

LOUIS BACHELIER

L'actualité économique et financière vue par la recherche

La crise et après : et le climat dans tout ça ?

Avec le concours de Christian de Perthuis,
Dominique Plihon, David Benatia
et Jean-Pierre Ponsard



« Nous sommes en train de perdre un temps précieux dans la négociation climatique »



4

Entretien avec
Christian de Perthuis

Les banques centrales doivent-elles avoir des objectifs écologiques ?



8

D'après un entretien
avec Dominique Plihon

La crise de la Covid-19 a fragilisé les marchés de l'électricité

10



D'après un entretien
avec David Benatia

Énergie hydrogène : « Enclencher un cercle vertueux de baisse des coûts »



12

Entretien avec
Jean-Pierre Ponsard

Retrouvez l'actualité et les archives de l'Institut Louis Bachelier, sur le site internet louisbachelier.org, classées par thème :
transition financière, transition démographique, transition environnementale et transition numérique.
Restez informé, sur les événements, les appels à projet, les publications...

LOUIS BACHELIER .org



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



Lnédite, immédiate et mondiale sont des adjectifs (non exhaustifs) qui pourraient qualifier la crise de la Covid-19. Et pour y faire face, de nombreux pays ont instauré des mesures de restrictions, parfois draconiennes, tout en maintenant des secteurs économiques sous perfusion d'argent public afin d'éviter leur agonie. Si les réponses à la pandémie n'ont pas été parfaites - le recul nécessaire permettra d'en tirer les conclusions idoines - et ont fait l'objet de nombreux tâtonnements, elles ont, au moins, le mérite d'avoir été mises en place rapidement. Il est, en effet, plus facile d'agir lorsque la menace est immédiate et palpable avec les risques de plusieurs centaines de milliers de morts et la saturation des systèmes de santé.

Pour sa part, le réchauffement climatique, l'un des véritables défis du ^{xx}e siècle, si ce n'est le plus grand, semble victime de sa longue temporalité. De fait, cinq après la conclusion de l'Accord de Paris, les négociations climatiques internationales sont à la peine, pour ne pas dire au point mort, malgré l'urgence climatique, qui se manifeste par davantage de catastrophes naturelles et des températures plus chaudes (le mois de novembre 2020 a été le plus chaud de l'histoire). En attendant d'éventuelles tractations politiques sur le réchauffement climatique entre les grands de ce monde, ce sont les initiatives nationales et locales, qui prennent le relais. Celles-ci prennent forme par des plans de relance vert, des politiques municipales ambitieuses ou encore le développement de start-up innovantes.

À l'Institut Louis Bachelier, notre ambition, à notre échelle, est de contribuer à l'essor d'une économie et d'une finance favorable au développement durable par le biais de la recherche

académique d'excellence. Outre sa mention dans nos statuts, cet objectif se manifeste effectivement par la mobilisation de nombreux chercheurs dans différents programmes de recherche comme *Green and Sustainable Finance*, la chaire *Finance et Développement Durable* ou encore la chaire *Finance Durable et Investissement Responsable*; l'organisation de conférences académiques comme la 5^e édition de *Green Finance Research Advances*, en partenariat avec la Banque de France, qui s'est tenue récemment; et la publication de rapports comme *The Alignment Cookbook*, qui examine les méthodes d'alignement des portefeuilles d'investissement avec l'Accord de Paris et ce nouveau numéro des Cahiers Louis Bachelier.

Dans cette édition, vous trouverez ainsi une interview du fondateur de la chaire Économie du Climat, Christian de Perthuis, à l'occasion de la parution de son dernier ouvrage; un article sur le rôle des banques centrales dans la gestion du réchauffement climatique, à la suite d'une étude de Dominique Plihon de la chaire Énergie & Prospérité; un article sur les marchés de gros de l'électricité, d'après une analyse économétrique de David Benatia du Laboratoire de Finance des Marchés de l'Énergie; et pour terminer, une interview de Jean-Pierre Ponssard, directeur scientifique de la chaire Énergie & Prospérité, qui livre son point de vue sur l'hydrogène et la mobilité durable.

Bonne lecture!



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

« NOUS SOMMES EN TRAIN DE PERDRE UN TEMPS PRÉCIEUX DANS LA NÉGOCIATION CLIMATIQUE »

La pause bienvenue des émissions de gaz à effet de serre – intervenue au premier semestre 2020 à la suite des mesures de confinement prises pour lutter contre la pandémie de la Covid-19 – a laissé entrevoir une lueur d'espoir dans le combat contre le changement climatique qui patine depuis de trop nombreuses années. Durant cette période inédite dans l'histoire récente, Christian de Perthuis (voir biographie) a mis à profit son temps disponible pour travailler sur le parallèle entre la lutte contre le virus et celle en faveur du climat. Le résultat est contenu dans son dernier ouvrage, intitulé *Covid-19 et réchauffement climatique* (voir encadré). Pour l'Institut Louis Bachelier (ILB), il revient sur cette année atypique à tout point de vue et livre des recommandations pour accélérer la transition vers une économie bas-carbone. Interview.

ILB : Après une stagnation des émissions de CO₂ en 2019, elles devraient refluer en 2020 en raison de la pandémie, quelles sont vos observations de la situation ?

Christian de Perthuis : Les dernières prévisions tablent sur une réduction de 7 % des émissions de CO₂ en 2020. C'est du jamais vu dans l'histoire. Si l'on tient compte des autres gaz à effet de serre, notamment le méthane et le protoxyde d'azote majoritairement issus de l'agriculture, il est probable que la baisse des émissions soit un peu moins forte. En regardant de plus près les chiffres par secteur, ceux des transports ont le plus diminué et ne seront pas rattrapés. En revanche, après la chute du premier semestre, les émissions industrielles se sont nettement redressées, notamment en Chine où la reprise économique a été plus précoce que dans le reste du monde. Mais, au-delà de la baisse des émissions de 2020, le plus important concerne leur impact sur le stock de CO₂ qui s'accumule au-dessus de nos têtes. C'est l'augmentation de ce stock qui provoque le réchauffement climatique. La baisse d'une année d'émissions ne se voit pratiquement pas dans le stock qui continue d'augmenter du fait de sa très forte inertie : le flux annuel des émissions ne représente guère que 1 % du stock global. Pour stabiliser le stock, il faudra plusieurs décennies de recul

des émissions. Comme on ne va pas confiner les populations pendant 30 ans, la question posée est la suivante : y aura-t-il un retour à la tendance antérieure en matière d'émissions ou bien des changements structurels favorables à l'accélération de la transition bas-carbone ? Mon analyse conduit à privilégier la seconde hypothèse : celle d'une accélération des changements structurels en faveur de la transition bas carbone.

