

LOUIS BACHELIER

L'actualité économique et financière vue par la recherche

Climat :
des défis économiques et financiers
analysés par la recherche



Énergies fossiles :
« Il est nécessaire d'avoir
une révolution avec
une logique de transition »



4

Entretien avec
Anna Creti

**L'ajustement carbone
aux frontières de l'Union
Européenne est-il favorable
pour l'environnement ?**

10



D'après un entretien
avec Aliénor Cameron

**Pourquoi la transition
énergétique doit être soutenue
par des institutions financières
publiques ?**

12



D'après un entretien
avec Dominique Plihon et Sandra Rigot

Finance verte :
« L'aspect lié aux données
reste prépondérant »

14



Entretien avec
Peter Tankov et Stéphane Voisin

Finance verte :
« L'offre de fonds responsables
peut contribuer à une prise
de risque accrue
des investisseurs »

16



Entretien avec
Marie Brière

**Quels sont les effets
du diagnostic de performance
énergétique sur le marché
immobilier ?**



18

D'après un entretien
avec Édouard Civel

**Quels sont les enjeux de la
réglementation européenne
sur le recyclage des batteries
électriques ?**

20



D'après un entretien
avec Quentin Hoarau et Étienne Lorang

**Comment l'hydrogène
peut-il accompagner la
décarbonation des transports ?**



22

D'après un entretien
avec Jean-Pierre Ponsard



Publication de l'Institut Louis Bachelier – Palais Brongniart, 28 place de la Bourse 75002 Paris
Tél. 01 73 01 93 40 – www.institutlouisbachelier.org – www.louisbachelier.org

Directeur de la publication: Jean-Michel Beacco

Rédacteur en chef: Ryadh Benlahrech (ryadh.benlahrech@institutlouisbachelier.org)

Secrétariat de rédaction, conception et réalisation:

Eux Production – Tél. 06 64 49 79 72 – www.euxproduction.com

Imprimeur Kava: 42 rue Danton – 94270 Le Kremlin-Bicêtre – Tél. 06 14 32 96 87



Les espoirs entraperçus, en 2020, au cours de la première vague de la pandémie de la Covid-19 - durant laquelle les émissions de carbone ont diminué en raison des confinements et de l'arrêt des économies - se sont malheureusement rapidement dissipés. De fait, l'année 2021 a été l'une des cinq années les plus chaudes jamais enregistrées, selon Copernicus, le programme européen d'observation de la Terre. Sur le front des catastrophes naturelles, hélas trop nombreuses (tempêtes aux États-Unis, dômes de chaleur au Canada, inondations en Europe...), la situation est également critique. En plus des nombreuses pertes humaines, elles auraient coûté 170 milliards de dollars, selon les estimations d'une ONG britannique, un triste record historique!

Au-delà de ces chiffres bruts des plus alarmants, l'insuffisance de la mobilisation internationale, le manque de volontarisme de certains pays ou dirigeants politiques, ainsi que les problématiques liées aux mutations économiques font parties des causes probables de l'immobilisme climatique. Cependant, pour contrebalancer ces écueils et garder un brin d'optimisme, on peut notamment constater le rôle notable de l'Europe sur les questions climatiques qui compte poursuivre davantage ses efforts, ainsi que la flambée des coûts des énergies fossiles qui deviennent de moins en moins compétitives, en plus d'être particulièrement polluantes. Et peut-être que ce mouvement haussier sur les prix permettra de développer encore plus d'innovations bas-carbone, voire de réduire enfin l'utilisation des énergies fossiles.

À l'Institut Louis Bachelier, notre objectif est de contribuer à l'essor d'une économie et d'une finance au service du développement durable, par le biais de la recherche académique d'excellence. Cette contribution se manifeste notamment par les activités de nos différents programmes de recherche traitant de la transition environnementale comme le programme interdisciplinaire Green and Sustainable Finance, la Chaire Économie du Climat, la Chaire Énergie & Prospérité... En outre, des conférences et séminaires sont régulièrement organisés pour échanger et débattre des recommandations de la recherche pour favoriser une transition bas-carbone. D'ailleurs, notre prochain Risks Forum, les 21 et 22 mars prochains, sera consacré aux risques climatiques et à la transition verte.

Et dans ce nouveau numéro des Cahiers Louis Bachelier, vous aurez un aperçu non exhaustif de travaux de recherche sur le climat effectués au sein de notre réseau. Cette publication met ainsi en exergue plusieurs sous-thématiques en lien avec le réchauffement climatique : la coopération internationale, le rôle de l'Europe, la finance verte, la rénovation thermique des bâtiments ou encore la mobilité durable.

Bonne lecture!



Jean-Michel Beacco,
délégué général de
l'Institut Louis Bachelier (ILB)

ÉNERGIES FOSSILES : « IL EST NÉCESSAIRE D'AVOIR UNE RÉVOLUTION AVEC UNE LOGIQUE DE TRANSITION »

Le réchauffement climatique constitue un défi sans précédent dans l'Histoire de l'humanité et engendre de grandes incertitudes sur le fonctionnement à venir de nos sociétés. Parmi elles figurent l'économie, qui est et sera bouleversée par la hausse des températures. Pour alimenter les réflexions et produire des recommandations scientifiques, la Chaire Économie du Climat a été lancée en 2010. Elle regroupe des chercheurs académiques de renom et forme des jeunes chercheurs sur cette thématique d'une importance cruciale pour les générations actuelles et futures. Il faut dire que les sujets de recherche ne manquent pas : le marché du carbone et les innovations technologiques, les transitions énergétiques ou encore l'agriculture et la forêt. En parallèle, les connaissances scientifiques évoluent, l'urgence climatique se fait davantage ressentir et les débats politiques pour y remédier s'accroissent, comme l'attestent la COP26 et les discussions dans l'Union Européenne. Pour y voir plus clair sur ces sujets, Anna Creti, directrice de la Chaire Économie du Climat a répondu aux questions de l'ILB.

ILB : Le bilan de la COP26 de Glasgow semble peu convaincant. Surtout que la trajectoire de l'Accord de Paris s'éloigne davantage. Quelle est votre analyse à chaud ?

Anna Creti : Il y a deux façons d'évaluer ex post un sommet diplomatique et politique comme la COP. La première est liée aux éléments objectifs en termes d'émissions de gaz à effet de serre. L'un des enjeux de la COP26 portait sur la réactualisation et l'augmentation des engagements des pays pour limiter leurs émissions, qui sont regroupés dans les contributions nationales déterminées (NDC). Or, plusieurs d'entre eux ont indiqué leurs objectifs quasiment en temps réel durant ce sommet. De ce point de vue, la cohérence et la compatibilité avec l'Accord de Paris sont clairement négatives. Toutefois, ce n'est pas une réelle surprise, car il n'y avait pas de consensus sur l'atteinte de cette trajectoire de 1,5 degré, qui est très radical par rapport au fonctionnement actuel de nos économies. Cela étant dit, la COP reste tout de même un événement officiel en permettant d'établir un constat et un état des lieux de la situation climatique. Toujours du côté des négociations officielles, un point important à relever concerne la finance. Parmi les objectifs de la COP26, des discussions sur l'alinéa 6 de l'article 6 de l'Accord de Paris étaient prévues. Cet article est très important, car il mentionne les instruments économiques à décliner pour lutter contre le réchauffement climatique, en particulier les prix et les taxes sur le carbone dont les avancées sont très lentes. Une petite percée a pu être faite sur la comptabilisation des émissions pour éviter les doubles comptages et permettre

ainsi la compensation des émissions. Cependant, les points de blocage les plus importants subsistent et devraient le rester.

Le deuxième élément d'évaluation porte sur la dimension politique et diplomatique des échanges entre les différents pays et la protection de leurs intérêts nationaux. Ceux-ci montrent clairement que les ambitions sont de natures très différentes et très hétérogènes. Néanmoins, dans les coulisses des accords multilatéraux, certains échanges positifs ont lieu. Et dans le cas de la COP26, c'est la première fois que les émissions de méthane, les moteurs thermiques et la sensibilisation à la déforestation sont abordés. Même si ces termes ne sont pas explicitement mentionnés dans l'accord final de la COP, ils ont fait l'objet de discussions et ont été intégrés à des accords multilatéraux comprenant plusieurs pays. En clair, la COP doit être jugée dans la continuité de ses progrès.

ILB : Le semblant de rapprochement sur l'urgence climatique entre les États-Unis et la Chine est-il le porteur d'espoir ?

Anna Creti : Ce n'est pas la première fois qu'un tel rapprochement se produit. Juste avant la COP21 de Paris, il y a eu un accord entre les présidents américain et chinois. Il est vrai que ces deux pays font pencher les équilibres dans les négociations et ils en ont conscience. Ce rapprochement reste symbolique et politique, même si une nouveauté intéressante concerne l'engagement de la Chine vers une neutralité carbone d'ici à 2060. Si ce type d'accord permet d'apaiser les tensions dans les négociations, il ne rajoute que des objectifs sans moyen supplémentaire.



Anna Creti est professeur à l'Université Paris Dauphine-PSL et directrice de la Chaire Économie du Climat. Elle est titulaire d'un doctorat de la Toulouse School of Economics et d'un post-doc de la London School of Economics. Coéditrice de la revue *Energy Economics*, elle publie régulièrement des articles de recherche dans les plus grandes revues économiques.

ILB : Certains grands pollueurs comme le Brésil ou la Russie n'ont pas beaucoup augmenté leurs contributions à la réduction des émissions de gaz à effet de serre. Les efforts supplémentaires d'autres pays peuvent-ils compenser le manque d'engagement de ces deux grands pays producteurs d'énergies fossiles ?

