



Certificats : Marier Reprise Economique et Transition Ecologique

Maxime Schenckery, Jacques Millery

► To cite this version:

Maxime Schenckery, Jacques Millery. Certificats : Marier Reprise Economique et Transition Ecologique : Cahiers de l'Economie, Série Recherche, n° 136. 2020. hal-03193277

HAL Id: hal-03193277

<https://ifp.hal.science/hal-03193277>

Preprint submitted on 8 Apr 2021

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

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

LES CAHIERS DE L'ÉCONOMIE

IFP SCHOOL - IFPEN

N° 136

SEPTEMBRE • 2020

ÉTUDE & SYNTHÈSE

CERTIFICATS : MARIER REPRISE ÉCONOMIQUE ET TRANSITION ÉCOLOGIQUE

Dans une économie durement touchée par la COVID-19, comment remettre en fonction des acteurs de base de l'économie sur notre territoire à travers des activités porteuses de sens liées à la transition énergétique, dans un contexte de crise où en plus un prix du pétrole bas n'encourage pas cette transition ? L'utilisation du mécanisme des certificats permet-il de résoudre ce paradoxe ?

Maxime Schenckery
Jacques Millery

La collection “Les Cahiers de l'Économie” a pour objectif de présenter les travaux réalisés à IFP Energies nouvelles et IFP School qui traitent d'économie, de finance ou de gestion de la transition énergétique. La forme et le fond peuvent encore être provisoires, notamment pour susciter des échanges de points de vue sur les sujets abordés. Les opinions exprimées dans cette collection appartiennent à leurs auteurs et ne reflètent pas nécessairement le point de vue d'IFP Energies nouvelles ou d'IFP School. Ni ces institutions ni les auteurs n'acceptent une quelconque responsabilité pour les pertes ou dommages éventuellement subis suite à l'utilisation ou à la confiance accordée au contenu de ces publications.

Pour toute information sur le contenu, contacter directement l'auteur.

The collection “Les Cahiers de l'Économie” aims to present work carried out at IFP Energies nouvelles and IFP School dealing with economics, finance or energy transition management . The form and content may still be provisional, in particular to encourage an exchange of views on the subjects covered. The opinions expressed in this collection are those of the authors and do not necessarily reflect the views of IFP Energies nouvelles or IFP School. Neither these institutions nor the authors accept any liability for loss or damage incurred as a result of the use of or reliance on the content of these publications.

For any information on the content, please contact the author directly.

**Pour toute information complémentaire
For any additional information**

Victor Court

IFP School

Centre Economie et Management de l'Energie

Energy Economics and Management Center

victor.court@ifpen.fr

Tél +33 1 47 52 73 17

Certificats : marier reprise économique et transition écologique

Dans une économie durement touchée par la crise du COVID 19, comment remettre en fonction des acteurs de base de l'économie sur notre territoire à travers des activités porteuses de sens liées à la transition énergétique, dans un contexte de crise où en plus un prix du pétrole bas n'encourage pas cette transition ?

L'utilisation du mécanisme des certificats permet-il de résoudre ce paradoxe, en mariant support à la relance économique et transition énergétique ?



Source : © Sergey Shmidt

La chute du prix du pétrole observée durant la crise de la COVID 19 ne sera pas nécessairement un frein à la transition écologique. En effet, un certain nombre de mécanismes de soutien à l'économie restent plus que jamais pertinents, y compris en cas de cours bas des énergies carbonées.

Aussi, à un moment où l'Etat se doit de penser à la manière dont il devra intervenir afin de remettre sur pied le fonctionnement de l'économie, il apparaît intéressant d'utiliser ces mécanismes, et tout particulièrement celui des certificats, pour combiner aide à la remise en marche de l'économie et la priorisation d'un des sujets stratégiques structurants pour notre société, à savoir la transition énergétique et écologique.

Afin d'illustrer la manière de marier à travers ces mécanismes aide à relance et support à la transition écologique, nous nous sommes tout particulièrement intéressés à deux sujets clés, aux impacts énergétique et économique forts :

- *l'isolation et le chauffage des bâtiments, avec des effets économiques et écologiques significatifs activables à court terme*
- *la production décarbonée d'hydrogène et son utilisation dans les filières industrielles, à travers des actions structurantes à plus long terme*

Pour ces sujets, les certificats permettront une approche pragmatique, jouant avec toutes les énergies utilisables, afin de construire des parcours de transition dont les marches ne sont pas « trop hautes à chaque étape ».