Justement, le monde ne risque-t-il pas de revenir au business as usual dès la fin de la pandémie ?

CdP : Il y a effectivement un risque d'amnésie présenté dans la conclusion de *Covid-19 & réchauffement climatique*. Ce risque est élevé, en raison de la temporalité très longue, spécifique au changement climatique. Entre le moment où on prend des mesures pour freiner l'épidémie et celui où apparaissent les premiers effets, il s'écoule deux semaines. Pour le changement climatique, il faut compter plusieurs décennies ! Mais la pandémie va laisser des traces durables sur les comportements des ménages, notamment au plan alimentaire. La vulnérabilité de la population face au virus est terriblement renforcée par la mauvaise alimentation, notamment la surconsommation de produits animaux et de sucre. Les risques



Christian de Perthuis est professeur d'économie à l'Université Paris Dauphine-PSL et a fondé la chaire Économie du Climat, une plateforme de recherche sur l'économie du changement climatique. Son expertise sur le marché européen des quotas de CO₂ et la tarification environnementale est reconnue au niveau international. Il est l'auteur de nombreux articles et ouvrages dont *Le Tic-Tac de l'horloge climatique*, publié en 2019, aux éditions De Boeck Supérieur.

de transmissions du virus à l'homme sont renforcés par la destruction des écosystèmes sauvages et la pratique de certaines formes d'élevage. La recherche d'une plus grande résilience face à la pandémie renforce simultanément l'action face au changement climatique, qui implique aussi de revoir nos modes alimentaires et les systèmes agricoles qui les sous-tendent.

La montée en puissance du numérique en raison de la pandémie ne risque-t-elle pas d'annuler les efforts effectués dans d'autres secteurs comme la production d'énergie ?

CdP : L'essor du numérique a été très important dans l'organisation productive, notamment avec le télétravail. Ce développement revient à substituer du transport d'informations à du transport de personnes. Même si le numérique n'est pas neutre en carbone, cela économise beaucoup de CO₂. J'ajoute que le secteur des transports est plus difficile à décarboner que le numérique. Ce dernier est exclusivement alimenté par de l'électricité et il ne dépend donc pas des moteurs thermiques qui seront long à reconverter. Une autre conséquence de la bascule vers le numérique concerne la substitution des commerces traditionnels par le commerce en ligne. D'où la nécessité de réguler le système qui fait actuellement la part trop belle aux grands acteurs du numérique. Plus généralement, la crise de la Covid-19 appelle à davantage de régulation étatique pour encadrer ce basculement vers le capitalisme numérique. Certes, il n'investit pas dans le fossile comme le capitalisme thermo-industriel, mais il reste basé sur le consumérisme, alors que la transition bas carbone requiert davantage de sobriété, tant pour l'alimentation que pour l'énergie.

Peut-on enfin espérer une coordination des États dans la lutte contre le réchauffement climatique avec le retour annoncé des États-Unis dans l'Accord de Paris ?

La recherche d'une plus grande résilience face à la pandémie renforce simultanément l'action face au changement climatique.

CdP : Le jour où les États-Unis ont formellement quitté l'Accord de Paris, le 4 novembre dernier, Joe Biden a indiqué que l'une de ses premières décisions en tant que Président serait de revenir dans cet accord. La question posée concerne la crédibilité de ce retour. Il faut rappeler que les États-Unis ont déjà fait défection deux fois avant l'épisode de Donald Trump : lors de leur retrait du protocole de Kyoto en 2001, et au lendemain du sommet de Copenhague en 2009 quand le Président Obama n'a pas obtenu le soutien du Congrès qui conditionnait les engagements déposés par les États-Unis.

La crédibilité américaine implique d'abord que ce pays dépose une contribution nationale fortement réévaluée relativement à celle déposée sous Obama en 2015. Sur la même période, l'Union Européenne est, par exemple, passée d'un objectif de réduction des émissions de gaz à effet de serre de 40 % à 55 % à l'horizon 2030. La crédibilité américaine dépendra aussi de la capacité du Président Biden à accélérer la transition bas-carbone en réduisant le poids des énergies fossiles (pétrole et gaz). La difficulté sera de composer avec le Sénat où il n'aura pas la majorité des voix. →

Covid-19 et réchauffement climatique: une référence pour saisir les enjeux climatiques

Rédigé lors du premier confinement, achevé durant l'été et publié le 14 octobre dernier aux éditions De Boeck Supérieur, *Covid-19 et réchauffement climatique*, le dernier ouvrage de Christian de Perthuis, est un véritable plaidoyer pour une économie de la résilience comme l'indique la couverture.

Dans cet essai, l'auteur compare ces deux « destructeurs de biens communs » que sont le virus et le changement climatique, aborde leurs conséquences sur l'économie et la planète, milite pour une relance bas-carbone et la préservation du milieu naturel, tout en conservant une once d'optimisme, au grand dam des collapsologues. Abordable pour le commun des mortels, agréable à lire et truffé d'anecdotes et de références, il permet de saisir les principaux enjeux de l'immense défi du XXI^e siècle que constitue la lutte contre le réchauffement climatique. À lire sans attendre !



Un accord multilatéral ambitieux doit nécessairement reposer sur un système commun de mesures reporting et de vérification, ce qui n'est pas le cas actuellement.

Cinq ans après sa conclusion, quel premier bilan peut-on tirer de l'Accord de Paris sur le climat ?

CdP : Nous avons l'impression de revivre un remake du début des années 1990 qui marqua l'amorçage de la négociation climatique internationale. Le démarrage a été rapide avant de retomber dans une sorte de course de lenteur avec l'élection de Donald Trump à la présidence des États-Unis. Et les COP successives l'ont bien montré. Le seul résultat concret a été l'adoption d'un *Rulebook*, lors de la COP 24 à Katowice, en Pologne fin 2018, permettant de mettre en œuvre l'Accord de Paris. Toutefois, il est incomplet, car il n'inclut pas d'instruments économiques pour lutter contre les émissions, ni les pertes et dommages résultant du réchauffement climatique. Il faut donc une accélération rapide, car nous sommes en train de perdre un temps précieux dans la négociation climatique, en particulier sur le plan de la notion MRV (*Measurment, Reporting, Verification*). Or, un accord multilatéral ambitieux doit nécessairement reposer sur un système commun de mesures, *reporting* et de vérification, ce qui n'est pas le cas actuellement. Enfin, il y a également la réévaluation des objectifs de réduction des émissions à approfondir, car il n'y a guère que l'Union Européenne et le Royaume Uni qui y soient prêts. Il reste encore un peu de temps, la prochaine COP, qui se déroulera à Glasgow, a été reportée à novembre 2021. Cette conférence sera le véritable test du volontarisme des pays à augmenter leurs efforts. Ils en ont la possibilité avec la baisse des prix des énergies renouvelables et du stockage de l'électricité, ainsi que les conséquences de la pandémie qui impliquent que les gouvernements doivent davantage prendre en compte les aspirations sociales et de résilience des populations.