Anna Creti : Les pays qui en font le plus sur l'engagement climatique ne sont pas ceux qui émettent le plus, à l'image de l'Union Européenne (UE). Les actions prises en Europe ont de la valeur et permettent au continent d'être une sorte de laboratoire pour expérimenter des politiques environnementales. Mais, malgré ce rôle moteur, elle ne peut évidemment pas compenser les émissions générées ailleurs, car son périmètre d'intervention reste limité. Les groupes de pays leaders restent responsables de leurs émissions conformément aux principes des contributions nationales, ainsi que celui de responsabilité commune (réchauffement climatique global), mais différenciée en fonction de la situation de chaque pays. Il ne peut donc pas y avoir une forme d'équilibrage ou d'effacement des émissions au niveau mondial.

ILB : La question des financements dans les pays pauvres est toujours à la peine, comment dépasser cet obstacle ou du moins le surmonter pour résoudre le problème d'injustice climatique ?

Anna Creti : Pour le fonds climatique de 100 milliards de dollars par an instauré dans le cadre de l'Accord de Paris, nous savions déjà que le compte n'y était pas. La COP26 a quand même eu le mérite d'avoir précisé l'écart important dans les financements à l'égard des pays en développement et de remettre ce sujet sur la table. Ce manque de financement s'explique notamment par la défection de l'un des principaux contributeurs, à savoir les États-Unis durant le mandat de Donald Trump.

Pour être réaliste, nous pouvons faire tout type de trajectoire, mais sans les moyens financiers adéquats, cela ne peut pas marcher. Selon moi, ces montants sont insuffisants pour répondre aux enjeux à résoudre, ni à l'équité envers les pays en développement. À la base, ce fonds vise à financer les moyens d'adaptation face au réchauffement climatique, tout en conciliant les objectifs de croissance économique. Il faut donc davantage de redistribution pour favoriser l'équité avec ces pays. Concernant la justice climatique, c'est encore plus profond, car cette notion implique des problèmes socio-économiques liés

« La COP doit être jugée dans la continuité de ses progrès »

à la migration ou encore à l'appauvrissement. La COP26 a ainsi permis de débattre à nouveau de ce sujet. L'une des solutions ou du moins un premier pas serait de doter ce fonds avec les montants prévus pour montrer aux pays en développement que les promesses des pays industrialisés sont tenues.

ILB : La mention liée à la sortie des énergies fossiles est bienvenue, mais quels sont les freins à lever pour y parvenir ou commencer par enclencher une sortie progressive ?

Anna Creti : Les derniers jours de la COP26 ont été particulièrement tendus en raison, justement, des discussions sur les énergies fossiles. L'accord final ne comporte pas le terme « *phase out* » (éliminer en anglais), mais il stipule l'abandon des subventions inefficaces aux énergies fossiles sans définir de périmètre. C'est la toute première fois que les énergies fossiles sont incluses dans un accord international et il faut souligner que c'est très positif. Cependant, le problème des énergies fossiles est qu'elles sont trop ancrées dans la finance et l'économie de certains pays en leur rapportant des revenus considérables. Certes, la sortie du charbon devient une réalité à des horizons temporels différents, comme l'Allemagne en 2030. Mais, ce qui est inquiétant est l'absence d'accompagnement dans la conversion des économies dépendantes aux énergies fossiles, qui devront faire face à une hausse des actifs échoués et à des destructions d'emplois. Sur ce plan, la réponse internationale n'est pas suffisante. Pourtant, il est nécessaire d'avoir une révolution avec une logique de transition, ce qui est très paradoxale.

ILB : La hausse durable des prix des carburants peut-elle avoir un effet sur la consommation d'énergies fossiles ?

Anna Creti : Il est vrai que la plupart des réflexions pour combattre le réchauffement climatique sont focalisées sur l'offre, mais il serait intéressant d'explorer des leviers sur la demande pour favoriser une économie bas-carbone. Il faut pouvoir fédérer les pays émergents, mais aussi les citoyens des pays riches. L'effort doit être collectif. Cela passe par le ciblage des citoyens pénalisés, →

afin de leur octroyer des aides financières par le biais de la redistribution et l'identification de ceux pouvant fournir des efforts supplémentaires. Les comportements doivent obligatoirement changer en matière de mobilité et de consommation électrique. Actuellement, le choc sur les prix des carburants peut paraître transitoire, mais si nous voulons éliminer les énergies fossiles, elles doivent coûter cher. Cette logique est imparable. Pour reprendre l'exemple de la France, des mesures exceptionnelles ont été prises pour bloquer les tarifs ou augmenter le pouvoir d'achat, mais il faut aller bien plus loin pour que les prix des énergies fossiles reflètent réellement leurs impacts sur le climat.

ILB : Près de deux ans après le début de la pandémie, les émissions mondiales sont reparties à la hausse après un recul historique durant la première vague. Quel est votre sentiment sur la situation ?

Anna Creti : Un ouvrage collectif, publié en décembre par Springer Nature que j'ai co-édité avec Fateh Belaïd, analyse la situation dans plusieurs pays ([Energy Transition, Climate Change, and COVID-19: Economic Impacts of the Pandemic](#)). L'un de ses messages principaux est qu'il est possible de vivre autrement face à une contrainte majeure, ce qui est bénéfique pour le climat et la pollution locale. Cependant, cette contrainte n'était pas climatique et dès qu'elle s'est réduite, les émissions sont reparties de plus belle avec le rebond de l'économie. C'est un constat amer. Par exemple, dans une étude intitulée *The Norwegian Vehicle Electrification Policy and Its Implicit Price of Carbon*, un confrère norvégien, Lars Fridstrøm a calculé qu'il faudrait un prix mondial du carbone de 2000 dollars pour atteindre le niveau d'usage limité des voitures observé durant la première vague de la pandémie. Si ce chiffre doit être pris avec toutes les précautions d'usage relatives à la recherche académique, il montre l'écart colossal à combler en termes de volontarisme politique pour limiter le réchauffement climatique.

ILB : En attendant une éventuelle instauration d'une taxe carbone mondiale, les prix de la tonne de CO₂ ont dépassé des niveaux records sur le marché européen du carbone. Est-ce enfin une bonne nouvelle pour ce marché qui a longtemps été atone ?

Anna Creti : Plusieurs effets ont joué sur les prix du CO₂. D'abord, la réforme du marché en 2019, avec la mise en place de la réserve de stabilité, qui a permis de réduire les quotas en circulation et donc d'impulser une hausse des prix. Ensuite, et c'est sans doute le facteur le plus important, les prix du carbone ont suivi la demande d'énergie, en particulier le gaz et l'électricité, qui a bondi

avec la reprise économique observée après le pic de la pandémie en 2020. Les fondamentaux de ce marché se sont révélés, car il est désormais suffisamment mûr. Enfin, un dernier effet est lié à l'anticipation des acteurs économiques, qui s'attendent à une continuité des politiques de durcissement en Europe dans le cadre de l'objectif de neutralité carbone d'ici à 2050.

ILB : L'Europe n'est-elle pas isolée sur le point précédent et plus globalement sur le plan de l'ambition climatique ?

Anna Creti : Non, elle n'est pas isolée. Elle reste dans la continuité des actions entreprises depuis les années 2000. Et de nouvelles règles sont en discussions et seront mises en place, comme l'ajustement carbone aux frontières (voir pages 10 et 11). De ce point de vue, l'Europe reste pionnière en continuant de montrer l'exemple, même si ses objectifs ne sont pas forcément toujours faits pour entraîner les autres. Quoique la Chine se soit fortement inspirée de l'Europe pour créer son marché interne du carbone.

ILB : La récente flambée des prix de l'énergie n'est-elle pas une menace pour l'Europe ? Comment expliquer ce mouvement brutal et faut-il apporter des réformes ?

Anna Creti : Il faut préciser que les prix du gaz et de l'électricité ne peuvent pas être séparés, ils sont liés. Pour le gaz, qui est un marché mondial, l'Europe dépend à 60 % des importations provenant d'autres pays. Avec la forte reprise économique globale, les ressources fossiles sont très demandées, surtout en Asie, ce qui crée de la concurrence et des prix à la hausse. Du côté de l'électricité, les prix ont également flambé avec la forte demande résultant de la reprise économique. Il y a également l'offre d'électricité qui est soumise à de fortes contraintes techniques. Les deux marchés du gaz et de l'électricité - qui sont, par ailleurs liés par le marché des quotas de carbone - ont reflété leurs fondamentaux : une demande plus élevée et une offre limitée. L'objectif de ces marchés est de révéler les vrais prix de l'énergie. Mais, lorsqu'il y a des problèmes de vulnérabilité et de pauvreté, chaque pays est souverain pour mettre en place des mécanismes exceptionnels. Au niveau de l'Europe, des discussions ont eu lieu sur l'achat groupé de gaz pour réduire les prix, mais il n'y a pas eu de consensus sur ce sujet. Quant à l'épineuse question d'une réforme des marchés, il faut rappeler qu'au niveau européen, ces marchés ont mis 25 ans à se mettre en place et que les réformer en raison d'un choc soudain paraît très prématuré. Surtout qu'ils ont atteint l'un de leurs objectifs principaux à savoir la convergence des prix de l'énergie entre les différents pays de l'UE.



« L'Europe reste pionnière en continuant de montrer l'exemple »

ILB : Le Green Deal Européen est des plus ambitieux et prévoit des investissements verts de 600 milliards d'euros. Que pensez-vous de cette enveloppe budgétaire ?

Anna Creti : On peut toujours calculer le manque de fonds en les comparant aux besoins d'investissements pour la transition climatique. Toutefois, ce qui est vraiment important est de connaître et comprendre les actions concrètes et les montants qui seront effectivement fléchés sur des investissements verts et financés par ce plan. En clair, l'idée centrale est l'utilisation efficace des budgets en les canalisant sur des investissements verts. Peut-être qu'avec la présidence française de l'Europe, certaines politiques structurelles seront mises en place, comme l'allègement des critères liés aux finances publiques, les dettes et déficits.

ILB : Mais la taxonomie verte européenne ne semble pas assez précise pour définir les investissements à réaliser...