Ainsi, pour les travaux d'isolation des bâtiments, et pour le remplacement des chaudières gaz et fioul d'anciennes générations, dont le bien-fondé s'avère non discutable pour la communauté, l'examen des mesures prises ces dernières années permet de préconiser une approche continuant à s'appuyer sur les certificats d'économie d'énergie, avec des mesures pouvant fortement aider à la reprise à court terme, en limitant au maximum les « obstacles non financiers » identifiés au cours de ces dernières années, et en positionnant au bon niveau les mesures financières. De telles mesures visent à non seulement continuer à favoriser les dynamiques actuelles, mais aussi à identifier de nouveaux « gisements » de manière pragmatique, en « dopant » par exemple les aides à l'isolation par l'extérieur, et en complétant la mise en place de pompes à chaleurs par la promotion de chaudières à haut rendement de tous types.

De la même manière, une utilisation intelligente de mécanismes de certificats pourra permettre de canaliser une partie des efforts de reprise économique sur la mise en place des premières étapes « réalistes » qui pourront amener à la production décarbonée d'hydrogène et son utilisation dans les filières industrielles. En s'inspirant de la stratégie de mise en œuvre d'un cluster hydrogène dans la zone d'activité industrielle du port de Rotterdam, on peut en effet par ces mécanismes mettre en place un chemin dont les étapes seront accessibles, en passant progressivement d'un hydrogène « gris » à un hydrogène « bleu » puis un hydrogène « vert ». Une utilisation innovante du système des certificats pourrait ainsi permettre de commencer la mise en place d'un ou plusieurs clusters similaires en France, mise en place qui contribuera non seulement à la reprise économique, mais aussi à notre capacité à accumuler de l'expérience de terrain pour la mise au point future de systèmes hydrogène plus ambitieux.

Table des matières

Introduction.....	4
Un prix du pétrole bas qui n'empêche pas de disposer de moyens d'actions combinant aide à la reprise et transition écologique.....	6
Une situation pétrolière impactant fortement l'ensemble de la filière énergétique.....	6
Les certificats pour inciter la montée en puissance des réductions d'émission de carbone.....	7
Valoriser les externalités environnementales.....	8
Associer reprise économique et transition écologique.....	8
Choisir les sujets à prioriser pour coupler remise en marche de l'économie et transition énergétique.....	9
Impact économique : importance d'actions donnant des résultats à court terme.....	9
Impact économique : viser un effet réel sur l'activité et l'emploi.....	9
Impact énergétique et écologique : le pragmatisme pour viser un effet visible.....	10
Impact énergétique et écologique : profiter de la situation exceptionnelle actuelle pour imprimer la bonne direction à des sujets structurants.....	10
Isolation et chauffage des bâtiments : continuer à s'appuyer sur la mécanique actuelle puissante des Certificats d'Economie d'Energie.....	12
Le bien-fondé des travaux d'isolation des bâtiments résidentiels et tertiaires.....	13
<i>Un niveau d'investissement à prévoir abordable.....</i>	13
Quelle approche pour favoriser ces travaux d'isolation ? Les bénéfices et les limites des actions menées à ce jour.....	15
Tirer les leçons des approches passées pour calibrer au mieux les mesures permettant d'exploiter de « nouveaux gisements ».....	19
<i>Des mesures « non financières » pour limiter les freins techniques et opérationnels.....</i>	19
<i>Des mesures financières pour « Positionner le curseur » d'aides le plus loin possible.....</i>	21
Les (trop) nombreuses chaudières d'anciennes générations... ..	23
... et le bien-fondé de leur remplacement.....	24
<i>Des bénéfices qui valent bien l'investissement nécessaire.....</i>	25
Un bilan des remplacements de chaudières d'anciennes générations encore en demi-teinte.....	26
Comme pour l'isolation, des mesures à préconiser en faisant preuve de pragmatisme.....	28
<i>Des mesures « non financières » pour sécuriser la filière Pompe à Chaleur tout en dégageant de nouveaux « gisements » multi-énergies d'efficacité.....</i>	29
<i>Aider et récompenser financièrement l'efficacité sous toutes ses formes : des mesures pour que rien ne s'oppose plus au remplacement de chaudières d'anciennes générations.....</i>	30
Où pragmatisme peut ainsi rimer avec optimisme.....	30
Des Certificats pour préparer l'hydrogène propre et son utilisation dans les filières industrielles ?.....	31
L'hydrogène comme élément important de la transition écologique.....	31
Quel hydrogène pour quelle transition ?.....	32
Le Certificat, instrument le plus adéquat ?.....	32
Utiliser le Certificat pour fournir une incitation au développement de la filière de l'hydrogène, où le « bleu » sera l'étape clé menant au « vert ».....	33
Commencer par la première étape intermédiaire : la mise en œuvre des certificats pour promouvoir l'hydrogène bleu.....	34
Mettre en œuvre des certificats pour accélérer le développement de l'hydrogène vert.....	34
Dépasser le dilemme de l'oeuf et la poule” et réduire le risque des projets hydrogène de grande taille.....	36
Conclusion : des leviers qui doivent rendre optimistes.....	42