Mais, l'une des priorités des États est le redémarrage de l'économie...

CdP : Aujourd'hui, je pense que l'on ne peut plus opposer économie et écologie, l'un ne va pas sans l'autre. Si on veut relancer la machine économique, cela passe désormais par plus d'investissement vert.

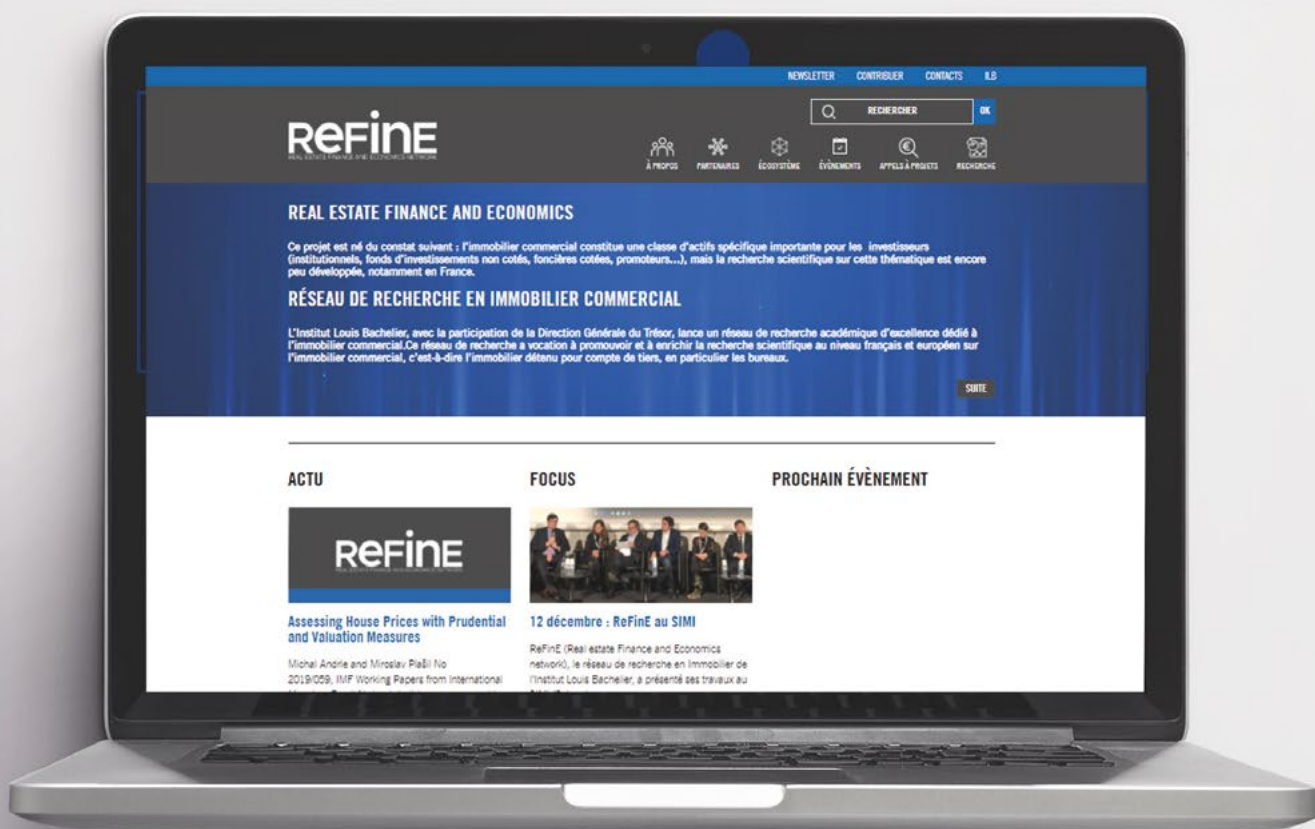
D'ailleurs, pour conclure, la France a lancé un plan de relance avec une part massive de 30 milliards d'euros dédiée à la transition écologique, comment l'analysez-vous ?

CdP : « Massifs » les 30 milliards ? C'est un petit tiers du total. Examinons les choses de plus près. Ce qui est très intéressant dans ce plan de relance concerne les investissements dans la recherche & développement pour accélérer la montée en régime de nouvelles solutions. C'est par exemple le cas pour l'hydrogène vert. Comme une partie de ces programmes est connectée à l'Europe, c'est aussi un gage de crédibilité notamment sous l'angle financier. En revanche, même si les montants ont été revus à la hausse, le volet de la rénovation thermique des bâtiments ressemble à une répétition de mesures antérieures. Dans ce domaine, il ne suffit pas d'aligner des milliards sur le papier, il faut agir sur l'offre et les comportements. Une autre faiblesse de notre plan de relance concerne le financement public des reconversions des sites industriels et du capital humain tributaires des énergies fossiles. L'accélération de la transition bas-carbone implique des reconversions massives et rapides. Au niveau européen, il existe un programme dédié : le Fonds pour la transition juste, mais il est essentiellement axé sur les pays d'Europe de l'Est qui utilisent beaucoup de charbon. Notre plan de relance national ne provisionne pas le coût pour la collectivité de ces restructurations pour cause de transition bas carbone. De mon point de vue, c'est sa faiblesse principale. ●



Retrouvez l'interview vidéo de Christian de Perthuis sur www.louisbachelier.org ilb-web-tv-les-lecons-a-tirer-de-la-pandemie-pour-le-rechauffement-climatique

RETROUVEZ
le réseau de recherche en Immobilier
de l'Institut Louis Bachelier
ReFinE
(Real estate Finance and Economics network)
sur refine.institutlouisbachelier.org



LES BANQUES CENTRALES DOIVENT-ELLES AVOIR DES OBJECTIFS ÉCOLOGIQUES ?