Anna Creti : Il est vrai que la taxonomie européenne manque de précision, notamment sur les seuils d'émission et les exclusions sectorielles, qui restent des sujets épineux. Néanmoins, il serait préférable qu'elle devienne pleinement opérationnelle, quitte à l'améliorer ensuite plutôt que de ne rien faire. Les coûts d'attente sont bien supérieurs aux coûts de son imperfection.

ILB : La France n'a pas décidé de sortir formellement du nucléaire qui a la particularité d'être une énergie décarbonée. Quelle est votre avis sur cette stratégie en termes d'avantages et d'inconvénients ?

Anna Creti : Il est difficile de se positionner sur un débat aussi clivant qui a une grande dimension politique. Sur le plan de l'analyse économique, les chiffres du nucléaire ne sont pas si favorables par rapport à ce qui est affirmé parfois dans le débat public. La prolongation des durées de vie des centrales, les coûts liés à la maintenance, sans parler de ceux des EPR (réacteur nucléaire de troisième génération) ne plaident pas forcément en faveur du nucléaire. En revanche, j'estime qu'il ne faut pas opposer le nucléaire et les énergies renouvelables (ENR), car cela enlise les débats et ne permet pas d'avancer. La part du nucléaire doit baisser pour faire de la place aux ENR, c'est un fait. Et le récent travail réalisé par RTE (Réseau de transport d'électricité) permet d'éclairer le débat public et citoyen sur ce sujet.

ILB : La France est-elle une bonne élève dans ses engagements climatiques ?

Anna Creti : Les priorités sont définies au niveau européen. La directive 2008/2009 fixait un objectif d'énergies renouvelables à atteindre en 2020. Cet objectif n'a pas été respecté et a été décalé à 2030 en vue de la neutralité carbone en 2050. La France, mais ce n'est pas le seul pays, n'a donc pas accompli les objectifs européens. Désormais, c'est l'échéance de 2030 qu'il faudra avoir en ligne de mire.

ILB : Un petit mot sur l'Allemagne, qui a dévoilé un nouveau gouvernement avec deux ministres issus des rangs écologiques. Qu'en pensez-vous ?

Anna Creti : Avec le rôle de ce pays en Europe, les signaux envoyés par la nouvelle coalition au pouvoir sont très importants. Les verts ont ainsi obtenu une sortie définitive du charbon pour 2030, soit huit ans avant l'objectif préalablement fixé. D'ici là, le pays doit passer à 80 % d'ENR contre 44 % aujourd'hui. C'est un exemple concret de volontarisme politique en dépit des questions encore à résoudre, notamment sur le plan technologique. Une grande partie de la transition écologique du pays repose sur des équilibres politiques.

ILB : Pour conclure, quels seront vos principaux sujets de recherche dans les prochains mois ?

Anna Creti : Nous avons beaucoup de projets en cours. Pour en citer quelques-uns, il y a les travaux sur l'efficacité énergétique des bâtiments, qui est un volet majeur du plan de relance français. Nous allons travailler sur la finance verte, ainsi que sur les changements de business models des acteurs de l'industrie gazière et pétrolière. Nous poursuivrons nos travaux sur les mix-électrique à base d'énergies renouvelables et sur les innovations technologiques, en particulier le stockage de l'énergie et de carbone. Les problématiques de transition énergétique en Afrique subsaharienne, la déforestation et la mise en place des politiques climatiques dans les pays émergents feront aussi l'objet de travaux de recherche. ●



**Retrouvez l'ensemble des activités de l'ILB sur :
institutlouisbachelier.org**





ILB BRIEF
Meeting with an ILB expert

GREEN AND SUSTAINABLE FINANCE SERIES

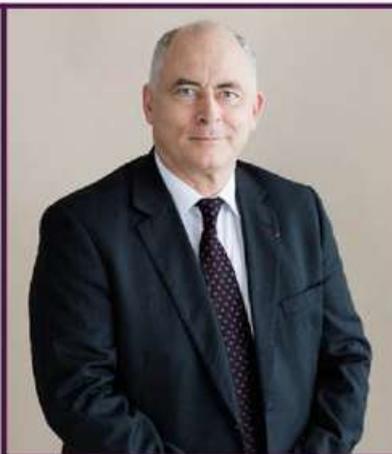
La série de vidéos mettant en avant les experts du réseau ILB.

VISIONNER LA SÉRIE



Edith Ginglinger

Professeur à l'université Paris-Dauphine PSL
et chercheur associé à l'ECCI
(European Corporate Governance Institute).



Jean-Michel Lasry

Associate Professor
at the University of Paris Dauphine-PSL



Olivier David Zerbib

Assistant Professor
of Finance at Boston University



Jean Boissinot

Deputy Director, Financial Stability,
Banque de France
Head of Secretariat, NGFS
and Louis Bachelier Fellow



Clémence Alasseur

Head of the EDF R&D team
on finance and risk management,
Louis Bachelier Fellow



INSTITUT
Louis Bachelier

L'AJUSTEMENT CARBONE AUX FRONTIÈRES DE L'UNION EUROPÉENNE EST-IL FAVORABLE POUR L'ENVIRONNEMENT ?

La Commission européenne souhaite instaurer un mécanisme d'ajustement carbone aux frontières, notamment pour limiter les fuites de carbone hors de l'Union Européenne (UE). Si cette mesure a le mérite de s'inscrire dans la trajectoire climatique ambitieuse de l'UE, elle suscite des interrogations sur les plans écologique et économique. Des chercheurs étudient ce dispositif afin d'alimenter le débat public.

Dans le cadre de sa politique climatique (Pacte vert pour l'Europe), l'Union Européenne (UE) vise la neutralité carbone d'ici à 2050. Pour y parvenir, elle dispose de plusieurs outils à sa disposition, en particulier le système d'échange de quotas d'émissions, son marché interne du CO₂. Ce dernier, en vigueur depuis 2005, est la pierre angulaire de la stratégie de décarbonation de l'UE. Le marché est passé par plusieurs phases progressives et sera amené à imposer une contrainte de plus en plus forte sur les industriels européens en supprimant les quotas gratuits, qui leurs sont attribués et en couvrant davantage de secteurs de l'économie. « Pour empêcher les fuites de carbone hors de l'Europe, par le biais de délocalisations d'entreprises soumises au marché du carbone et à la concurrence internationale, les quotas d'émission ont d'abord été distribués gratuitement. Cependant, ceci a réduit la force du signal-prix du marché du carbone et limité son efficacité économique et environnementale », constate Aliénor Cameron. C'est donc pour remédier à ces inconvénients que la commission européenne a formellement proposé, en juillet 2021, de mettre en place un mécanisme d'ajustement carbone aux frontières (MACF) de l'UE lors de la présentation de son « *paquet climat* », nommé « *Fit for 55* », pour 2030. Le MACF vise à imposer un prix du carbone aux opérateurs important des marchandises dans l'UE, qui proviennent de pays ou zones non soumis à un marché du carbone. Au départ, il ne concernera que certains secteurs : le fer et l'acier, le ciment, les engrais, l'aluminium et la

production d'électricité. La mise en œuvre du MACF - s'il est adopté - sera progressive à partir de 2023 et pleinement opérationnel en 2026.

UN AJUSTEMENT CARBONE À LA FRONTIÈRE IMPLIQUE DE NOMBREUX ENJEUX

En attendant que ce mécanisme soit mis en œuvre ou pas au niveau des États membres de l'UE, plusieurs enjeux et problématiques se posent : « *Le MACF aura-t-il un impact significatif sur l'environnement en réduisant les émissions importées, qui représentent près d'un tiers des émissions de consommation de l'UE ? Comment les partenaires commerciaux de l'UE vont-ils accueillir ce dispositif ? Est-il compatible avec les règles de l'Organisation Mondiale du Commerce (OMC) ? Pourra-t-il inciter d'autres pays à adopter des mesures environnementales contraignantes ? Qu'en est-il de l'équité à l'égard des pays en développement ? »*, résume Aliénor Cameron. Outre ces problématiques, ce mécanisme n'a pas prouvé empiriquement un impact positif sur l'environnement, ce qui nécessite davantage de recherche académique sur ce sujet.

LES FUITES DE CARBONE NE PROVIENNENT PAS UNIQUEMENT DE LA CONCURRENCE

Pour répondre en partie aux interrogations mentionnées précédemment et mieux appréhender la proposition européenne, Aliénor Cameron et son directeur de thèse Marc Baudry ont effectué une revue de la littérature académique existante. Ils se sont notamment

D'après [The case for a Carbon Border Adjustment: Where do economists stand?](#), écrit par Aliénor Cameron et Marc Baudry.



Aliénor Cameron est une doctorante Franco-Américaine à la Chaire Économie du Climat et à l'Université Paris Nanterre. Elle reçoit un financement de l'ADEME pour ses recherches. Elle étudie les interactions entre trajectoires de décarbonation et dynamiques de compétition au sein de l'industrie européenne. Diplômée d'un Master en économie internationale de Sciences Po, elle a travaillé en tant qu'assistante de recherche à Bruegel, l'École d'économie de Paris (PSE) et au Cercle des économistes avant de commencer son doctorat.