Introduction

Suite à l'épidémie de **COVID 19**, la paralysie de l'économie mondiale et les turbulences géopolitiques de l'OPEP+ ont entraîné une chute durable du cours du pétrole. Une telle situation, souvent associée à un, ralentissement du rythme de la transformation des économies, pourrait a priori sembler aussi compromettre la transition énergétique, en France voire dans le reste du monde. En effet, celle-ci pourrait **amener la plupart des acteurs à considérer comme moins critique d'investir** massivement dans les **nouvelles technologies de l'énergie** (utilisation pertinente des renouvelables, systèmes de mobilité, ...) et dans de nouveaux usages plus sobres. Dans ce contexte, faut-il s'inquiéter du résultat des nombreuses actions qui vont être menées à court terme visant la reprise de l'activité économique ? Ces actions risquent-elles de faire passer au second plan la priorité de la transition pourtant nécessaire pour limiter le changement climatique ? Comment les orienter vers des sujets stratégiques comme la transition écologique ?

En conséquence, à un moment où l'Etat se doit de penser à la manière dont il devra **intervenir afin de remettre sur pied le fonctionnement de l'économie**, il nous paraît intéressant et opportun de voir si le **mécanisme des certificats**, déjà rôdé, (Certificats d'Economie d'Energie (CEE), Certificats de Réduction d'Emissions de CO₂, ... qui impliquent l'Etat mais aussi les grands acteurs du secteur de l'énergie), pourrait être activable sur des « quick wins » à court terme mais aussi plus grande échelle pour **combinaison** aide à la **remise en marche de l'économie** et priorisation des sujets stratégiques structurants pour notre société. Tout comme nous l'avons fait après-guerre avec la reconstruction des infrastructures détruites, il s'agirait cette fois-ci de favoriser et canaliser des efforts importants sur les activités économiques contribuant à la **transition écologique**, qui nous paraît aujourd'hui être un de ces sujets stratégiques porteurs de sens et d'intérêt général pour la nation (et un facteur de résilience important pour notre pays importateur net d'énergie).

Aussi, nous nous attachons dans le présent document à étudier les dimensions suivantes :

- Dans une première partie, nous regarderons si **les variations à la baisse du prix du pétrole**, comme nous venons d'en connaître, sont véritablement un frein à la transition énergétique des pays européens, ou si des mécanismes qui lui sont associés font le cas échéant apparaître des moyens d'actions supplémentaires qu'il convient d'utiliser.
- Ceci nous amènera à récapituler la **nature de ces moyens d'actions** pouvant coupler aide à la reprise et transition écologique en résultant, en rappelant les financements activables tels qu'identifiés par l'étude réalisée par I4CE¹, et les mécanismes possibles permettant de les combiner pour optimiser leur impact, en s'appuyant notamment sur une utilisation plus poussée des CEE² et de certaines aides de l'Etat.
- La deuxième partie aura pour ambition d'aider à **prioriser les sujets sur lesquels nous devons canaliser ces mécanismes d'aide**, si l'on cherche à coupler contribution à la remise en marche de l'économie et transition énergétique de la manière la plus « efficace ». Pour cela, on établira des **critères** permettant d'évaluer l'importance d'un sujet à la fois en termes d'impact économique et en termes d'impact énergétique et écologique, en y ajoutant des critères de