Pour répondre aux défis financiers de la transition écologique, des débats et réflexions portent sur l'élargissement du rôle des banques centrales dont l'importance s'est accrue depuis la crise de 2007 et encore plus depuis le début de la pandémie de la Covid-19. Des chercheurs ont analysé cette question en étudiant les différentes doctrines des banques centrales au cours de l'histoire.

La transition écologique constitue l'un des enjeux majeurs du ^{xxi}^e siècle pour parvenir à limiter le réchauffement climatique à deux degrés Celsius d'ici la fin du siècle. Outre la nécessaire évolution des modes de production et de consommation, la transition écologique pose également des problématiques sur le plan financier. Ainsi, la Fed (Réserve Fédérale des États-Unis) a récemment admis, pour la première fois, que le réchauffement climatique représentait un risque pour la stabilité financière. De son côté, la BCE (Banque centrale européenne), par l'intermédiaire de sa présidente Christine Lagarde, s'est engagée à « verdir » davantage son action. Si ces prises de position semblent s'inscrire dans la bonne direction face à l'urgence climatique, elles ne font pas forcément l'unanimité parmi les partisans des courants néolibéraux, qui sont adeptes de l'autorégulation des marchés et d'un interventionnisme des banques centrales centré uniquement sur la stabilité monétaire. « *Le réchauffement climatique provoque des risques sur la stabilité financière, car il peut affecter de nombreux acteurs du système comme les banques et les assureurs. Par ailleurs, la transition écologique requiert des investissements et des financements massifs. Or, les banques centrales sont les acteurs principaux du système monétaire et financier et leur rôle est devenu beaucoup plus important depuis la crise de 2007* », souligne Dominique Plihon, tout en ajoutant que : « *Pour éclairer la réflexion, il nous est apparu nécessaire d'étudier le sujet du central banking avec une approche historique, théorique et institutionnel* ».

LES BANQUES CENTRALES S'ADAPTENT AU COURS DU TEMPS

Depuis leur création à partir du ^{xvii}^e siècle, d'abord en Suède, puis en Angleterre, – la

Banque de France n'a vu le jour qu'en 1800 – les banques centrales ont poursuivi quatre grands objectifs dont la hiérarchie a évolué au cours du temps : la stabilité monétaire, la stabilité du système financier, le développement économique, et le financement de l'État. Et les historiens ont identifié quatre grandes périodes distinctes dans l'évolution de la doctrine et des politiques des banques centrales : la période « victorienne » (1840-1914), la période keynésienne postérieure à la Grande Dépression de 1929 (1930-1970), la période monétariste et néolibérale (1970-2007) et la période en cours qui débute à l'issue de la crise financière globale de 2007. Dans leurs travaux, les chercheurs ont repris cette chronologie et l'ont étudiée en y ajoutant les différentes phases du capitalisme, les régimes monétaires associés, et les sources d'énergie dominantes à chaque époque. « *La première observation est que les banques centrales ont toujours évolué dans le temps et se sont toujours adaptées en fonction des situations. Par exemple, durant l'ère keynésienne/fordiste, les banques centrales ont financé la dette des États et les politiques de grands travaux après la Guerre de 1939-1945 avec la stabilité économique et sociale comme objectif principal* », observe Dominique Plihon.

LE MONÉTARISME ET LE NÉOLIBÉRALISME SE SONT TRADUITS PAR UN ÉCHEC...

À partir des années 1970, le *central banking* évolue fortement et l'objectif principal concerne la stabilité monétaire, car l'inflation est très élevée, notamment à la suite des chocs pétroliers, tandis que la croissance économique est faible, ce qui remet en cause l'efficacité des politiques économiques. Pour y remédier, les politiques monétaires deviennent plus strictes

D'après *Les objectifs écologiques et sociaux font-ils partie du mandat des banques centrales ?* Working Paper de la chaire Énergie et Prospérité, écrit par Esther Jeffers et Dominique Plihon, ainsi qu'un entretien avec ce dernier.



Dominique Plihon est professeur émérite en sciences économiques de l'Université Sorbonne Paris Nord, membre du Centre d'Économie de Paris – Nord (CEPN) rattaché au CNRS, et chercheur associé à la chaire Énergie & Prospérité. Ancien porte-parole d'Attac et membre de son conseil scientifique, il fait également partie du réseau des Économistes Atterrés. Il est le co-auteur du rapport du Conseil d'Analyse Économique, « Banques centrales et stabilité financière » (2011), et de « La monnaie, un enjeu politique – Manuel critique d'économie monétaire » PUF (2018).

Méthodologie

Pour éclairer les réflexions sur le rôle que doivent jouer les banques centrales face aux crises climatique et sociale, les chercheurs ont étudié l'évolution du *central banking* sur le plan historique. L'originalité de leur travail est d'y associer les différentes phases du capitalisme, les régimes monétaires, et les sources d'énergie dominantes à chaque époque. En plus de l'approche historique, les chercheurs ont également analysé les aspects théoriques, notamment le rôle de la monnaie dans l'économie, ainsi que les contextes institutionnels. Enfin, ils émettent des recommandations pour que les banques centrales élargissent leur champ d'action à des objectifs climatiques et sociaux.

avec des taux d'intérêt élevés pour limiter la masse monétaire et ainsi l'inflation, selon les monétaristes, un courant de pensée économique émanant de l'économiste américain Milton Friedman. D'après ce dernier, l'État doit intervenir le moins possible dans l'économie pour laisser les marchés s'autoréguler et atteindre l'équilibre. Toutefois, cette doctrine a été abandonnée à la suite de la crise financière de 2007 durant laquelle les États ont dû soutenir et relancer massivement leurs économies avec l'appui des banques centrales pour éviter le naufrage économique et financier

