme une
321 hybridation des méthodes, des fondements théoriques qui assemble des démarches et des
322 concepts issus de disciplines variées (Mathieu 2018). D'autres distinguent l'interdisciplinarité de
323 proximité, entre disciplines cousines (géologie-chimie, biologie-physique, etc.), de
324 l'interdisciplinarité élargie (anthropologie-écologie, sociologie-climatologie, etc.).

325 Quelle que soit la définition adoptée, l'interdisciplinarité est maintenant un objectif affiché jusque
326 dans les institutions de recherche, comme en témoignent de multiples exhortations dans des
327 dossiers de financement ou des appels à communication. En 2021, le CNRS lançait par exemple
328 un appel à projet « Changement Climatique, Défis Environnementaux et Mathématiques ». Les
329 critères d'éligibilité stipulaient que « L'interdisciplinarité, la prise de risque et le caractère
330 exploratoire seront les critères pris en compte dans la sélection des projets. » (INSMI 2021).

331 Je présente donc ici une méthodologie de recherche propice à l'interdisciplinarité : la
332 modélisation d'accompagnement, aussi nommée « ComMod » pour *companion modelling* (Abrami et
333 al. 2015). ComMod est utilisée à des fins de recherche, de formation ou de discussions et
334 négociations relatives à la gestion d'écosystèmes variés gérés par des humains (littoraux, forêts,
335 zones humides ou plaines agricoles, etc.). L'approche débute le plus souvent par l'implication de
336 diverses parties prenantes afin de définir un modèle conceptuel de l'environnement d'intérêt : qui
337 fait quoi dans la gestion de pâturages, dans l'entretien d'un réseau d'irrigation, d'une pêcherie ?
338 Quand et comment peut-on changer les décisions ? Les « ComModiens » utilisent ensuite ce
339 modèle conceptuel pour créer un jeu sérieux. Bien souvent, il s'agit d'un atelier regroupant des
340 parties prenantes autour d'une carte, informatisée ou non, fidèle au territoire ou bien générique,
341 qui fait office de plateau de jeu. Chacun se voit alors attribuer un rôle et des actions possibles afin
342 de mener à bien des missions qui lui sont attribués ou qu'il peut décider de lui-même. Le cœur de
343 cette démarche, pour en citer la charte éthique, est de s'adapter « à la complexité et à l'ouverture
344 des systèmes étudiés », approche pertinente pour l'étude des changements climatiques.

345

346 *Un jeux sérieux pour s(t)imuler l'adaptation aux changements climatiques des forestiers français*