Méthodologie

Les chercheurs ont effectué une revue de la littérature économique et environnementale pour analyser et étudier les références et conclusions académiques liées au mécanisme d'ajustements carbone aux frontières, dont les origines remontent aux années 1970. Cet état de l'art permet de mieux comprendre la proposition faite par l'Union européenne afin d'éviter les fuites de carbone et de cerner leurs différents canaux de transmission, tout en posant les problématiques à résoudre pour la mise en place d'un tel mécanisme.

intéressés aux fuites de carbones, un concept théorisé dans les années 1970. Ces fuites peuvent provenir de trois canaux distincts. Le plus connu sur les plans médiatique et politique est le canal de la concurrence. « *Lorsqu'un pays ou une zone met en place des politiques climatiques ambitieuses, des entreprises locales peuvent perdre des parts de marché à court terme face à des concurrents internationaux, qui ne sont pas soumis à des règles strictes dans leurs pays d'origine. À plus long terme, elles peuvent même choisir de délocaliser leurs activités dans des pays moins regardants sur l'environnement* », explique la jeune chercheuse qui n'a pas constaté de réelle validation empirique de ce canal de la concurrence. Toutefois, les observations sur le terrain ont été effectuées lorsque les prix du carbone étaient bas en Europe. « *Avec les prix actuels du carbone, qui sont beaucoup plus élevés, de nouvelles études empiriques sont nécessaires pour voir si ce canal génère des fuites de carbone, sachant que d'après des projections, elles augmenteront d'ici à 2050 si les politiques climatiques continuent à devenir de plus en plus strictes* », ajoute Aliénor Cameron. Le deuxième canal est celui de l'énergie et se transmet par le biais des marchés internationaux des énergies fossiles. « *Si une région réduit sa demande en énergies fossiles, la demande globale va diminuer et tirer les prix vers le bas. Dans ces conditions, un effet pervers pourrait, par exemple, amener des pays non-réglés à augmenter leur consommation en raison des prix plus faibles. Dans certaines modélisations, c'est le canal qui aurait le plus d'impact sur les fuites de carbone, même si en pratique, il ne s'est jamais produit un choc d'ampleur sur la demande en énergies fossiles* », précise-t-elle. Quant au dernier canal, il s'agit de celui de l'innovation, qui fonctionne à l'inverse des deux autres canaux préalablement décrits. « *Le canal de l'innovation permettrait de réduire les fuites de carbone. Lorsque l'UE encourage le développement de technologies*

bas-carbone, elles peuvent se déployer ailleurs. Toutefois, sur le plan empirique, les brevets sont souvent issus de pays développés et ne se diffusent pas beaucoup dans les pays en développement, hormis la Chine qui reste un cas particulier », souligne Aliénor Cameron.

UN MÉCANISME À CONCEVOIR AVEC MINUTIE

Pour l'heure, le MACF reste au stade de proposition et sera négocié par les instances européennes en 2022. Il prévoit d'être le miroir du marché du carbone en exigeant aux importateurs d'acheter et de remettre aux autorités des quotas d'émissions. Les prix de ces quotas seront fixés à partir d'une moyenne hebdomadaire. « *Le principal point positif du MACF est qu'il prendra en compte les prix du carbone mis en place dans d'autres pays, comme le Japon. Ce dispositif peut donc inciter d'autres pays à instaurer un prix du carbone pour éviter de payer ce surcoût à l'Europe* », estime Aliénor Cameron. En revanche, le MACF constitue une solution de second rang par rapport à l'instauration d'un prix du carbone mondial. Qui plus est, il semble conçu pour limiter les fuites de carbone issues du canal de la concurrence sans prendre en compte les deux autres canaux (énergie et innovation). Enfin, sa restriction à certains secteurs peut pousser des importateurs à le contourner en se plaçant plus en aval de la chaîne de production plutôt qu'avec des produits primaires en amont. « *Il reste encore plusieurs questions de recherche à investiguer : d'où vient la concurrence des producteurs européens en termes de grade et de qualité des produits? Où se situe la frontière technologique de l'Europe sur les innovations bas-carbone? Quels sont les impacts des politiques climatiques sur le renforcement du canal de l'innovation et la minimisation des canaux de la concurrence et de l'énergie* », conclut Aliénor Cameron, qui va poursuivre ses recherches durant les trois prochaines années de son doctorat. ●

À retenir

➤ L'ajustement carbone aux frontières est considéré dans les cercles politiques comme un mécanisme idoine pour limiter les fuites de carbone hors de l'Union européenne (UE), par le biais du canal de la concurrence. Toutefois, il omet les deux autres canaux de transmission que sont l'énergie et l'innovation, alors qu'ils sont très importants.

➤ L'ajustement aux frontières de l'UE est une solution de second rang par rapport à l'instauration d'un prix du carbone mondial. Toutefois, ce mécanisme - qui vise à prendre en compte les prix du carbone instaurés dans d'autres pays - peut jouer un rôle incitatif pour que d'autres pays prennent la même direction.

➤ L'impact positif sur l'environnement de l'ajustement aux frontières de l'UE n'est pas encore prouvé sur le plan empirique. Cependant, cette mesure a le mérite de constituer une alternative aux quotas d'émissions gratuits attribués aux industriels européens soumis à la concurrence internationale.

POURQUOI LA TRANSITION ÉNERGÉTIQUE DOIT ÊTRE SOUTENUE PAR DES INSTITUTIONS FINANCIÈRES PUBLIQUES ?

La transition énergétique - qui s'inscrit dans la lutte contre le changement climatique - nécessite des capitaux colossaux sur une longue période. Si le secteur privé, en particulier financier, a un rôle à jouer, les intermédiaires financiers publics restent des acteurs stratégiques pour réaliser des investissements à long terme. Des chercheurs s'y sont intéressés en contribuant à la littérature académique sur ce sujet.

La lutte contre le réchauffement climatique fait globalement consensus dans le monde, mais la transition écologique, notamment énergétique, nécessite des besoins de financements massifs, qui ne sont pas aisés à mobiliser ou à orienter vers des projets bas-carbone. Ainsi, d'après des estimations du Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat (Giec), il faudrait la bagatelle de 90 000 milliards de dollars au cours des 15 prochaines années pour atteindre des émissions nettes nulles en 2050, un objectif à mi-parcours très important pour contenir la hausse des températures sous les deux degrés à l'horizon 2100. « *La problématique des financements de la transition est cruciale, que ce soient pour les instruments à mobiliser ou les acteurs qui doivent s'impliquer. Il y a clairement un déficit d'investisseurs et de financements à long terme* », confirme Dominique Plihon. Dans ce contexte, comment les acteurs financiers peuvent-ils financer et contribuer à la transition énergétique ? Pour répondre à cette épineuse question, Dominique Plihon et Sandra Rigot se sont penchés sur le cas des intermédiaires financiers publics (IFP), qui peuvent avoir la capacité et la volonté de contribuer au financement de la transition.

UN MANQUE DE LITTÉRATURE ACADÉMIQUE SUR LES IFP

Dans leurs travaux, les deux chercheurs ont constaté que la littérature académique sur les IFP était incomplète et manquait de profondeur historique. « *Les IFP sont d'une grande diversité et il n'y a pas de définition consensuelle admise dans la littérature. Seules les banques publiques de développement ont fait l'objet de recherche. Même si ce sont des acteurs importants, ce ne sont pas les seuls dans la catégorie des IFP. Les caisses des dépôts nationales et les fonds souverains le sont aussi* »,

souligne Sandra Rigot. Pourtant, les IFP ont été très importants dans le développement économique de leurs pays respectifs au XIX^{ème} siècle, comme en France et en Italie avec la création d'une caisse des dépôts au niveau national. De même, après la Seconde Guerre Mondiale, les IFP ont énormément contribué à la reconstruction en Europe. La *Kreditanstalt für Wiederaufbau* (KfW), banque publique allemande, a été créée en 1948 et a ainsi permis de financer de nombreux projets d'infrastructures. Toutefois, à la fin des années 1970 et au début de la décennie suivante, la place des IFP s'est réduite avec les grandes vagues de privatisations observées dans le système financier des pays avancés. « *Selon les courants néolibéraux dominants de l'époque, les interventions publiques devaient être limitées pour ne pas nuire au marché* », rappelle Dominique Plihon, qui poursuit « *La théorie néoclassique évoque les imperfections de marché pour justifier les interventions d'acteurs publics, mais ce cadre est trop réducteur et ne prend pas en compte toutes les dimensions. La transition énergétique n'est évidemment pas une imperfection de marché. Elle implique des financements de long terme, qui sont très risqués. Et un acteur standard ne peut pas y faire face* ». Sans oublier la dimension systémique de la transition avec son lot d'incertitudes et de complexité, qui plaide pour un rôle accru des IFP.

LE TOURNANT DE LA CRISE FINANCIÈRE DE 2008

Lorsque la crise de 2008 a éclaté, les prises de risque et excès des banques ont été largement pointés du doigt. À cette époque, le système financier a pu être sauvé grâce à l'intervention massive des États. « *En réalité, les interventions publiques ne faussent pas le marché. Après la crise, les IFP ont été naturellement remis sur le*

D'après [Les intermédiaires financiers publics : un nouveau modèle de financement pour la transition énergétique?](#), écrit par Dominique Plihon et Sandra Rigot, ainsi qu'un entretien avec les deux chercheurs.



Dominique Plihon et **Sandra Rigot** sont respectivement professeur émérite et maître de conférences en sciences économiques à l'Université Sorbonne Paris Nord, membres du Centre d'Économie de Paris – Nord (CEPN) rattaché au CNRS, et chercheurs associés à la Chaire Énergie & Prospérité. Ils sont notamment co-auteurs de « Pourquoi manque-t-on d'investisseurs à long terme? », *Revue d'économie financière* 2018/2 (N° 130), p. 113-128.

Méthodologie

Les chercheurs ont produit un article théorique sur les intermédiaires financiers publics (IFP) pour analyser leurs engagements en faveur de la transition environnementale et renouveler le cadre théorique traditionnel de la littérature académique sur le sujet, qui est dominé par l'approche néoclassique. Ils ont ainsi apporté une profondeur historique aux IFP afin de mieux comprendre leurs spécificités. Ils ont ensuite réalisé une analyse multi-critères pour décrire et présenter les différentes typologies d'IFP. Enfin, ils ont étudié les politiques d'investissement des principaux acteurs européens, avant de proposer des recommandations pour améliorer les financements en faveur du climat.