... MAIS UNE RUPTURE EST EN COURS DEPUIS 2007

De fait, à la suite de la crise financière, les banques centrales des pays développés ont dû s'employer pour maintenir à flot le système financier. Cela s'est traduit par des baisses drastiques de taux d'intérêt, et surtout la mise en place de politiques dites non conventionnelles, notamment par le biais de rachats massifs d'actifs (*quantitative easing*). « Cette crise a marqué l'échec du monétarisme. Des réformes ont eu lieu pour encadrer davantage les acteurs financiers et les banques centrales ont été en première ligne dans la stabilisation financière, alors qu'elle ne faisait plus partie de leurs objectifs dans la période précédente. L'ère actuelle montre ainsi une forme de similitude avec les deux premières, dans lesquelles les banques centrales jouaient un rôle très important à la fois pour la stabilité monétaire et financière », affirme Dominique Plihon. Sans oublier que, depuis plus de dix ans, les banques centrales

ont connu un autre changement avec l'élargissement de leurs objectifs à la croissance, l'emploi ou encore les inégalités... Alors quid du climat? « En regardant de plus près les traités de la BCE, l'article 127 stipule que la stabilité monétaire et d'autres objectifs, y compris l'environnement, doivent être pris en compte. Par ailleurs, les banques centrales ne peuvent pas se désintéresser du climat en raison des risques qu'il peut provoquer sur la stabilité financière. Par exemple, la BCE doit jouer un rôle de chef d'orchestre dans le financement de la transition écologique, en vertu de l'Accord de Paris sur climat de 2015, dont l'un des articles stipule de rendre les flux financiers cohérents avec les objectifs climatiques », estime Dominique Plihon. Si, sur le volet de la stabilité financière, le Réseau des banques centrales et des superviseurs pour le verdissement du système financier (NGFS), mis en place fin 2017 et réunissant notamment la Fed et la BCE et plus de 60 banques centrales au total, a un agenda ambitieux de coopération internationale, le financement de la transition verte n'est pas encore à l'ordre du jour. Selon les chercheurs, cet aspect devrait être rattaché à la politique monétaire, qui se chargerait de la mettre en œuvre avec, par exemple, l'application de taux d'intérêt différenciés en fonction de la couleur des activités à financer (verte ou brune) ou le rachat d'actifs émanant en priorité des activités vertes. Dans cette optique, un changement de paradigme monétaire doit s'opérer pour que la monnaie ne soit plus un instrument neutre, mais une institution économique et sociale à part entière. ●

À retenir

➤ Les banques centrales ont toujours évolué au cours de l'histoire et se sont constamment adaptées aux différents contextes auxquels elles ont dû faire face (révolution industrielle, guerres, récessions...).

➤ La phase monétariste du *central banking* (des années 1970 à la crise de 2008) constitue une sorte d'exception sur le plan historique par rapport aux trois autres, car cette période se caractérise par une baisse sensible de l'action publique au profit de l'autorégulation des marchés financiers.

➤ Un nouveau paradigme monétaire est nécessaire pour que les banques centrales jouent leur rôle dans le financement de la transition écologique. Ainsi, la monnaie n'est pas qu'un simple instrument de la politique monétaire, c'est une institution économique et sociale reliée à la finance.

LA CRISE DE LA COVID-19 A FRAGILISÉ LES MARCHÉS DE L'ÉLECTRICITÉ

Durant le premier confinement, en France, les conséquences économiques ont été très importantes et se sont notamment répercutées sur les marchés de l'électricité avec une forte baisse de la demande. Un chercheur a étudié cet épisode sur les acteurs du secteur, tout en le mettant en perspective avec la transition énergétique à venir, qui prendra forme avec plus d'énergies renouvelables dans le mix-énergétique.

La crise sanitaire a provoqué des difficultés sur les capacités de production d'électricité française, dont 70 % sont issues du nucléaire. En novembre dernier, la Ministre de la Transition Écologique, Barbara Pompili, a même indiqué que des coupures de courant courtes pourraient se produire, en cas de fortes vagues de froid, au mois de février 2021. Parmi les raisons invoquées, figurent notamment les reports des opérations de maintenance des centrales nucléaires qui se déroulent habituellement au printemps et en été. Et ce risque de pénurie est-il susceptible de se reproduire à l'avenir ? Nul ne le sait actuellement, mais l'objectif de réduire la part du nucléaire à 50 % dans le mix-énergétique français d'ici 2030 au profit des énergies renouvelables dans le cadre de la transition énergétique doit être pris en compte. « Les énergies renouvelables ont un coût marginal de production très bas, proche de zéro, c'est-à-dire que la production d'électricité supplémentaire issue de ces sources d'énergie ne coûte pratiquement rien, ce qui tire les prix de l'électricité vers le bas », indique David Benatia. Si ces futures baisses de prix sont positives pour les consommateurs et leurs pouvoirs d'achat, elles ne constituent pas forcément une bonne nouvelle pour les acteurs du secteur (gestionnaire de réseau, producteurs, distributeurs) qui doivent s'organiser et rentabiliser leurs investissements.

UNE CHUTE DE LA DEMANDE ET DES PRIX DURANT LE PREMIER CONFINEMENT

Pour y voir plus clair sur les problématiques évoquées précédemment, David Benatia a

Les prix de gros de l'électricité ont chuté en moyenne de 40 % dont 60 % s'expliquent par les faibles cours du pétrole et du gaz.

conduit une étude sur les marchés de l'électricité en France durant le premier confinement.

« Au départ, mon objectif a été de mesurer les conséquences économiques à court terme de l'épidémie en observant les changements dans la consommation électrique qui est un thermomètre de l'économie », explique le chercheur, tout en ajoutant que : « En observant de plus près les chiffres de la consommation électrique, qui ont baissé de près de 12 % durant le premier confinement, ils sont assez similaires aux volumes d'énergie qui devront être produits par les énergies renouvelables d'ici 2030 et dont la part doit passer de 27 à 40 % du mix-énergétique français ». En clair, la chute de la demande d'électricité et les baisses moyennes de prix sur les marchés de gros de 40 %, observées pendant le premier confinement, donnent des indications sur les futures difficultés liées à la production électrique avec la mise en œuvre progressive de la transition énergétique qui impliquera nécessairement des prix plus bas. Dans le détail, les résultats de l'étude montrent que les émissions de CO₂ se sont réduites de 42 %, que les prix de gros de l'électricité ont chuté en moyenne de 40 % dont 60 % s'expliquent par les faibles cours du pétrole et du gaz, et que les revenus financiers des vendeurs

D'après *Ring the Alarm! Electricity Markets, Renewables, and the Pandemic*, un rapport de recherche du CREST, écrit par David Benatia, ainsi qu'un entretien avec dernier.



David Benatia est professeur assistant au département d'économie appliquée de HEC Montréal. Il est également affilié en tant qu'enseignant-chercheur au département d'économie du CREST (ENSAE, Institut Polytechnique de Paris) et membre du Laboratoire de Finance des Marchés de l'Énergie, en France. Ses recherches se concentrent sur l'économétrie et l'organisation industrielle, en particulier sur les applications en économie de l'énergie et de l'environnement.