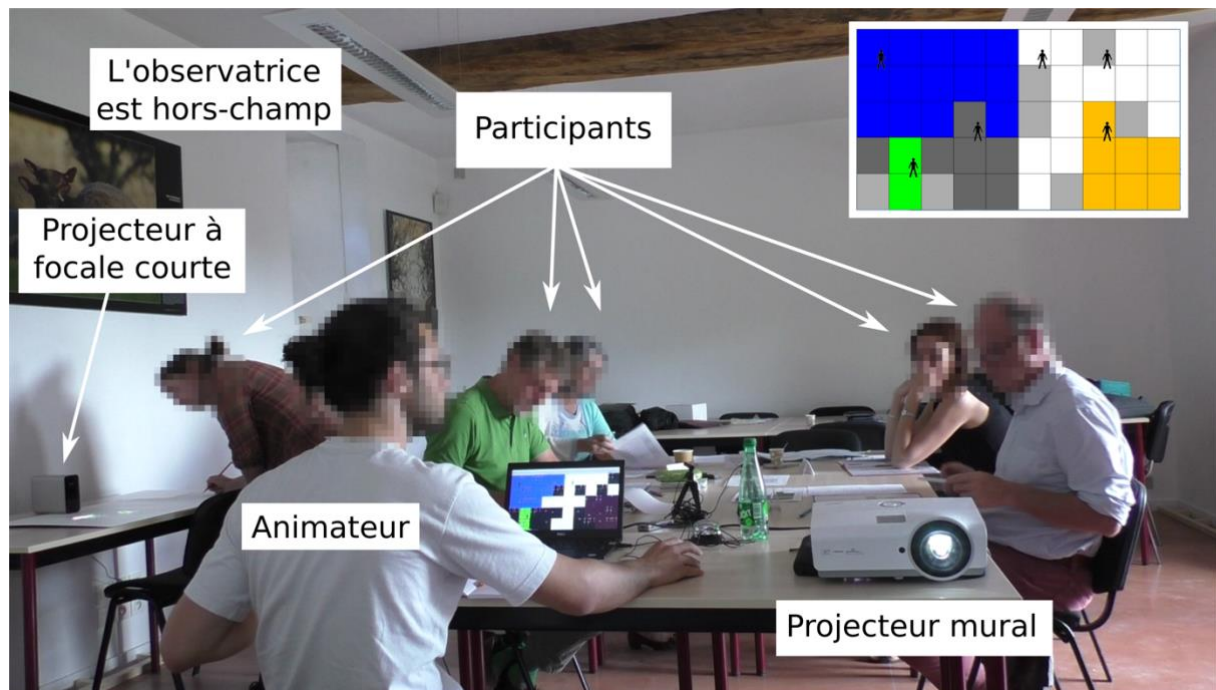
347

348 *Foster Forest* est un jeu sérieux créé dans l'esprit de ComMod pour simuler et stimuler l'adaptation
349 aux changements climatiques des forestiers, et plus particulièrement des adaptations non-
350 techniques (ex : économiques, organisationnelles) (Fouqueray et al. 2022). Son modèle conceptuel
351 a été développé avec des employés de l'office national des forêts, des élus de communes
352 possédants des forêts, ou encore des propriétaires de forêts privées, qui ont décrit qui fait quoi
353 dans la gestion forestière, mais aussi quelles sont les dynamiques sociales, économiques ou
354 climatiques influant le devenir des forêts (ex : chasse, dérèglement climatique, pression des
355 habitants pour une « belle » forêt). Ce modèle conceptuel a donc ensuite été transcrit en un jeu
356 sérieux consistant en un atelier d'une demi-journée, réunissant des propriétaires privés, un(e)
357 agent de l'ONF, un(e) élu(e) municipal(e) et un(e) gestionnaire d'espace naturel protégé autour
358 d'une simulation informatique d'un massif forestier (Figure 2). Durant l'atelier, chacun des
359 joueurs devra prendre des décisions de gestion forestière, dans un contexte où chaque nouveau
360 tour de jeu est le théâtre de dérèglements climatiques très forts (difficultés de régénération,
361 sécheresses). *Foster Forest* s'intéresse à la manière dont les participants diversifient ou pas leur
362 gestion forestière : est-ce à l'échelle de leurs propres parcelles, du massif entier ? Est-ce
363 individuellement, en tentant de modifier les politiques publiques, les marchés de bois ou de
364 carbone, ou en mettant en place d'autres types d'actions collectives ?

365

366 **Figure 2. Disposition d'un atelier Foster Forest.** Les cinq participants ont à un disposition un
367 livret de jeu, que certains consultent. Encart blanc : capture d'écran de la carte des propriétés,
368 affichée par vidéo-projection. (Source : Timothée Fouqueray)

369



370

371

372 Au total, neuf sessions de l'atelier *Foster Forest* ont eu lieu entre début mai et fin juillet 2019. Elles
373 ont eu lieu grâce à l'appui de parcs naturels régionaux (PNR) et d'agents du Centre National de la
374 Propriété Forestière, dans des massifs forestiers allant des Pyrénées à la Normandie, et des
375 Vosges aux Landes. Chaque partie a présenté des spécificités, qui ont fortement dépendu des
376 participants. Toutefois, des grandes tendances ont pu se détacher de l'ensemble des sessions
377 jouées, et de leur comparaison.

378 L'analyse des sessions de jeu s'est fondée sur le visionnage et l'écoute des enregistrements des
379 parties, et largement sur le contenu des débriefs suivant chaque partie. Dans les échanges des
380 participants entre eux, les changements climatiques sont bien identifiés comme un facteur de
381 risque pour la gestion des forêts privées et publiques en France. Cependant, ces changements
382 sont une préoccupation moins « urgente » que le déséquilibre forêt-gibier et la pression sociale
383 (refus des coupes). La pression sociale a surtout été mentionnée dans les régions à fort enjeux
384 paysager (ex : site UNESCO de la chaîne des Puys, en Auvergne). Durant une session, des
385 participants sont allés jusqu'à proposer la mise en place d'un programme de sensibilisation des
386 habitants à la gestion forestière, afin d'éviter des frictions relatives à la récolte de bois.