« En France, la Caisse des Dépôts et Bpifrance sont particulièrement engagées et impliquées pour financer des activités bas-carbone »

devant de la scène», affirme Sandra Rigot. De fait, les fonds souverains de pays pétroliers, par exemple, ont été particulièrement actifs dans le financement de grands projets, tout comme les banques multilatérales (Banque Mondiale, Agence Française de Développement...), les banques publiques nationales (KfW ou par exemple Bpifrance créée fin 2012). Après avoir réalisé un panorama historique sur les IFP, les deux chercheurs ont souhaité réaliser une typologie pour les répertorier en fonction de différents critères comme l'actionnariat (plusieurs États, un seul État, une région, ville...), le degré de participation (le pourcentage de détention publique du capital), les missions d'intérêt général, les modes de gouvernance, les instruments financiers utilisés (prêts, titres, garanties...) ou encore les types de secteurs économiques financés. Avec cette classification, les chercheurs ont identifié sept catégories distinctes d'investisseurs publics.

LES IFP PEUVENT ET DOIVENT CONTRIBUER À LA TRANSITION

Dans la suite de leurs travaux, les chercheurs ont analysé les engagements des IFP pour la transition énergétique en Europe. Pour ce faire, ils ont épluché les documents officiels communiqués par ces institutions. « Les IFP sont plus investis dans le climat que les acteurs privés.

Cependant, des limites importantes subsistent sur leur politique d'investissement respective, qui reste assez opaque. Ces investisseurs devraient être plus clairs sur leur fonctionnement. L'un des exemples les plus parlants concerne le Fonds souverain norvégien, le plus important au monde. Il élimine progressivement certaines activités de son portefeuille comme le charbon, mais il continue de financer des projets liés à l'énergie fossile (pétrole et gaz), ce qui est contradictoire», déplore Dominique Plihon. Du côté des points positifs, les IFP sont indispensables dans le financement de la transition énergétique, car ils peuvent le faire directement à long terme ou servir de levier en fédérant d'autres investisseurs par le biais de cofinancement et de garantie. C'est ce que fait d'ailleurs, la Banque Européenne d'Investissement (BEI) dans le cadre du Green Deal européen, présenté fin 2019. Par ailleurs, d'autres IFP se distinguent sur le climat, ces dernières années : la KfW est la plus grande banque nationale d'investissement d'Europe et finance des projets sur le continent, ainsi que dans les pays en développement ; en France, la Caisse des Dépôts et Bpifrance sont particulièrement engagées et impliquées pour financer des activités bas-carbone. Dans de prochains travaux, les deux chercheurs vont étudier d'autres zones géographiques, notamment dans des pays en développement d'Asie, d'Afrique et d'Amérique Latine. La création d'une base de données pour recenser et classer les IFP est également en projet. ●

À retenir

- Les financements privés, émanant des banques et des investisseurs institutionnels, ne sont pas en mesure de satisfaire les besoins de financements colossaux liés à la transition écologique.
- Les intermédiaires financiers publics (IFP) ont un rôle stratégique dans le financement de la transition écologique. Ils sont d'une grande diversité (banques de développement nationale ou multilatérale, banques vertes, fonds souverains...).
- Le bilan sur le rôle joué par les IFP en Europe dans le financement de la transition environnementale est réel, mais il pourrait être plus important. Par ailleurs, davantage de transparence dans la politique d'investissements de ces acteurs serait bienvenue.

FINANCE VERTE : « L'ASPECT LIÉ AUX DONNÉES RESTE PRÉPONDÉRANT »

La 6^e édition de la conférence *Green Finance Research Advances* (GFRA), coorganisée par l'ILB et la Banque de France, s'est déroulée les 7 et 8 décembre 2021. Au cours de cet évènement international, les avancées de la recherche en finance verte ont été débattues par un panel de chercheurs et d'experts dans ce domaine. Peter Tankov et Stéphane Voisin, responsables du programme de recherche interdisciplinaire : Green and Sustainable Finance (GSF), reviennent sur ses principaux enseignements.



Peter Tankov est professeur de finance quantitative à l'ENSAE et responsable scientifique du programme interdisciplinaire Green and Sustainable Finance de l'Institut Louis Bachelier. Ses recherches portent notamment sur la finance verte, les énergies renouvelables, la gestion des risques des marchés de l'énergie et des méthodologies mathématiques appliquées aux marchés financiers. Il est l'auteur de nombreux articles scientifiques dans des revues internationales.



Stéphane Voisin coordonne à l'Institut Louis Bachelier le programme interdisciplinaire Green and Sustainable Finance. Il est membre de la Plateforme de la Commission Européenne sur la Finance Durable et membre de plusieurs Comité Scientifique dont celui de l'Observatoire de la Finance Durable. Analyste financier et ESG et membre de la SFAF (Société française des analystes financiers), il a dirigé le bureau de recherche Sustainability de Cheuvreux, puis de Kepler Cheuvreux. Il conseille différentes institutions dans leur stratégie de finance durable, une matière qu'il enseigne à l'Université Paris Dauphine-PSL et à Sciences Po.

ILB : Quel bilan faites-vous de cette 6^{ème} édition de la conférence GFRA ?

Peter Tankov : Les questions liées aux scénarios climatiques sont devenues centrales pour les régulateurs, qui se sont rendus compte qu'ils ne peuvent pas les aborder seuls et ont initié des collaborations avec la communauté académique. Plusieurs travaux dans ce domaine ont été présentés par les équipes de la Banque de France et les laboratoires. La qualité des échanges montre que d'importants progrès dans la compréhension des enjeux ont été faits.

Stéphane Voisin : Les sessions techniques sur la présentation des modèles effectués par quatre équipes de recherche différentes pour évaluer les impacts de la transition climatique ont été particulièrement instructives et différenciantes. Celles-ci ont permis d'illustrer le numéro récent de [la collection Opinion & Débats consacré à l'analyse des scénarios climatiques](#).

ILB : D'après les échanges et présentations de la conférence, quelles sont les grandes problématiques à résoudre pour financer la transition environnementale ?

Peter Tankov : Chaque modèle adresse une application ou une problématique précise. Toutefois, pour traiter des problématiques de la vie réelle, les régulateurs ont besoin de recourir à une combinaison de plusieurs modèles (e.g., un modèle mondial sectoriel, un autre pour la mise à l'échelle d'un pays et un troisième pour descendre jusqu'à une entreprise individuelle et quantifier les risques financiers auxquels les entreprises font face). La difficulté réside dans la combinaison cohérente entre les différents modèles utilisés, sachant que certains d'entre eux ne sont pas basés sur les mêmes hypothèses et peuvent être peu compatibles.

Stéphane Voisin : L'accès à des données plus complètes, fiables et précises apparaît un enjeu transverse à l'ensemble des travaux de recherche. C'est notamment nécessaire pour alimenter des scénarios plus granulaires à l'échelle sectorielle ou régionale. C'est un sujet sur lequel l'ILB s'investit à travers des programmes de recherche dédiés aux données, ainsi qu'une initiative nouvelle et innovante d'acquisition de données ESG en s'appuyant sur l'expérience de son DataLab.

ILB : Quels sont les thèmes de recherche principaux à investiguer en général et au sein de GSF en particulier ?

Peter Tankov : L'aspect lié aux données reste prépondérant (avec notamment des questions de granularité, de fiabilité, de facilité d'accès aux données ESG et extra-financières auxquelles cherche à répondre le projet Pladifex qui démarre au sein du programme GSF). Par ailleurs, les questions sociales liées au concept de « transition juste » doivent être mieux intégrées dans les scénarios, c'est l'une des prochaines étapes de travaux que nous mènerons avec Finance For Tomorrow.

Stéphane Voisin : La présentation du rapport [Printemps Silencieux](#) de la Banque de France sur la biodiversité posent très bien les bases des enjeux pour le système financier. L'approche méthodologique est très pertinente et ouvre de nombreuses pistes de recherche qu'il conviendrait d'entreprendre... Les enjeux de biodiversité pour la finance sont, en effet, des domaines encore peu étudiés, mais des initiatives internationales émergent comme le TNFD (*Taskforce on Nature-related Financial Disclosures*). ●

Organised by:

INSTITUT
Louis Bachelier

BANQUE DE FRANCE
EUROSYSTEME

With the support of:

FINANCE
FOR TOMORROW
by Paris Compagnie

I4CE
INSTITUTE FOR
CLIMATE
ECONOMICS

L'AGEFI

#6

—
**GREEN FINANCE
RESEARCH
ADVANCES**
—
CONFERENCE

ACCEDEZ AU REPLAY

PARIS / ONLINE
December 7th and 8th, 2021

FINANCE VERTE : « L'OFFRE DE FONDS RESPONSABLES PEUT CONTRIBUER À UNE PRISE DE RISQUE ACCRUE DES INVESTISSEURS »

Outre les pouvoirs publics et le secteur financier, les ménages pourraient également contribuer au financement de l'économie bas-carbone en mobilisant une partie de leur épargne en direction d'investissements verts. Mais, si les encours sur les investissements socialement responsables (ISR) progressent année après année (1 861 milliards d'euros, à fin 2019, en hausse de 32 % sur un an, d'après l'AFG), seuls 6 % des ménages investissent en Bourse. Pour mieux comprendre ce phénomène, Marie Brière et Stefano Ramelli se sont intéressés aux préférences des investisseurs particuliers dans un article de recherche, intitulé [Responsible Investing and Stock Allocation](#). Dans ce court entretien, la chercheuse revient sur les principaux enseignements de cette étude.



Marie Brière est responsable du Centre de recherche aux investisseurs chez Amundi.

Elle enseigne à l'Université Paris Dauphine-PSL et est chercheur associé au Centre Emile Bernheim, Solvay Business School rattaché à l'Université Libre de Bruxelles. À l'Institut Louis Bachelier, elle préside le conseil scientifique du Forum International des Risques Financiers (voir ci-contre) et est directrice scientifique du programme interdisciplinaire Finance and Insurance Reloaded.

ILB : Pouvez-vous décrire votre travail de recherche effectué sur les épargnants ?