¹ Institute for Climate Economics

² Certificats d'Economie d'Energie

temporalité, de faisabilité et d'importance stratégique. Nous choisirons sur ces bases **deux sujets clés** répondant à ces critères :

- le chauffage et l'isolation des bâtiments, avec des effets économiques et écologiques significatifs activables à court terme
 - la production décarbonée d'hydrogène et son utilisation dans les filières industrielles, à travers des actions structurantes à plus long terme
- Dans la troisième partie, nous aborderons le premier des deux sujets, à savoir ce qui touche à la **consommation énergétique des bâtiments**, et comment à court terme ce sujet peut être un domaine où l'utilisation des **CEE** et des aides de l'Etat peut permettre de combiner écologie et relance économique. Pour les **travaux d'isolation des bâtiments**, et pour le **remplacement des chaudières** gaz et fioul **d'anciennes générations** ensuite, nous étudierons le bien-fondé de la réalisation de ces travaux pour la communauté (économies d'énergie, réduction des émissions carbonées, impact sur l'activité économique), avant de voir **quelles approches** peuvent avoir du sens pour **favoriser ces travaux**, en tirant les leçons des mesures prises jusqu'à maintenant. Cet exercice permettra de faire un certain nombre de suggestions sur la manière très pragmatique, pour l'isolation et le remplacement de chaudières, on peut à notre sens
- limiter au maximum les « obstacles non financiers » identifiés au cours de ces dernières années
 - positionner au mieux « le curseur » des principales aides (CEE, MaPrimeRénov')
- La quatrième partie de ce point de vue portera sur la manière d'utiliser au mieux des **mécanismes de certificat similaires**, afin de voir comment stimuler et canaliser une partie des efforts de reprise économique sur la mise en place des premières étapes qui pourront amener à la **production décarbonée d'hydrogène et son utilisation dans les filières industrielles**. Pour cela, on étudiera en détail pour s'en inspirer le cas concret de la **mise en œuvre d'un cluster hydrogène** dans la zone d'activité industrielle du port de Rotterdam. Ceci nous permettra de préciser les étapes à franchir afin de **passer progressivement d'un hydrogène « gris » à un hydrogène « bleu » puis un hydrogène « vert »** dans un tel cluster. On montrera alors qu'une utilisation innovante du système des certificats pourrait permettre de commencer la mise en place d'un ou plusieurs clusters similaires en France, mise en place qui contribuera non seulement à la reprise économique, mais aussi à notre capacité à accumuler de l'expérience de terrain pour la mise au point future de systèmes hydrogène plus ambitieux.

Nous espérons que ce point de vue sera ainsi **source** non seulement **d'optimisme** sur nos capacités à marier reprise économique et transition écologique, **mais aussi** source **d'inspiration** pour des actions combinant pragmatisme de court terme et vision à long terme.

Un prix du pétrole bas qui n'empêche pas de disposer de moyens d'actions combinant aide à la reprise et transition écologique

Une situation pétrolière impactant fortement l'ensemble de la filière énergétique

Ni le krach de 1929, ni les deux crises pétrolières des années 1973 et 1981, ni la crise financière de 2009 n'ont entraîné une réduction aussi importante et aussi rapide de la demande globale de pétrole (- 32 millions de barils par jour au plus fort du confinement). Au même moment, l'offre de pétrole ne s'est ajustée que lentement, faute d'accord entre les principaux producteurs pour réduire de concert la production globale dans le cadre du partenariat entre pays OPEP et pays producteur non-OPEP. Le déséquilibre du marché mondial résultant de cette évolution de l'offre et de la demande a entraîné une forte chute des prix du pétrole.

Avec un pétrole installé à un cours résolument bas, l'allègement pour le pays de la facture annuelle de nos importations pétrolières s'élève à plusieurs milliards d'euros. Une répercussion seulement partielle de ce prix bas à la pompe permet non seulement d'éviter l'effet rebond correspondant qui augmenterait la consommation d'hydrocarbure, mais aussi de disposer de moyens supplémentaires (en utilisant des mécanismes « flottants » comme la Taxe Intérieure de Consommation sur les Produits Énergétiques (TICPE) qui pourront être réinjectés dans les efforts de remise en marche de l'économie et les investissements dans la transition écologique.