Méthodologie

Le chercheur a analysé l'impact du premier confinement sur les marchés de l'électricité en France. Il a ainsi développé un modèle d'économétrie structurelle pour calculer la demande contrefactuelle d'électricité, c'est-à-dire en supposant qu'il n'y ait pas eu de baisse en raison de la pandémie. Pour ce faire, il a utilisé un modèle novateur de *machine learning*, entraîné avec de nombreuses variables en particulier météorologiques, afin d'obtenir des prédictions sur la demande horaire d'électricité. Après la fonction de demande, il a estimé des fonctions d'offres agrégées sur le marché français en tenant compte des échanges transfrontaliers. Ces différentes étapes lui ont ensuite permis de calculer les conséquences sur les prix de l'électricité pour les acteurs du secteur et de formuler des recommandations dans le cadre de la transition énergétique en cours et à venir.

(producteurs) et acheteurs (fournisseurs) ont diminué de 45 %, soit une réduction totale de chiffre d'affaires d'1,2 milliard d'euros dont environ 700 millions pour la filière nucléaire. D'ailleurs, l'essentiel de ce manque à gagner a été supporté par EDF, même si d'autres fournisseurs alternatifs (Total Direct Énergie, Eni...) ont également été impactés.

DES PRIX TROP BAS MENAÇENT LA FIABILITÉ DU SYSTÈME ÉLECTRIQUE

Ce manque à gagner résultant du confinement est-il annonciateur de la configuration du marché de l'électricité en 2030 dans le contexte de la transition énergétique? « Avec la hausse de la production d'énergie renouvelable dans le futur, les prix de l'électricité seront encore plus bas avec la possibilité d'être plus fréquemment négatifs, comme cela s'est produit durant le premier confinement. Dans ces conditions, la rentabilité de certaines centrales électriques pourrait être mise à mal », affirme David Benatia. De fait, si les capacités de production traditionnelles d'électricité (fioul, gaz) seront amenées à être moins utilisées, en raison de la transition énergétique, des prix trop bas de l'électricité risquent de les éliminer du secteur. Or, cette bonne nouvelle sur le climat ne l'est pas pour la production d'électricité qui nécessite des centrales thermiques d'appoint pour répondre à des pics ponctuels de demande.

INCITER LES PRODUCTEURS CONVENTIONNELS

Dès lors, pour éviter les risques potentiels et ponctuels de pénurie d'électricité en cas de pic de chaleur ou de froid, les mécanismes complexes des marchés de l'électricité doivent être modifiés. Pour rappel, l'offre doit toujours s'adapter à la demande et ce en temps réel. En outre, la rémunération des acteurs du secteur dépend de plusieurs paramètres : les prévisions de demande, les niveaux des prix du marché ou encore les contrats régulés entre producteurs et distributeurs avec des prix fixés à l'avance. Face à ces complexités spécifiques aux marchés de l'électricité – qui sont considérés comme incomplets dans la théorie économique – la mise en place d'une rémunération liée à la capacité de production serait incitative pour que les producteurs conservent et rentabilisent certaines centrales thermiques d'appoint. « Cette rémunération devrait être stable pour envoyer un signal de pénurie sur les marchés de l'électricité. Elle devrait également dépendre de la contribution des producteurs au système électrique global et de leur flexibilité à mobiliser leurs centrales », recommande David Benatia. La balle est dans le camp des pouvoirs publics qui vont devoir redoubler de vigilance pour pérenniser et fiabiliser le système électrique français. ●

À retenir

- Les conséquences du premier confinement sur les marchés de l'électricité ont été très importantes en France, à la fois sur les prix, la demande et les revenus des acteurs du secteur (gestionnaire de réseaux, producteurs, distributeurs).
- Ces conséquences constituent des indications intéressantes en termes de baisse des prix et d'incertitudes de production dans le cadre de la transition énergétique à venir, qui se caractérisera par davantage d'énergies renouvelables intermittentes dans le mix-énergétique.
- Pour fiabiliser les marchés de l'électricité et inciter les producteurs à conserver des centrales mobilisables en cas de pic de demande, la rémunération des capacités de production doit être instaurée en fonction de leur flexibilité. Dans le cas contraire, des prix trop bas ne permettront pas d'envoyer les signaux adéquats aux marchés, notamment en cas de pénurie.

ÉNERGIE HYDROGÈNE : « ENCLENCHER UN CERCLE VERTUEUX DE BAISSE DES COÛTS »

La France a de grandes ambitions pour développer la filière énergétique d'hydrogène décarboné, c'est-à-dire produit à partir d'électricité issue d'énergies renouvelables et de nucléaire. En témoigne le plan de relance, qui consacre 7,2 milliards d'euros à cette source d'énergie dans le but d'accélérer la transition écologique en réduisant les émissions de CO₂ produites par l'industrie et les transports. Outre les enjeux environnementaux, l'investissement public français dans l'hydrogène vise à créer des emplois et à assurer l'indépendance énergétique et technologique. Ce pari sera-t-il gagnant ? L'avenir nous le dira. En attendant, un spécialiste de la transition écologique et de la mobilité durable, Jean-Pierre Ponssard (voir biographie), revient sur les annonces gouvernementales et sur l'ampleur des défis à relever pour que la France devienne un champion de l'hydrogène. Interview.

ILB : Le plan de relance consacre 3,4 milliards d'euros à l'hydrogène d'ici 2023 et atteindra un total de 7,2 milliards à l'horizon 2030, comment analysez-vous les montants en jeu ?

Jean-Pierre Ponssard : Ce plan de relance est incontestablement un changement d'échelle par rapport au Plan Hulot qui n'était que de 100 millions d'euros. Il est comparable avec l'engagement de certains de nos voisins, notamment l'Allemagne (7 milliards) et l'Espagne (8,9 milliards), et avec les engagements pris au niveau de l'Europe. Quant à la clé de répartition, elle concerne d'abord la production d'hydrogène à bas coût pour des usages industriels, car la priorité est de décarboner l'industrie. Un deuxième volet se concentre sur la mobilité lourde à moyen terme (2025-2030). Il s'agit également de soutenir la recherche & développement sur l'ensemble de la chaîne de valeur (électrolyseurs, piles à combustibles, réservoirs à haute pression...), et de développer une formation d'excellence sur la filière.

Pouvez-vous revenir sur la nécessité de développer la mobilité durable dans le cadre de la transition écologique ?