Marie Brière : Avec mon co-auteur Stefano Ramelli, nous avons étudié les choix de portefeuilles de 913 000 personnes, qui investissent activement dans des plans d'épargne salariale. L'objectif a été de comprendre leurs motivations et préférences. Ils sont environ 9 millions en France et détiennent des encours de 147 milliards d'euros dans ce système d'épargne collectif. Nous nous sommes concentrés sur ce type de placement, car, depuis 2008, l'offre des entreprises proposant à leurs salariés un PEE (plan d'épargne entreprise) ou un PERCO-PERCOL (plan d'épargne pour la retraite collectif) intègre obligatoirement des choix de fonds solidaires, qui s'inscrivent dans le cadre des ISR (investissements socialement responsables). Nous avons donc réalisé des travaux économétriques pour observer les comportements d'investissement des épargnants lorsque de nouvelles offres de fonds responsables étaient proposées par l'employeur.

ILB : Quelle sont les principaux résultats ?

Marie Brière : Tout d'abord, nous avons comparé deux types d'épargnants : ceux qui ont accès à

des fonds solidaires en actions et ceux qui n'ont pas cette option. Dans nos résultats, il apparaît que les premiers détenaient, en valeur absolue, 2,1 % d'actions en plus dans leurs portefeuilles par rapport à l'autre groupe d'épargnants. Ce chiffre est, certes, modeste, mais il est à remettre en perspective avec l'allocation moyenne en actions, qui est seulement de 12 % chez les épargnants salariés. Dès lors, la détention en actions augmente de 17 % en hausse relative, un résultat significatif. Ensuite, nous avons analysé les investissements réalisés lors de la réception par les salariés de leur rémunération variable annuelle selon qu'un nouveau fonds d'actions responsables était ou non proposé par l'employeur. Pour ceux qui se voient offrir un nouveau fonds, la détention en actions progresse de 7 % en valeur absolue sur les nouveaux versements de l'employeur. Un résultat également important et à remettre en perspective : avec une exposition moyenne en actions d'environ 12 %, la hausse relative représente plus de 50 % et les jeunes ont été particulièrement sensibles à la nouvelle proposition. Pour confirmer nos résultats, nous avons effectué un test placebo mesurant l'impact de l'introduction de fonds conventionnel en actions dans l'offre, qui ne met en évidence aucun effet sur la détention d'actions.

ILB : Quelles sont vos recommandations pour que les épargnants financent davantage l'économie bas-carbone ?

Marie Brière : Notre article de recherche, à notre connaissance, est le premier à montrer que l'offre de fonds responsable peut contribuer à une prise de risque accrue des investisseurs. Autrement dit, les épargnants sont prêts à augmenter leur exposition aux actions lorsqu'ils ont des choix d'investissements responsables. À ce stade, deux recommandations peuvent être émises : la promotion de l'ISR auprès des investisseurs particuliers en proposant toujours plusieurs choix ; la formation des conseillers pour qu'ils puissent mieux expliquer l'ISR, ainsi que la sensibilisation des épargnants sur leur rôle d'investisseurs et les problématiques sociales et environnementales. D'ailleurs, l'amendement de la réglementation MiFID2 en cours devrait aller dans ce sens. Elle imposera aux conseillers, dans le cadre du questionnaire réglementaire, d'interroger systématiquement les épargnants sur leurs préférences socialement responsables. ●



15TH FINANCIAL RISKS
INTERNATIONAL FORUM

CLIMATE RISK & GREEN TRANSITION

INFORMATIONS ET INSCRIPTION : [RISKS-FORUM.ORG](https://risks-forum.org)



FOLLOW ON
SOCIAL NETWORKS

#RiskForum
@LouisBachelier
@InstitutLouisBachelier

MARCH
21 & 22
2022
PARIS

QUELS SONT LES EFFETS DU DIAGNOSTIC DE PERFORMANCE ÉNERGÉTIQUE SUR LE MARCHÉ IMMOBILIER ?

Pour améliorer l'efficacité énergétique des bâtiments et réduire le nombre de passoires thermiques, le diagnostic de performance énergétique (DPE) a été rendu obligatoire lors des transactions immobilières (achat et location), il y a un peu plus de dix ans. Un chercheur a effectué une thèse pour évaluer la qualité des informations transmises par le DPE et ses effets sur le marché immobilier.

Même si une version améliorée du diagnostic de performance énergétique (DPE) a été instaurée en juillet 2021, elle a été rapidement suspendue, car elle a rendu des centaines de biens « hors des clous ». Après une révision, le DPE est de nouveau en vigueur depuis le mois de novembre dernier, mais fait l'objet d'une attention particulière de la part des autorités. Cette nouvelle mouture du DPE vise à être « plus fiable, plus lisible et permettre de mieux tenir compte des enjeux climatiques », d'après le Ministère de la Transition écologique. D'autant plus qu'il est obligatoire pour toutes les ventes immobilières depuis 2006 avant d'être élargi l'année suivante aux locations et que le nouveau DPE sera encore plus contraignant. À noter que les deux versions du DPE cohabiteront jusqu'en 2025. Pour rappel, le DPE s'inscrit dans la politique environnementale européenne. Il livre ainsi des informations sur la performance énergétique d'un logement ou d'un bâtiment, en évaluant sa consommation d'énergie et son impact en termes d'émissions de gaz à effet de serre. Il catégorise les logements en 7 classes, de A à G (des étiquettes vertes aux rouges vifs), des plus vertueuses aux plus énergivores.

AUGMENTER LA RÉNOVATION THERMIQUE

En fournissant des informations énergétiques, le DPE est un outil pour encourager la rénovation thermique des bâtiments. Il faut dire que ce secteur est très énergivore et émetteur de gaz à effet de serre en France : 43 % des consommations énergétiques françaises (dont une grande partie pour le chauffage) et plus de 25 % des émissions de CO₂ proviennent des bâtiments et logements. Toutefois, en dépit de ce constat, les rénovations thermiques ne sont pas plébiscitées par les ménages puisque

seulement 6,6 % du parc résidentiel disposent d'une étiquette énergie A et B, selon un rapport du Sénat publié en février 2021. Pour ne rien arranger, 11,9 % des ménages sont en situation de précarité énergétique et 14 % des ménages ont souffert du froid chez eux au cours de l'hiver 2019 - 2020, d'après l'Observatoire national de la précarité énergétique. « L'isolation thermique des bâtiments est cruciale pour réduire la consommation d'énergie et baisser les émissions. Elle permet également de réduire les factures d'électricité ou de gaz des ménages, de diminuer le coût des importations d'énergies fossiles et de combattre la précarité énergétique », souligne Édouard Civel. Et d'ajouter : « Les pouvoirs publics ont mis en place une série d'aides pour encourager les ménages à réaliser des rénovations énergétiques. Malgré ces dispositifs, les rénovations effectuées ne sont pas assez ambitieuses : en général, elles permettent seulement à un logement de passer à une classe supérieure, ce qui ne résout pas le problème des passoires thermiques par exemple ».

LES DPE SONT-ILS ASSEZ INFORMATIFS POUR LES MÉNAGES ?

Compte tenu des observations précédentes, l'utilité informationnelle du DPE est une problématique qui se pose, alors que la qualité énergétique d'un bien ne s'estime qu'avec l'usage. Les ménages utilisent-ils le DPE ? Si oui, les informations fournies sont-elles suffisantes ? Quelle valeur peut-il avoir ? C'est pour répondre, entre autres, à ces différentes interrogations qu'Édouard Civel a effectué ses travaux dans le cadre de sa thèse de recherche. Dans un premier temps, il a conduit une étude de terrain sur un échantillon représentatif de la population française en utilisant des concepts liés à la

D'après [Le Rouge et le Vert, Essais sur l'économie de l'information dans le marché de l'habitat durable](#), écrit par Édouard Civel, ainsi qu'un entretien avec ce dernier.



Titulaire d'un doctorat en économie de l'Université Paris Nanterre, **Édouard Civel** est post-doctorant à l'École polytechnique et chercheur à la Chaire Économie du Climat. Ses travaux portent sur la rénovation thermique de l'habitat, les transports urbains et l'innovation bas-carbone, à travers des méthodes empiriques et expérimentales.

Méthodologie

Le chercheur a conduit des travaux pour estimer la valeur de l'information sur le marché de l'habitat durable. Il s'est intéressé en particulier à la perception des informations véhiculées par le diagnostic de performance énergétique et à son impact sur les prix immobiliers et la rénovation thermique des bâtiments. Pour ce faire, il a mobilisé d'une part des concepts de psychologie et d'économie comportementale à travers une expérience. D'autre part, il a construit un modèle de prix hédonique intégrant des systèmes d'informations géographiques et une analyse en économétrie spatiale (modèle aux erreurs spatialement autocorrélées) qu'il a croisés avec un modèle ingénieur sur le comportement thermique des bâtiments pour obtenir ses résultats.

psychologie et à l'économie comportementale. « Les résultats montrent que 24 % des ménages ne font pas attention au DPE lors du choix d'un logement. Ce chiffre est relativement élevé, mais il montre que le DPE est tout de même utilisé par une grande majorité des ménages », indique Édouard Civel. Cependant, le DPE, dans son ancienne version, a des lacunes : « Les informations sont codées en couleurs, mais le graphisme est trompeur. En effet, au sein des plus mauvaises classes, l'écart de performance énergétique est très important et ne se reflète pas dans la visualisation du DPE. Si un ménage souhaite en savoir plus, il peut également lire dans le DPE une estimation de la consommation annuelle d'énergie primaire par mètre carré exprimée en kilowattheures, mais cette information est bien trop complexe, même pour des spécialistes. Un équivalent monétaire en euros serait beaucoup plus parlant et pertinent », estime le chercheur. Qui plus est, le DPE (ancienne et nouvelle version) ne fournit que des estimations a priori de la consommation énergétique, et qui sont donc peu fiables. Le recours aux nouveaux outils technologiques disponibles serait bienvenu pour mesurer réellement, et non plus simplement estimer, la performance énergétique d'un logement.