387 Le jeu était néanmoins conçu pour facilement atteindre un équilibre sylvo-cynégétique
388 satisfaisant, et se focaliser sur les problèmes climatiques. Pour cela, la plupart des participants ont
389 modifié leur gestion forestière à l'instar de ce qui se fait « dans la vraie vie », en diminuant la
390 densité des parcelles grâce à des éclaircies fortes et en favorisant les essences les moins sensibles à
391 la sécheresse lors des phases de régénération, chêne sessile en tête. Ceci étant, le scénario
392 climatique très fort du jeu ne permettait pas non plus aux participants d'enrayer la perte de capital
393 sur pied, même en mettant en place les adaptations sylvicoles détaillées ci-dessus. Plutôt que de
394 vouloir surmonter les aléas climatiques (parasites, tempêtes, sécheresses), certains participants ont
395 alors privilégié une approche « résiliente », dans laquelle les parcelles atteintes sont tout de même
396 capables de continuer à produire du bois après un problème climatique. Ces participants ont mis
397 en œuvre une gestion forestière basée sur le mélange d'essences et d'âges.

398 Au-delà de la confirmation de ces résultats, les sessions *Foster Forest* ont apporté de nouveaux
399 éclairages sur l'adaptation aux changements climatiques en forêt française. Même si elles étaient
400 rares, des adaptations non-techniques ont été proposées. En particulier, les contrats de
401 conservation d'îlots de sénescence ont été vus comme un moyen de diversifier les sources de
402 revenus. Le but était ainsi de moins dépendre de la production de bois, fortement dépendante
403 d'aléas climatiques. Dans la même lignée, et dans quatre sessions de jeu, des contrats pour le
404 stockage du carbone ont été créés. Ils étaient fondés sur des obligations de moyens (souvent des
405 itinéraires sylvicoles préservant le sol et comprenant des clauses biodiversité), et non pas de
406 résultats, afin de tenir compte des incertitudes du scénario climatique. Cette innovation a
407 principalement émané des joueurs ayant un rôle « non-forestier » (élus et gestionnaires d'espaces
408 naturels), dont la mission de maintien de la qualité de l'eau ou de création d'un réseau écologique
409 impliquait une vision à de grandes échelles spatiales.

410 Au-delà de sa construction interdisciplinaire, *Foster Forest* est un exercice transdisciplinaire, à
411 savoir de dialogue entre savoirs académiques et locaux, issus du vécu des participants. Ce type
412 d'échange entre des participants et une équipe scientifique permet aux premiers de revenir sur les
413 choix de modélisation (ex : scénario climatique, rythme du jeu), ou aux seconds de disposer
414 d'illustrations concrètes des effets du changement climatique dans les boisés des joueurs. Le jeu
415 devient là prétexte à une discussion plus générale, et bien qu'il n'ait pas été conçu afin de
416 convaincre d'éventuels climato-sceptiques, il pourrait alors offrir un espace de délibération
417 mêlant études universitaires et observations de terrain.

418

419 *Commod, toute une interdisciplinarité de personnes, de méthodes et de données*

420

421 L'exemple précédent offre un cas parmi d'autres d'interdisciplinarité. En l'occurrence, il s'agit
422 pour une personne à la formation interdisciplinaire de rassembler au sein d'un même outil, le jeu
423 sérieux, des modèles écologiques de croissance forestière, un scénario climatique, tout en
424 construisant les règles du jeu autour du fonctionnement juridique, économique et social de la
425 gestion forestière française.