Une dimension complémentaire à cette réinjection pourrait consister à « huiler » les mécanismes permettant une coordination entre efforts privés et publics (c'est en effet historiquement cette coordination qui a permis à ce jour les avancées les plus significatives dans la transition écologique, à l'instar des efforts que les CEE ont permis de coordonner dans l'intérêt du pays). Dans le cadre de prix finaux des énergies carbonées ne répercutant par l'intégralité de la baisse du cours du pétrole, ceci pourrait par exemple aussi se traduire par la possibilité d'une montée en puissance du mécanisme des CEE vis-à-vis des obligés (hausse des objectifs des obligés combinée à l'officialisation de nouveaux « gisements »).

Mais alors que la baisse des prix du pétrole contribue traditionnellement à relancer la demande pétrolière à l'échelle mondiale, ce mécanisme ne semble pas jouer complètement son rôle de rééquilibrage. Plus loin que les effets de la crise économique à cause du COVID 19, une transformation progressive et structurelle de l'industrie de l'énergie est à l'œuvre dans deux domaines : la réduction de l'intensité énergétique des économies et l'apparition de nouveaux carburants réduisant les émissions de carbone.

Ces transformations sont dues en partie à l'introduction de nouvelles technologies de l'énergie performantes (solaire, éolien, digitalisation, ...) mais aussi par la volonté politique des pays de combattre le changement climatique (conservation, hydrogène, électrification des économies,...). Le rythme de ces transformations est guidé par l'action publique à travers les aides et les mécanismes incitatifs pour réintégrer les externalités négatives dans le coût des biens et des services.



Source : ©Instagram @eleonorephotography

Les certificats pour inciter la montée en puissance des réductions d'émission de carbone

L'action publique soutenant la transition énergétique doit rechercher les moyens qui optimisent le bien-être produit pour les populations sur le court terme mais aussi le long terme. En effet, toutes les solutions technologiques ne sont pas connues aujourd'hui et il est nécessaire de mettre en place des mécanismes qui s'adaptent au cours du temps. Le marché est le cadre éprouvé d'une telle action. L'objectif est donc de combiner support publique et modération par le marché. L'incitation à une économie moins carbonée est rendue possible par les initiatives de valoriser les conséquences du changement climatique et les dommages environnementaux dans le système de prix des biens et services. Cela passe par les Crédits Carbone et les marchés d'échanges de ces crédits. Le mécanisme des certificats permet ce type d'interaction entre d'un côté l'action publique de support de la transition écologique et son rythme et de l'autre la rationalité des investisseurs privés qui souhaitent un retour sur investissement conforme aux normes de l'industrie et au risque du domaine.

Ce type d'instrument de politique énergétique qui valorise les externalités économiques allie un rôle d'incitation tout en gardant un rôle de limiteur des investissements dans la transition énergétique par la réaction du marché. Un tel mécanisme évite dans une certaine mesure les biais d'une planification à long terme toujours difficile compte tenu de l'effervescence d'innovation dans le digital, l'énergie et le transport. De plus, l'intervention accrue de l'État dans l'économie, à travers des mécanismes de subventions, d'achats publics, de tarif et plus généralement d'interdictions ou de contraintes, crée des effets de clientélisme néfastes aux économies en transformation. Il est impératif de fournir un cadre d'investissement qui privilégie les acteurs économiques qui peuvent réduire une forte empreinte carbone tout en préservant les acteurs économiques ayant déjà fait des efforts et ayant moins de marges de progression. A ce titre, la réalisation d'économies d'échelles en matière d'émissions de CO2 est souvent la clé de la réduction des coûts économiques directs et indirectes dans notre société. L'État doit faire respecter le principe de pollueur-payeur. Cependant, les acteurs économiques sont les mieux placés pour savoir ce dont ils ont besoin, et pour faire des choix efficaces, à la condition que la compensation financière pour chaque émission de gaz à effet de serre ou réduction de la consommation d'énergie puissent être valorisées.

Valoriser les externalités environnementales

Depuis les accords climatiques de Paris, l'Europe expérimente la mise en place d'un prix du carbone et un marché d'échanges de quotas. C'est une condition nécessaire pour atteindre l'atteinte d'un optimum associant le bien-être des populations et la préservation de notre environnement. Cependant, ce type d'internalisation d'externalités économiques doit être décliné dans l'ensemble des filières industrielles. Pour être juste, un mécanisme doit s'appliquer de manière uniforme pour toutes les émissions de gaz à effet de serre, quel qu'en soit l'émetteur, quel qu'en soit le secteur et le lieu de production. La mise en œuvre d'un mécanisme de certificat doit donc intégrer non seulement une dimension nationale et européenne voire internationale.