LE DPE EST VALORISÉ DANS LES PRIX IMMOBILIERS

Outre la qualité perfectible de l'information procurée par le DPE aux ménages, le chercheur a analysé, dans un deuxième temps, l'effet du DPE sur les prix immobiliers. Pour ce faire, il a étudié deux zones géographiques distinctes : Lyon et le Pays de Brest dont les caractéristiques diffèrent, une zone très urbanisée d'un côté, une plus rurale de l'autre. « Plus les logements ont un bon DPE, plus leur valeur est élevée dans les deux zones étudiées.

La prime verte procurée par le DPE s'élève à 34 000 euros, ce qui correspond aux coûts de rénovation thermique d'un logement pour le faire passer de F à B », souligne Édouard Civel, qui poursuit ses travaux sur la France entière dans le cadre du projet Hermès financé par l'Ademe (l'Agence de la transition écologique). Dès lors, pourquoi n'y a-t-il pas davantage de rénovations thermiques, sachant qu'elles sont capitalisées dans les prix ? « Étant donné la faiblesse des prix de l'énergie en France, il est rationnel de la part des ménages de réaliser des rénovations peu ambitieuses, permettant d'améliorer la performance énergétique d'une seule classe », déplore Édouard Civel. Dans ce contexte, l'augmentation du prix du carbone serait la solution idoine pour faire monter les prix de l'énergie et inciter les ménages à effectuer des travaux. Quant aux formats des aides publiques, l'éco-prêt à 0 % d'une durée de quinze ans mériterait d'être rallongé. Par ailleurs, les autres dispositifs devraient être conçus davantage en fonction des comportements et besoins réels des ménages, qui utilisent par exemple des taux d'actualisation (escompter un flux futur et calculer sa valeur actuelle équivalente) bien plus élevés que ceux usuellement supposés par les pouvoirs publics, et sous-valorisent de facto les économies d'énergie attendues dans le futur. À ce titre, MaPrimeRénov - qui est une aide directe émanant du plan France Relance - s'inscrit dans le bon sens par rapport aux crédits d'impôts, où les ménages devaient avancer le coût des travaux avant de pouvoir les déduire. Enfin, toujours dans le cadre du plan France Relance, la rénovation thermique des bâtiments publics de l'État peut servir de catalyseur pour structurer et faire bénéficier cette filière d'effets d'apprentissage, qui pourraient ensuite profiter aux ménages. ●

À retenir

- L'ancienne version du diagnostic de performance énergétique est un outil informationnel intéressant, tout en étant perfectible.
- Les coûts d'une rénovation énergétique sont capitalisés dans le prix des biens immobiliers.
- Les prix des énergies ne reflètent pas suffisamment les externalités environnementales. Pour y remédier, l'augmentation de la taxe carbone constitue la solution de premier rang.

QUELS SONT LES ENJEUX DE LA RÉGLEMENTATION EUROPÉENNE SUR LE RECYCLAGE DES BATTERIES ÉLECTRIQUES ?

Si la décarbonation de la mobilité en Europe passe notamment par l'accroissement des véhicules électriques, le développement de cette filière implique des enjeux à la fois industriels et environnementaux. Des chercheurs se sont intéressés à la nouvelle réglementation européenne sur le recyclage des batteries pour analyser les conditions favorables à sa réalisation.

Le secteur des transports représente plus d'un quart des émissions de gaz à effet de serre dans l'Union européenne, dont plus de 70 % proviennent des véhicules routiers (voitures, camionnettes, camions, bus), d'après l'Agence européenne de l'environnement. Pour les réduire, la Commission européenne a proposé d'arrêter la commercialisation des voitures thermiques neuves d'ici à 2035. Dans ce contexte, la mobilité électrique est amenée à croître fortement dans les prochaines années, comme en témoignent les engagements en ce sens des principaux constructeurs. Ce mouvement semble d'ailleurs s'être déjà enclenché puisque les véhicules 100 % électriques et hybrides rechargeables progressent fortement dans le parc automobile : les nouvelles ventes de ces véhicules ont atteint 18,7 % de part de marché en Europe au cours des neuf premiers mois de l'année 2021.

UNE NOUVELLE RÉGLEMENTATION QUI PROMET LE RECYCLAGE DES BATTERIES

Pour accélérer l'électromobilité et développer une filière industrielle - étant donné que les batteries représentent l'essentiel de la valeur ajoutée de ce type de véhicules - la Commission européenne a proposé, en juillet 2021, de nouveaux objectifs pour le recyclage des batteries électriques. « *La fin de vie des batteries est légiférée par une directive depuis 2006. Le texte a été réactualisé pour prendre en compte les batteries à lithium, qui ont connu un bond technologique ces dernières années. La nouvelle directive implique désormais un taux minimum de matières recyclées dans les nouvelles batteries d'ici à 2030* », souligne Quentin Hoarau. Il faut dire que les accumulateurs (batteries)

électriques sont gourmands en métaux critiques comme le nickel, le cobalt et le lithium. Dans ces conditions, le recyclage de ces matériaux semble s'inscrire dans la bonne direction, sachant que les sous-sols européens n'en sont pas très pourvus. « *Les enjeux environnementaux liés au recyclage sont immenses et incluent trois grandes problématiques : la préservation des ressources naturelles, la gestion des déchets, et les émissions de gaz à effet de serre. Le recyclage des batteries électriques constitue ainsi une bonne illustration des défis dans ce domaine* », précise Quentin Hoarau.

DES OBJECTIFS ÉLEVÉS ATTEIGNABLES ?

Concrètement, d'ici à 2030, les nouvelles batteries devront notamment intégrer des taux minimums de matériaux recyclés : 12 % pour le cobalt, ainsi que 4 % pour le lithium et le nickel, trois métaux à la fois stratégiques, mais aussi toxiques s'ils sont abandonnés dans la nature. Et ces seuils seront revus à la hausse en 2035. « *Pour arriver à recycler des matériaux, il est nécessaire d'avoir suffisamment de déchets. Toutefois, le marché de l'électromobilité va tellement progresser qu'il risque de pas avoir suffisamment de déchets à recycler* », observe Quentin Hoarau. Certes, les objectifs fixés par la Commission européenne proviennent d'une étude de faisabilité, mais ils n'ont pas fait l'objet d'une étude de sensibilité aux différents paramètres que sont la durée de vie des batteries, l'augmentation de la demande, l'efficacité du recyclage ou encore les évolutions technologiques permettant d'utiliser plus ou moins de matériaux dans les batteries. « *Nous avons souhaité réaliser une contre-expertise pour voir si les seuils fixés de recyclage étaient atteignables* », poursuit Quentin Hoarau. Pour

D'après

[An assessment of the European regulation on battery recycling for electric vehicles](#)

(publié dans *Energy Policy*), écrit par Quentin Hoarau et Étienne Lorang, ainsi qu'un entretien avec les deux chercheurs.



Quentin Hoarau est chercheur post-doctorant au laboratoire de Génie Industriel de CentraleSupélec. Il a soutenu sa thèse en 2020 sur l'économie de la transition énergétique dans le secteur automobile.



Étienne Lorang est doctorant au BETA (INRAE et Université de Lorraine) et à la Chaire Économie du Climat. Sa thèse porte sur l'économie du recyclage.

Méthodologie

Les chercheurs ont étudié les nouvelles règles européennes liées au recyclage des batteries des véhicules électriques et les conditions pour atteindre les objectifs fixés. Pour ce faire, ils ont réalisé un modèle d'analyses de flux de matières, qui projette les déchets des batteries et leur potentiel de recyclage. Ils ont d'abord modélisé la trajectoire de développement de la mobilité électrique (nombres de véhicules), à partir des scénarios de l'Agence internationale de l'énergie (AIE), puis émis des hypothèses sur la taille des batteries pour calculer l'intensité des matériaux par unité d'énergie. Ensuite, ils ont obtenu une demande en matériaux critiques par tonne et appliqué des hypothèses sur les taux de recyclage et de récupération. Entre ces deux étapes, ils ont utilisé le processus de Weibull pour obtenir des hypothèses sur le vieillissement des batteries. Enfin, ils ont analysé les effets des différents mécanismes sur les objectifs de recyclage européens pour obtenir des résultats chiffrés et proposer des recommandations.

ce faire, le chercheur et Étienne Lorang ont analysé les hypothèses susceptibles d'avoir un impact sur l'atteinte des objectifs de recyclage en estimant les taux de matériaux récupérables en fonction des paramètres mentionnés précédemment. Et dans ces travaux, deux principaux résultats se dégagent. Le premier concerne les seuils de matériaux à recycler : ils sont jugés élevés et tout juste atteignables, même dans le cas d'un scénario médian où les besoins en lithium des nouvelles batteries sont moindres. Le second porte sur le paramètre le plus important pour respecter les objectifs fixés. Il s'agit, ici, de la durée de vie de la batterie. « Plus elle est élevée et moins il y aura de déchets à recycler. Il sera donc plus difficile de réussir à tenir les seuils minimums de matériaux à réutiliser », affirme Quentin Hoarau, tout en ajoutant que « Un effet pervers pourrait même inciter les constructeurs à réduire la durée de vie des batteries ». Quant aux autres paramètres, ils ont plus ou moins d'incidence dans l'atteinte des objectifs de recyclage : l'efficacité du recyclage et l'augmentation de la demande en véhicules électriques auront des impacts évidents, alors que l'évolution technologique des batteries aura un effet plus limité.

UNE FUTURE RÉGLEMENTATION À AFFINER

D'après leurs résultats, les deux chercheurs formulent certaines recommandations pour améliorer la future réglementation européenne.