J-P P : La mobilité durable répond à deux

grands enjeux. Le premier est global et lié au réchauffement climatique, car les émissions de CO₂ générées par les transports au sens large (voitures, poids lourds, trains, avions, transport maritime, ...) représentent 20 à 25 % des émissions mondiales rejetées dans l'atmosphère. De plus, elles n'ont pas beaucoup baissé depuis le début des années 2000, contrairement à celles engendrées par la production de l'énergie et l'industrie manufacturière (chimie, aciérie, cimenterie...). Or, la demande de transport est croissante avec l'augmentation du niveau de vie, notamment dans les pays émergents. Le second enjeu se situe à l'échelon local avec la problématique de la pollution urbaine dans les grandes métropoles, phénomène qui touche aussi les pays en développement. Les transports rejettent des particules fines et de l'oxyde d'azote (NOx), via les gaz d'échappement et l'usure des disques de freinage et des pneumatiques, qui causent des maladies respiratoires et des morts prématurées. Des actions vigoureuses sont mises en place par les responsables locaux pour limiter drastiquement l'usage des énergies fossiles dans les transports urbains. Le développement des véhicules électriques à batterie et des véhicules à hydrogène s'inscrit dans cette logique.



Jean-Pierre Ponsard 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.

Quels sont les avantages et inconvénients de l'hydrogène par rapport à la batterie électrique pour la transition écologique ?

J-P P : L'hydrogène en tant qu'énergie dispose de plusieurs avantages en comparaison avec la batterie. D'abord, même s'il nécessite du platine, le recours aux ressources naturelles est moins critique pour la pile à combustible hydrogène, contrairement à la batterie qui est fabriquée à partir de cobalt et de terres rares entre autres. Ensuite, l'hydrogène est moins lourd qu'une batterie, l'autonomie des véhicules est plus élevée et le temps de recharge plus rapide. En revanche, l'hydrogène est moins efficace énergétiquement que la batterie (de l'ordre de 22 % par rapport à 73 %). Contrairement à la situation actuelle où l'énergie vient essentiellement du fossile, il y aura une segmentation du marché, la batterie et l'hydrogène se départageront en fonction de leurs avantages respectifs (plutôt vers la mobilité lourde pour l'hydrogène).

Comment développer une filière de mobilité hydrogène en France, alors que les coûts de cette technologie sont très élevés et que des initiatives pilotes peinent à remplir leurs objectifs ?

J-P P : Le développement de la filière doit concilier deux objectifs : d'une part la mise en place d'une infrastructure pour la production et la distribution de l'hydrogène et d'autre part des volumes importants au niveau des véhicules pour diminuer les coûts. Depuis plusieurs années, la France a adopté une stratégie de clusters régionaux, alors que l'Allemagne a

adopté une approche nationale avec la mise en place de stations sur l'ensemble de son territoire. Un premier retour d'expérience est riche d'enseignements. La stratégie française peine à générer des volumes significatifs comme en témoignent les projets EAS-HyMob dans la Manche ou ZEV en Rhône Alpes (*Zero Émission Valley*). En Allemagne, de nombreuses stations ont dû fermer faute de clients. Deux autres approches soulignent, au contraire, l'intérêt d'une démarche concertée entre les infrastructures et les véhicules grâce aux déploiements de flottes « captives ». À Paris, le projet Hype de taxis à hydrogène est plutôt une réussite. Il est basé sur une flotte captive de plusieurs centaines de véhicules et il fonctionne en consortium avec plusieurs partenaires, notamment Air Liquide pour fournir de l'hydrogène. Le déploiement des bus urbains à hydrogène apporte un deuxième exemple de réussite, cette fois au niveau européen. Dans ce cas-là, les collectivités locales sont directement ou indirectement opérateurs de transport collectif. Grâce au soutien de programmes européens comme JIVE (*Joint Initiative for hydrogen Vehicles across Europe*), elles ont élaboré leur plan de déploiement et obtenu des subventions très significatives, aussi bien nationales qu'européennes. Les volumes consolidés ont constitué un encouragement pour de nouveaux producteurs de bus, Safran en France, CaetanoBus au Portugal, Solaris en Pologne... à côté de Van Hool, le producteur belge déjà bien en place. Les métropoles françaises ont démarré ce programme avec du retard par rapport à celles d'Europe

du Nord, mais on peut penser qu'avec le plan récent de 1 000 bus piloté par l'UGAP (Union des groupements d'achats publics), ce retard sera rattrapé. On voit que la filière a besoin de subventions, mais que l'argent n'est pas tout, il faut encore l'inscrire dans une approche soutenable à long terme. Il ne faut pas oublier que le développement des véhicules électriques en Norvège, où il atteint maintenant plus de 50 % de part de marché, a fonctionné grâce à de multiples subventions de l'État (aides directes pour l'achat de véhicules, mais aussi soutien massif aux infrastructures).

Actuellement, les cours du carbone sur les marchés sont trop bas pour justifier des investissements massifs dans l'hydrogène, quelles sont les solutions pour y remédier ?

J-P P : Une augmentation du prix du carbone constituerait une incitation intéressante. Une des possibilités serait de cibler la taxe carbone sur les segments les plus polluants comme les poids lourds. En Allemagne et en Suisse, par exemple, une taxe carbone au kilomètre a été instaurée sur les camions. En Suisse, on peut penser que l'existence de cette taxe a permis le lancement du consortium H2-Energy réunissant des opérateurs de transport, des fournisseurs d'énergie et un constructeur automobile, le sud-coréen Hyundai. Son objectif est de faire rouler 1 500 camions à hydrogène d'ici 2025. Pour y parvenir, le coût au kilomètre est garanti aux opérateurs et ne dépasse pas celui des camions diesel.

Quels sont les autres défis à relever pour réussir dans la mobilité hydrogène ?

J-P P : La filière des batteries électriques se développe très vite et concurrence celle des piles à combustible. Il y a un également un certain retard des constructeurs automobiles français dans ce domaine pour compléter la chaîne de valeur composée de producteurs d'énergie et d'équipementiers. Et pour produire l'hydrogène, il faut installer de grands électrolyseurs, qui doivent être alimentés par des énergies décarbonées, en priorité renouvelables. →

Depuis plusieurs années, la France a adopté une stratégie de clusters régionaux alors que l'Allemagne a adopté une approche nationale avec la mise en place de stations sur l'ensemble de son territoire.

Certains scénarios estiment qu'il en manquera. Si c'est le cas, il faudra trouver des moyens d'importer de l'hydrogène à partir des énergies renouvelables situées en Europe du Sud, voir en Afrique du Nord (le Japon a passé un accord avec l'Australie dans cette optique). Le nucléaire en France constitue une solution envisageable, mais elle suscite de nombreux débats.