Associer reprise économique et transition écologique

Le rapport « Investir en faveur du climat contribuera à la sortie de crise » de l'Institute for Climate Economics(I4CE avril 2020) a ainsi recensé l'ensemble des leviers financiers sur lesquels des investissements allant dans le sens de la transition écologique peuvent s'appuyer, combinant acteurs publics (Etat et agences, collectivités, banques publiques) et acteurs privés (banques commerciales et marchés financiers, entreprises et obligés, ménages).

Au-delà des montants activables en jeu dont le rapport d'I4CE fait état, il nous paraît par ailleurs important de souligner les dimensions additionnelles suivantes : Il est toujours difficile d'orienter la combinaison d'efforts d'acteurs privés et publics par de simples subventions, et que les mécanismes qui ont jusqu'à maintenant montré un maximum d'efficacité sont ceux qui responsabilisent les acteurs privés comme ceux mis en place avec les systèmes de certificats.

Par conséquent plutôt que d'allouer un montant 100 de subventions directes financées par des revenus supplémentaires de la TICPE liés à une baisse du prix final des énergies ne reflétant pas la baisse des prix du pétrole, peut-être serait-il judicieux de combiner 50 en subventions directes et 50 d'aides aux obligés pour aller chercher 80 ou 90 de certificats d'économie d'énergie (en augmentant les gisements exploitables, loin d'être tous mis en avant à ce jour) il faut identifier les outils de politiques énergétique en particulier de certificats (crédit carbone, certificat de performance) : Il faudrait mettre en place deux types de certificats un pour traiter des émission de CO2 et un concernant la performance énergétique (ou trois en ajoutant la pollution de l'eau, de l'air et de la terre, la pollution sonore et lumineuse)

Choisir les sujets à prioriser pour coupler remise en marche de l'économie et transition énergétique

Après avoir identifié les moyens permettant d'associer contribution à la remise en marche de l'économie et transition énergétique dans un contexte de prix du pétrole bas, il nous faut maintenant **clarifier comment prioriser les sujets sur lesquels devront porter l'utilisation de ces moyens.**

Pour cela, la logique doit à notre avis nous amener avant tout à **privilégier les actions maximisant** les impacts suivants :

- pour l'**impact économique**, la dimension temporelle (résultats à court terme) et celle du volume d'activité engendré (effet sur l'économie et l'emploi)
- pour l'**impact énergétique et écologique**, la possibilité d'agir sur les domaines à forte consommation énergétique carbonée (effet visible sur la consommation d'énergie au quotidien), et les domaines où la situation exceptionnelle actuelle permettra à l'Etat d'être plus directif sur des sujets structurants (« mise en ordre de marche » des fondations de filières futures prometteuses)

Impact économique :
importance d'actions donnant des résultats à court terme

On privilégiera ainsi des mécanismes que l'on peut enclencher rapidement à court terme. Ceci sera par exemple le cas de **mécanismes déjà « rôdés »** (ex : TICPE, certificats d'économie d'énergie, crédit carbone) qui ont fait leur preuve à une certaine échelle et pourraient ainsi très facilement élargis ou montés en puissance

Impact économique :
viser un effet réel sur l'activité et l'emploi

Les actions préconisées par cette étude doivent contribuer à la remise en marche de l'économie française : elles joueront à ce titre un rôle optimal pour autant qu'elles impacteront de préférence à court terme :

- les acteurs ayant souffert le plus de la crise liée au coronavirus, à savoir les **PME et ETI de services** (-> pour elles, pas moyen de « rattraper » de la production, ce qui est perdu est perdu, comme c'est le cas pour toute entreprise de service)
- des **acteurs opérant sur le sol français**, éventuellement européen (-> création de valeur et d'actifs nouveaux sur notre territoire, plutôt que la production industrielle hors de France et d'Europe)

Impact énergétique et écologique : le pragmatisme pour viser un effet visible

Un nombre important d'actions liées à la transition écologique sont souvent portées sur la seule décarbonation de nos usages énergétiques. Dans une démarche pragmatique qui doit commencer à court terme, il **ne** faudra toutefois **pas sous-estimer non plus la réduction de la consommation d'énergie à mix carboné constant**, qui dans certains cas peut s'avérer être plus facilement activable avec les compétences des actifs que l'on souhaite remettre dans la mécanique économique.