« Nous estimons qu'il serait préférable d'abaisser de quelques points de pourcentage les seuils minimaux de recyclage, car ils sont très élevés. Cette légère réduction des objectifs permettrait d'éviter une éventuelle révision à la baisse après l'entrée en vigueur de cette réglementation », indique Quentin Hoarau. De fait, si les recycleurs et industriels ont besoin de signaux forts pour s'organiser et mettre en pratique les nouvelles règles, il est plus pertinent de relever des objectifs environnementaux que de les baisser. L'autre grande recommandation implique la durée de vie des batteries dont la moyenne est d'environ dix ans dans des véhicules. « Étant donné que la durée de vie des batteries est le paramètre le plus important dans l'atteinte des seuils de recyclage fixés, il semble logique de compléter la future réglementation en rajoutant un objectif temporel minimum sur les batteries », conclut Quentin Hoarau. Si pour l'heure, la future réglementation va faire l'objet de discussions au sein des instances européennes, le développement à venir de méga-usines en Europe, en particulier en France et en Allemagne, imposera bientôt des défis concrets à la filière dans son ensemble. ●

À retenir

- La Commission européenne a proposé une nouvelle réglementation qui vise à promouvoir le recyclage des batteries des véhicules électriques. Les nouvelles batteries devront intégrer des parts minimales de matériaux recyclés d'ici à 2030.
- L'atteinte des objectifs de recyclage fixés par l'Europe dépend fortement de la durée de vie des batteries. Cette dernière constitue le paramètre le plus important pour réussir à atteindre les objectifs de recyclage.
- Les seuils fixés sont élevés et probablement difficilement atteignables. Il serait préférable de les abaisser légèrement pour les augmenter progressivement par la suite. En outre, la durée de vie moyenne des batteries ne figure pas dans cette nouvelle réglementation, mais la fixation d'un objectif serait nécessaire.

COMMENT L'HYDROGÈNE PEUT-IL ACCOMPAGNER LA DÉCARBONATION DES TRANSPORTS ?

La France mise sur la technologie hydrogène pour développer une filière industrielle et devenir un leader mondial, mais sa viabilité économique suscite de nombreuses interrogations. Deux chercheurs de la Chaire Énergie & Prospérité, Jean-Pierre Ponsard et Guy Meunier étudient les conditions favorables pour que cette technologie participe à la transition énergétique dans les transports.

Si le réchauffement climatique est un défi international, la pollution urbaine engendre des problématiques aux échelons locaux. L'un des points communs entre ces deux phénomènes particulièrement néfastes pour l'avenir de la vie humaine peut se trouver dans le secteur des transports. De fait, ce dernier génère près de 25 % des émissions mondiales de carbone, causées notamment par les voitures et camions. Dans les villes - notamment les mégapoles de pays en développement et les grandes capitales des pays développés - les transports sont les plus gros pourvoyeurs de particules fines. Celles-ci sont causées par les rejets des véhicules à moteurs thermiques, mais aussi par l'usure des pneus et des systèmes de freinage. Avec des conséquences importantes sur la santé : entre 2016 et 2019, la pollution de l'air a été responsable de 40 000 décès par an dans l'Hexagone, d'après Santé Publique France. « *La décarbonation de l'économie s'est enclenchée dans de nombreux secteurs, comme l'électricité à base d'énergies renouvelables, mais c'est plus timide dans les transports où les émissions n'ont pas baissé au cours des dernières décennies, comme l'a montré Aurélien Bigo dans sa thèse : [Les transports face au défi de la transition énergétique](#). Au contraire, face à la hausse croissante de la demande de transport dans le monde, elles ont augmenté. Et il est difficile d'anticiper que cette tendance va s'inverser dans le futur, notamment avec l'essor de la demande dans les pays en développement* », constate Jean-Pierre Ponsard. Dès lors, la décarbonation des transports doit intervenir sur l'offre, c'est-à-dire au niveau des moteurs, ainsi que par les actions publiques des villes visant à réduire la congestion, et les soutiens financiers à l'échelon national ou européen, dans le cas de la France.

D'après des travaux menés par Jean-Pierre Ponsard et Guy Meunier, ainsi qu'un entretien avec le premier.



« Entre 2016 et 2019, la pollution de l'air a été responsable de 40 000 décès par an dans l'Hexagone, d'après Santé Publique France »



DES TECHNOLOGIES EN COMPÉTITION

Avant de parvenir à décarboner les transports, du moins partiellement, des études d'impacts et d'efficacité doivent être effectuées pour comparer les technologies existantes et évaluer les meilleures options disponibles. Autrement dit, cela revient à analyser les coûts et les bénéfices du diesel, de la batterie électrique et de la pile à combustible alimentée par de l'hydrogène. Certes, sur le plan purement financier, le diesel reste le plus compétitif, car le coût total de possession, un indicateur couramment utilisé dans le milieu pour réaliser des analyses coût-bénéfice, est le moins élevé. Mais, en prenant compte d'autres paramètres, comme la baisse des coûts liée aux effets d'apprentissage, la hausse des usages grâce à la mutualisation et aux effets de réseau, et surtout, les émissions de carbone évitées, l'hydrogène peut constituer une alternative intéressante dans certains cas précis. Les deux chercheurs ont ainsi étudié le cas des bus roulant avec les trois énergies précitées pour répondre à la problématique suivante : quelle est la place relative de l'hydrogène par rapport à la batterie, alors que cette dernière s'est considérablement développée sur le segment des véhicules particuliers ? « *Pour comparer la batterie et la pile à combustible, il y a trois critères distincts. Le*



Jean-Pierre Ponssard est responsable scientifique de la Chaire Énergie & Prospérité, directeur de recherche émérite au CNRS (CREST) et chercheur associé à l'Institut Louis Bachelier, au CIRANO et au CESifo. Ses domaines de recherche concernent l'économie de l'environnement, l'organisation industrielle et la théorie des jeux. Il a été professeur d'économie à l'École polytechnique et directeur du Laboratoire d'économétrie.

Méthodologie

Les chercheurs ont réalisé une analyse coût-bénéfice pour comparer le coût total de possession entre des bus roulant au diesel, avec une batterie électrique et une pile à combustible alimentée par de l'hydrogène. Pour aller plus loin que la simple comparaison chiffrée basée sur des critères statiques, ils ont incorporé des critères dynamiques en établissant des hypothèses sur les futures diminutions des coûts liées aux effets d'apprentissage, ainsi que sur le rythme de déploiement de cette technologie en fonction de la mutualisation de ses usages sur plusieurs segments de marché (bus, camions, trains...) Les résultats chiffrés montrent que l'hydrogène est une option à prendre en compte dans la décarbonation des transports.

premier est l'efficacité énergétique, qui est plus élevée pour la batterie. Le deuxième est l'autonomie des véhicules où l'hydrogène dispose de davantage d'atouts, car il n'est pas sensible à la topographie de la route, ni aux conditions extérieures. Le dernier critère concerne le temps de recharge entre les deux technologies, qui est plus rapide dans le cas de l'hydrogène», souligne Jean-Pierre Ponssard. Outre ces caractéristiques techniques, l'analyse coût-bénéfice entre les deux technologies passe par le calcul du coût total de possession (CTP) mentionné précédemment. Celui-ci inclut le prix d'achat du véhicule (les bus dans le cas de l'étude), le capital immobilisé, la maintenance, les frais de personnel, la consommation au kilomètre et le prix de l'énergie utilisée. « En se basant uniquement sur le CTP, à première vue, c'est la batterie qui a le plus d'avantages. Toutefois, en prenant en compte le type d'usage, par exemple celui des bus, le CTP est à relativiser : si les distances parcourues sont plus élevées, le coût de l'hydrogène est amené à baisser», indique Jean-Pierre Ponssard. Et d'ajouter : « Le CTP classique n'est pas suffisant, il faut aller plus loin dans l'analyse en effectuant des segmentations en fonction de la distance parcourue par jour et de la taille des véhicules. Si les distances sont longues et parcourues par des véhicules grands (bus, camions), l'hydrogène a clairement une carte à jouer sur des marchés de niche comme la mobilité lourde si des conditions locales particulières et des politiques de subventions sont réunies ».

UN SOUTIEN PUBLIC INDISPENSABLE POUR FAIRE DÉCOLLER LA FILIÈRE

Parmi les éléments indispensables figurent bien entendu la baisse des coûts. Actuellement le kilogramme d'hydrogène coûte dix euros,

il doit baisser de moitié au moins pour être compétitif. Pour ce faire, les chercheurs estiment que des aspects locaux doivent s'aligner, car les coûts fixes sont importants (stations de recharge, électrolyseurs pour produire de l'hydrogène décarboné). « Au niveau local, le raisonnement doit impliquer de la mutualisation à travers des usages multiples et pas uniquement celui des bus, afin de réduire les coûts d'approvisionnement en hydrogène », indique Jean-Pierre Ponssard. L'autre problème à résoudre concerne le coût d'achat des véhicules, qui reste très élevé : un bus à hydrogène est trois fois plus cher qu'un bus diesel et près de 40% plus élevé qu'un bus à batterie. « Pour réduire les prix des véhicules à hydrogène, les subventions ont un rôle important à jouer. Au niveau national, voire européen, il faut encourager les différents plans locaux à se développer en même temps. Cela permettra de réaliser des achats groupés et de faire baisser les prix à moyen terme grâce aux effets d'apprentissage et à des économies d'échelles », conclut le chercheur, qui va poursuivre ses travaux d'analyse-coût bénéfique en y incluant le coût d'abattement du carbone, à l'aide de cette technologie, soit le prix d'une tonne de carbone évitée. De quoi rendre l'hydrogène plus attractif... ●

À retenir

➤ Pour contenir le réchauffement climatique et la pollution locale, la décarbonation des transports est indispensable. Si cette dynamique s'enclenche progressivement, de nombreux progrès sont encore à réaliser.

➤ L'hydrogène est l'une des alternatives pour décarboner le secteur des transports. Toutefois, le marché sera segmenté entre plusieurs technologies. Pour favoriser l'essor de l'hydrogène et la baisse de son coût, des conditions locales doivent être réunies afin d'augmenter et de mutualiser les usages (bus, trains, camions, industries...).

➤ Les aides publiques permettent de développer des conditions favorables pour augmenter les volumes dans le type d'usage retenu (comme les bus ou les camions). L'objectif étant de diminuer les prix de ces véhicules par rapport à leurs équivalents roulant au diesel et à la batterie électrique.