Quel rôle peut ou doit jouer l'Europe dans le domaine du développement de la filière hydrogène ?

J-P P : À côté des initiatives locales réunissant plusieurs acteurs, l'Europe doit jouer un rôle de coordinateur et de promoteur de la transition écologique. D'ailleurs, c'est ce qu'elle fait notamment sur le segment des bus avec un programme spécifique de subventions pour encourager les régions européennes dans ce domaine. Le plan de relance français s'inscrit dans les initiatives de l'Union Européenne comme l'*European Clean Hydrogen Alliance*.

D'autres pays sont dans la course à l'hydrogène, l'Allemagne, mais aussi la Chine, le Japon ou la Corée du Sud. Où se situe la France ?

J-P P : Les pays les plus avancés sont le Japon et la Corée du Sud. Dans le peloton juste après, on retrouve la Chine, l'Allemagne et la France. Ces deux derniers pays doivent s'engager dans les bons segments pour réussir. En Europe du Nord, l'hydrogène « bleu » est privilégié (par exemple dans le projet H2-Vision à Rotterdam). Il est produit à partir du captage et du stockage de CO₂. Quant à la France, elle a pris une direction différente avec l'ambition de produire de l'hydrogène « vert » avec de grands électrolyseurs qui transforment l'eau en hydrogène grâce à de l'électricité à base d'énergies renouvelables ou de nucléaire. C'est plus long à mettre en place, mais plus favorable à la transition écologique à moyen terme.



À côté des initiatives locales réunissant plusieurs acteurs, l'Europe doit jouer un rôle de coordinateur et de promoteur de la transition écologique.

Pour conclure, quels sont les prochains travaux de recherche que vous allez conduire sur la mobilité, et plus globalement la transition écologique, au sein de la chaire Énergie & Prospérité ?

J-P P : La chaire a été renouvelée en 2020 avec comme partenaires historiques l'ADEME, la Caisse des dépôts, l'Agence Française de Développement et la SNCF. Deux nouveaux partenaires nous ont rejoints : ENGIE et RENAULT. Nous avons aussi un partenariat avec GRDF. Nous allons poursuivre nos travaux sur la mobilité durable, les problématiques de pollution dans les villes et l'accès à l'énergie décentralisée en Afrique. ●

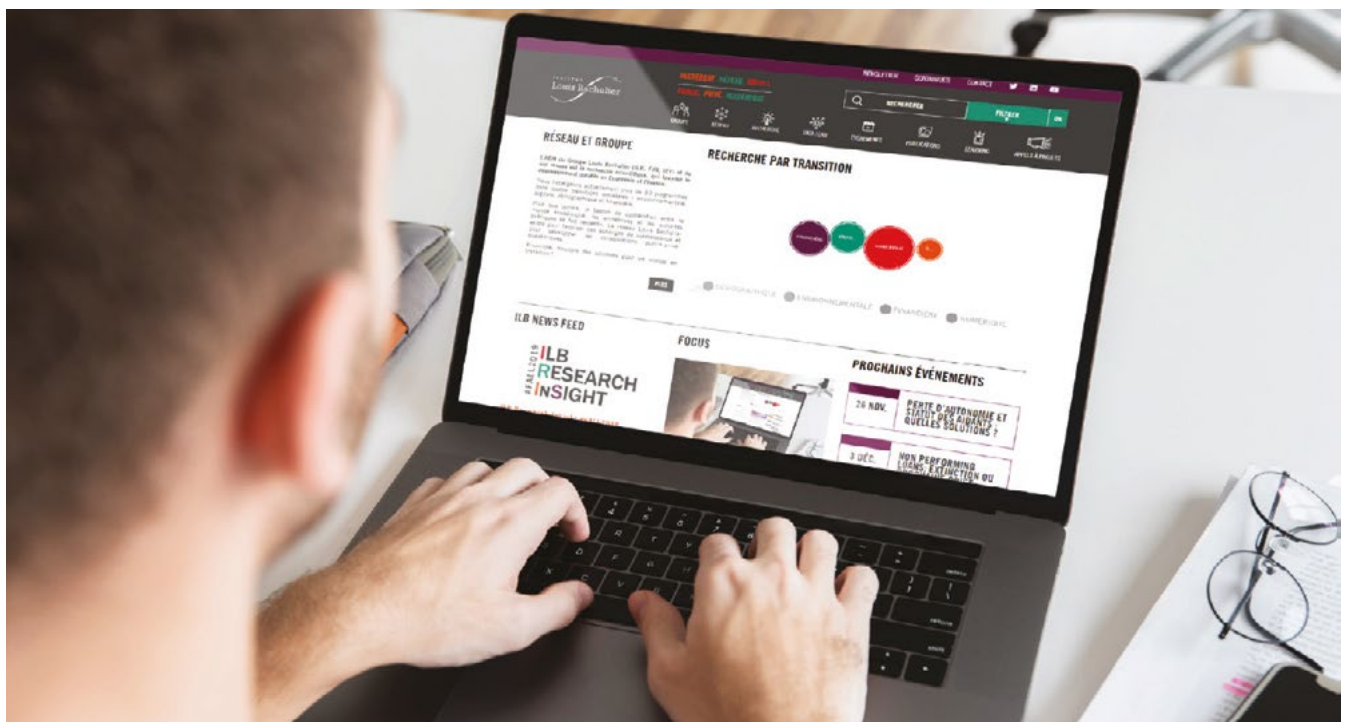
Pour aller plus loin

La chaire Énergie & Prospérité a mené de nombreux travaux sur l'hydrogène et la transition écologique. Certains d'entre-deux sont consultables à partir des liens ci-dessous :
<https://www.i4ce.org/hydrogene-en-france-climat/>
<https://www.ipp.eu/publication/juillet-2020-queelles-politiques-publiques-pour-la-filiere-hydrogene-les-enseignements-tires-du-cas-des-bus-urbains/>
https://econpapers.repec.org/article/blajpbect/v_3a22_3ay_3a2020_3ai_3a3_3ap_3a630-655.htm
<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0014292120300817>



VISITEZ LE PORTAIL DE L'ILB

INSTITUTLOUISBACHELIER.ORG



Un portail pour faciliter
l'accès à la recherche partenariale

RECHERCHE. RÉSEAU. IMPACT.

PUBLIC. PRIVÉ. ACADÉMIQUE.