Afin de travailler sur des domaines qui peuvent amener un véritable impact, il est important de se rappeler des trois **sources principales de consommation d'énergie carbonée** (dont on ne réfléchira pas seulement à la décarbonation, mais aussi comme nous venons de le voir en gardant en tête que des actions de réduction de la consommation à mix carboné constant seraient déjà intéressantes si elles permettent de mobiliser des compétences disponibles à court terme dans une logique de reprise économique), à savoir :

- la **consommation des bâtiments** (→ réduire la consommation, sachant qu'il sera peut-être plus difficile de la décarboner en touchant au mix à court terme ?),
- les **transports** (→ réduire la consommation et décarboner le mix, avec un horizon cette fois-ci plus à moyen terme, sans oublier le transport aérien/maritime)
- la **consommation d'énergie dans les filières industrielles** (→ décarboner, sachant qu'il sera peut-être plus difficile d'en réduire la consommation à court terme)

Impact énergétique et écologique : profiter de la situation exceptionnelle actuelle pour imprimer la bonne direction à des sujets structurants

Tout en supportant des types de service permettant d'avoir des impacts à court terme, il sera aussi intéressant de **profiter des mesures de relance et d'un plus grand poids de l'Etat dans la gouvernance de certains domaines** en résultant (nationalisations ou de fait) pour permettre le déclenchement de premiers **investissements fondamentaux pour les modèles à plus long terme de demain**, déclenchement qui n'aurait pas été possible dans les modèles économiques privés historiques. En réduisant ainsi le risque d'investissement, la mise en œuvre de plus grandes capacités permettra d'obtenir des économies d'échelle et donc de réduire les coûts directs de la transition écologique.



Source : © Joey Kyber

Sur ces bases, le sujet des transports étant déjà mis en avant et débattu par de nombreux acteurs actuellement, nous avons choisi de nous concentrer dans ce document sur les sujets suivants, moins médiatiques mais que nous considérons comme tout aussi clés par leur importance, à savoir :

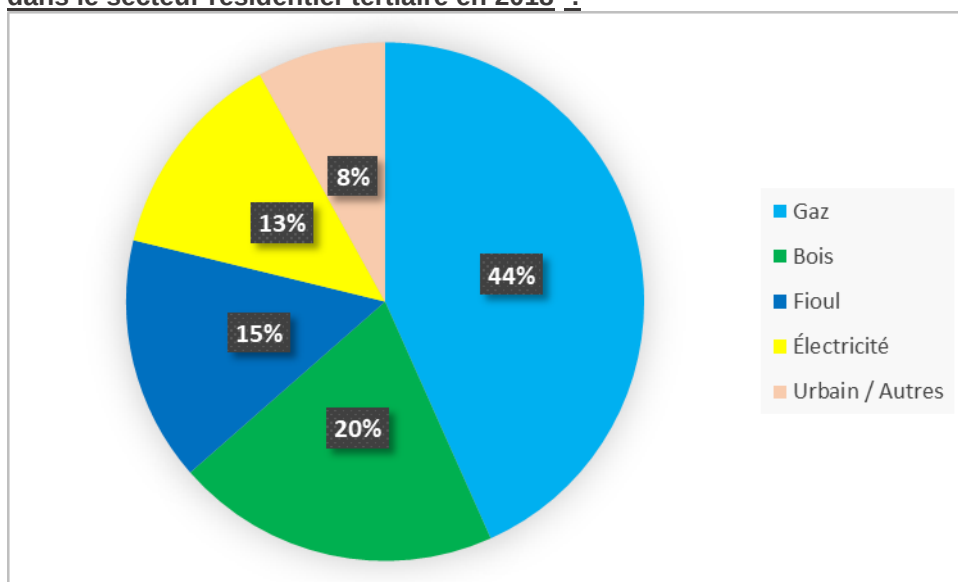
- **l'isolation et le chauffage des bâtiments**, avec des effets économiques et écologiques significatifs activables à court terme
- **la production décarbonée d'hydrogène et son utilisation dans les filières industrielles**, où se trouvent des opportunités d'initier des actions qui seront structurantes à plus long terme

Isolation et chauffage des bâtiments : continuer à s'appuyer sur la mécanique actuelle puissante des Certificats d'Economie d'Energie

Cela fait maintenant un certain nombre d'années qu'un certain nombre d'initiatives s'intéressent à la manière dont nous pouvons faire évoluer la consommation énergétique des bâtiments.