426 Cette forme d'interdisciplinarité, plutôt fréquente pour les doctorants, co-existe aux côtés
427 d'autres approches plus répandues chez des chercheurs en poste. De nombreux projets de
428 modélisation d'accompagnement rassemblent ainsi des profils disciplinaires au sein d'une même
429 équipe. La simulation participative LittoSim en est un bon exemple : des géographes,
430 géomaticiens, informaticiens, sociologues et océanographes se partagent les diverses tâches
431 comme le codage, la facilitation, mais aussi la récolte et l'analyse des données recueillies (Becu et
432 al. 2017; Amalric et al. 2015). La diversité des contributeurs permet aussi bien d'intégrer des
433 informations relatives à la submersion marine que des règlements municipaux d'aménagement du
434 territoire. L'intérêt est fort aussi pour l'analyse des ateliers, puisqu'une telle équipe peut autant
435 enquêter sur les échanges oraux que sur le langage non-verbal des participants, ou encore
436 compiler les résultats de nombreuses parties pour une étude statistique.

437 De nombreux autres jeux sérieux sont ainsi conçus par des équipes interdisciplinaires sur tous les
438 continents et pour des socio-écosystèmes littoraux, mais aussi forestiers, agricoles, montagnards,
439 etc. À chaque fois, le projet ne saurait avoir lieu sans une connaissance disciplinaire préalable des
440 enjeux environnementaux (ex : modalités de reproduction d'un oiseau protégé, dynamique
441 hydrologique de zones inondables, ...) et sociaux (ex : importance économique de l'élevage, place
442 des tabous religieux dans le déploiement d'une technologie, ...). L'interdisciplinarité complète la
443 compréhension du système considéré en liant ces connaissances, et le cas échéant en facilitant
444 l'accompagnement des participants éventuels par la prise en compte de toutes les dimensions du
445 problème.

446

447

448 **Conclusion**

449

450 Sciences naturelles et sciences sociales sont complémentaires pour l'étude des changements
451 climatiques, de leurs conséquences, de l'atténuation et de l'adaptation ; des projets
452 interdisciplinaires permettent de mieux saisir les liens entre des dynamiques environnementales et
453 socio-économiques. Voilà les deux grands messages que cet article a tenté d'illustrer, en prenant
454 divers exemples dont celui des jeux sérieux inspirés de la modélisation d'accompagnement.

455 L'intégration des sciences sociales aux études climatiques évolue lentement, malgré des appels
456 récurrents à leur meilleure reconnaissance (interdisciplinaire ou non). Des améliorations sont
457 toutefois notables, en particulier auprès d'un nombre croissant de jeunes chercheurs plus attirés
458 par la thématique climatique que par une discipline ou une méthode donnée (Chassé, Cogos, et
459 Fouquieray 2020). Mon propre parcours en est un exemple : des stages de maîtrise en biologie
460 m'ont mené à étudier les impacts de la pêche à l'échelle mondiale sur la diversité des poissons
461 coralliens, ou encore à déterminer si une plus grande diversité de végétaux facilitait ou empêchait
462 l'implantation de plantes exotiques envahissantes dans les prairies européennes. Malgré l'intérêt
463 de ces expériences, je ressentais parfois la frustration de ne pas plus étudier les dynamiques socio-
464 économiques menant à des situations problématiques pour l'environnement. Après une année
465 d'introduction aux sciences politiques, j'ai alors mené une thèse interdisciplinaire sur l'adaptation
466 des forestiers français aux changements climatiques, co-encadrée par une écologue et un
467 économiste.

468 Il reste néanmoins des inerties plus délicates à surmonter pour encourager le dialogue
469 disciplinaire et interdisciplinaire entre sciences naturelles et sciences sociales, comme la
470 prédominance de l'anglais dans les articles interdisciplinaires sur le changement climatique. Des
471 contingences historiques expliquent en partie cela. Ainsi, en 2009, un petit événement
472 académique a lieu pour l'interdisciplinarité dans la recherche environnementale : l'Américaine
473 Elinor Ostrom reçoit le « prix Nobel » en sciences économiques pour ses travaux sur la gestion
474 en commun des forêts, nappes phréatiques, pêcheries. Ceci a encore renforcé la notoriété de ses
475 travaux, publiés en anglais, parmi les écologues que rien n'encourage à publier en français.

476 Mais plutôt que de voir le verre à moitié plein, présumons du succès de différentes pistes pour
477 remédier à cette situation. Certaines sont évidentes, comme le renforcement en sciences sociales
478 des cursus universitaire de biologie, géologie, etc. D'autres sont plus spécialisées, comme la
479 possibilité d'afficher deux disciplines sur les diplômes doctoraux (par exemple avec une majeure
480 et une mineure).

481 Une chose est sûre : a priori, le dialogue entre disciplines semble inconfortable. Et pourtant, si
482 vous achevez la lecture de cet article, c'est (je l'espère) que vous rejoignez l'avis des nombreuses
483 personnes qui s'y sont essayé : disposer d'une vision globale est indispensable pour appréhender
484 des objets d'études aussi complexes que le dérèglement climatique.

485

486

487 **Références**

488

489 Abrami, Géraldine, Fabrice Allier, Sandra Arrault, Cécile Barnaud, Olivier Barreteau, Nicolas
490 Becu, Pierre Bommel, et al. 2015. *La modélisation d'accompagnement: partager des représentations,*
491 *simuler des dynamiques.* INRA. FormaSciences 4. Paris: Michel Étienne.

492 Adam-Poupart, Ariane, Louise Pouliot, Leylà Deger, Marie-Pascale Sassine, et Maxime Boivin.
493 2019. « Impacts psychosociaux négatifs des vagues de chaleur, des inondations, des feux
494 de forêt et des tempêtes chez les travailleurs du Québec ». Québec: Institut National de
495 santé publique du Québec.
496 [https://www.inspq.qc.ca/sites/default/files/publications/2643_impacts_psychosociaux_](https://www.inspq.qc.ca/sites/default/files/publications/2643_impacts_psychosociaux_chaleur_inondation_feux_tempetes_travailleurs.pdf)
497 [chaleur_inondation_feux_tempetes_travailleurs.pdf](https://www.inspq.qc.ca/sites/default/files/publications/2643_impacts_psychosociaux_chaleur_inondation_feux_tempetes_travailleurs.pdf).

498 Amalric, Marion, Brice Anselme, Nicolas Bécu, Nicolas Marilleau, et Frédéric Rousseaux. 2015.
499 « LittoSIM | Simulation participative pour la sensibilisation des acteurs de l'aménagement
500 du littoral face au risque de submersion marine ». 2015. <https://littosim.hypotheses.org/>.

501 Becu, Nicolas, Marion Amalric, Brice Anselme, Elise Beck, Xavier Bertin, Etienne Delay,
502 Nathalie Long, Nicolas Marilleau, Cécilia Pignon-Mussaud, et Frédéric Rousseaux. 2017.
503 « Participatory Simulation to Foster Social Learning on Coastal Flooding Prevention ».
504 *Environmental Modelling & Software* 98 (décembre): 1-11.
505 <https://doi.org/10.1016/j.envsoft.2017.09.003>.

506 Bihouix, Philippe. 2019. « La transition énergétique peut-elle être low-tech ? » *Revue internationale et*
507 *stratégique* 113 (1): 97-106.

508 Boyer, Pierre C., Thomas Delemotte, Germain Gauthier, Vincent Rollet, et Benoît Schmutz.
509 2020. « Les déterminants de la mobilisation des Gilets jaunes ». *Revue économique* 71 (1):
510 109-38.

511 Chassé, Pierre, Sarah Cogos, et Timothée Fouqueray. 2020. « La thèse interdisciplinaire en
512 sciences de l'environnement, des défis à relever et des opportunités à saisir : regards de
513 doctorants ». *Natures Sciences Sociétés* 28 (2): 159-68.
514 <https://doi.org/10.1051/nss/2020037>.

515 Danieli, Aude. 2018. « La "mise en société" du compteur communicant. Innovations,
516 controverses et usages dans les mondes sociaux du compteur d'électricité Linky en
517 France ». Theses, Université Paris Est Marne-la-vallée. [https://hal.archives-](https://hal.archives-ouvertes.fr/tel-02147442)
518 [ouvertes.fr/tel-02147442](https://hal.archives-ouvertes.fr/tel-02147442).

519 Daumas, Louis. 2020. « L'effet-rebond condamne-t-il la transition à l'échec ? » *Regards croisés sur*
520 *l'économie* 26 (1): 189-97.

521 Encyclopédie Canadienne. 2006. « Sciences sociales ». L'Encyclopédie Canadienne. 7 février
522 2006. <https://www.thecanadianencyclopedia.ca/fr/article/sciences-sociales>.

523 Fouqueray, Timothée. 2022. « Climat Social, bandes dessinées et changement climatique ». 2022.
524 <https://climatbd.uqo.ca/>.

525 Fouqueray, Timothée, Julie Latune, Michel Trommetter, et Nathalie Frascaria-Lacoste. 2022.
526 « Interdisciplinary Modeling and Participatory Simulation of Forest Management to
527 Foster Adaptation to Climate Change ». *Environmental Modelling & Software* 151 (mai):
528 105338. <https://doi.org/10.1016/j.envsoft.2022.105338>.

529 INRAE. 2020. « Des sécheresses récurrentes fragilisent les forêts ». INRAE Institutionnel. 24
530 août 2020. <https://www.inrae.fr/actualites/secheresses-recurrentes-fragilisent-forets>.

531 INSMI. 2021. « Appel à Projet 2021 Changement Climatique, Défis Environnementaux et
532 Mathématiques ». 2021. [https://www.insmi.cnrs.fr/fr/appel-projet-2021-changement-](https://www.insmi.cnrs.fr/fr/appel-projet-2021-changement-climatique-defis-environnementaux-et-mathematiques)
533 [climatique-defis-environnementaux-et-mathematiques](https://www.insmi.cnrs.fr/fr/appel-projet-2021-changement-climatique-defis-environnementaux-et-mathematiques).

534 IPCC. 2022. « Summary for Policymakers ». In *Climate Change 2022: Impacts, Adaptation, and*
535 *Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Sixth Assessment Report of the*
536 *Intergovernmental Panel on Climate Change*, édité par H.-O. Pörtner, D.C. Roberts, E.S.
537 Poloczanska, K. Mintenbeck, M. Tignor, A. Alegría, M. Craig, et al., Cambridge
538 University Press.

- 539 Keeling, Charles D., Robert B. Bacastow, Arnold E. Bainbridge, Carl A. Ekdahl Jr., Peter R.
540 Guenther, Lee S. Waterman, et John F. S. Chin. 1976. « Atmospheric carbon dioxide
541 variations at Mauna Loa Observatory, Hawaii ». *Tellus* 28 (6): 538-51.
542 <https://doi.org/10.3402/tellusa.v28i6.11322>.
- 543 Labussière, Olivier, et Alain Nadaï. 2011. « Expérimentations cartographiques et devenir
544 paysagers : la planification éolienne de la Narbonnaise (Aude) ». *Espaces et sociétés* 146 (3):
545 71-92.
- 546 Mathieu, Nicole. 2018. « Pratiquer l'interdisciplinarité : pourquoi persister ? » *Revue électronique des*
547 *sciences humaines et sociales.*, février. [https://www.espacestemp.net/articles/pratiquer-](https://www.espacestemp.net/articles/pratiquer-linterdisciplinarite-persister/)
548 [linterdisciplinarite-persister/](https://www.espacestemp.net/articles/pratiquer-linterdisciplinarite-persister/).
- 549 Nature editorial. 2022. « How Researchers Can Help Fight Climate Change in 2022 and
550 Beyond ». *Nature* 601 (7891): 7-7. <https://doi.org/10.1038/d41586-021-03817-4>.
- 551 ONERC. 2015. *L'arbre et la forêt à l'épreuve d'un climat qui change*. La Documentation française. Paris,
552 France: Observatoire national sur les effets du réchauffement climatique.
553 <https://www.ladocumentationfrancaise.fr/catalogue/9782110097668/index.shtml>.
- 554 Rey-Valette, Hélène, Marie-Laure Lambert, Gisèle Vianey, Bénédicte Rulleau, Camille Andre, et
555 Nicole Lautredou-Audouy. 2018. « Acceptabilité Des Relocalisations Des Biens Face à
556 l'élévation Du Niveau de La Mer : Perceptions de Nouveaux Dispositifs de Gouvernance
557 Du Foncier ». *Géographie, Économie, Société* 20 (2018/3): 359.
558 <https://doi.org/10.3166/ges.2018.0005>.
- 559 Rey-Valette, Hélène, et Bénédicte Rulleau. 2016. « Gouvernance des politiques de relocalisation
560 face au risque de montée du niveau de la mer ». *Développement durable et territoires*, n° Vol. 7,
561 n°1 (avril). <https://doi.org/10.4000/developpementdurable.11282>.
562