Représentant près de 45%³ de la consommation d'énergie finale française, le chauffage dans le secteur résidentiel et tertiaire est ainsi assuré à près de 60% par l'utilisation d'hydrocarbures, ce qui en fait le plus gros poste d'émission de CO2 après le transport :

Répartition de la consommation d'énergie pour le chauffage dans le secteur résidentiel-tertiaire en 2018⁴ :



Dès lors, il a été naturellement légitime au cours de ces dernières années de porter une attention particulière à la manière de réduire la consommation d'énergie liée au chauffage et de chercher à la décarboner.

De fait, une telle consommation d'énergie est avant tout due à l'importance du parc de bâtiments datant d'avant 1975 (date de début des premières réglementations portant sur les caractéristiques thermiques des bâtiments d'habitation). Ainsi, notamment, sur 29 millions de résidences principales en France en 2018, 16 millions dataient de 1975 et avant, représentant à elles seules une **surface totale⁵ de 1100 millions de m²**. Ces résidences, dont plus de la moitié correspondent à des maisons individuelles, sont en grande partie (7 à

³ Source : UFE

⁴ Source : CEREN

⁵ Source INSEE

8 millions) des « passoires » thermiques⁶ (plus de 300 kWh/m²/an). Il en est de même pour les bâtiments tertiaires d'avant 1975 (autour de 200-250kWh/m²/an), représentant **plus de 500 millions de m²**.

Le bien-fondé des travaux d'isolation des bâtiments résidentiels et tertiaires

Dans le but de réduire et de décarboner la consommation énergétique liée au chauffage, des efforts ont donc été effectués au cours des 30 dernières années afin d'inciter à l'isolation des bâtiments d'anciennes générations. **Isoler les murs d'un bâtiment** (si on le fait de manière coordonnée et dans les règles de l'art⁷), apporte en effet de **nombreux effets positifs dépassant largement l'investissement nécessaire à la communauté** pour l'effectuer.

Afin de donner une rapide illustration de ces bénéfices pour la communauté, prenons pour cela l'exemple typique d'une maison individuelle chauffée via une énergie carbonée (gaz ou fioul), ce qui représente une majorité des résidences à traiter.

Un niveau d'investissement à prévoir abordable...

Le niveau d'investissement à prévoir pour isoler les murs d'un bâtiment va dépendre de la technique d'isolation utilisée : isolation par l'intérieur (ITI) ou par l'extérieur (ITE), plus chère mais permettant une plus grande efficacité (permet d'éviter les ponts thermiques notamment).

Pour obtenir des montants réalistes concernant ces deux techniques lorsqu'elles sont utilisées dans des approches de qualité « rodées » depuis des années par de nombreux acteurs, nous nous sommes appuyés sur les prix relevés auprès de professionnels sur le marché de l'isolation le plus mature, à savoir la région Grand Est (les techniques d'ITE, plus récentes que l'ITI, ont en effet été historiquement développées en Allemagne, avant de gagner la France).

Il en ressort les **montants médians par m2 de surface d'isolant** suivants :

- **ITI : 60€**
- **ITE : 110€***
(si l'on prend l'hypothèse d'utilisation de polystyrène avec finition sous enduit, correspondant à une solution convenant pour la grande majorité des cas rencontrés)⁸

...si on le compare aux nombreux bénéfices en découlant

Les bénéfices de travaux d'isolation sont multiples et vont ainsi largement compenser cet investissement, ceci dans l'intérêt de la communauté.

⁶ Source : Observatoire de l'Energie

⁷ Comme le rappelle le rapport publié par Négawatt en réponse à l'étude de Matthieu Glachant : <https://negawatt.org/Oui-la-renovation-thermique-reduit-reellement-votre-facture-d-energie>

⁸ Remarque : ce niveau de prix ne prend pas en compte les prix parfois « artificiellement gonflés » de certains artisans peu professionnels qui ajusteront leur prix au niveau de subvention en fonction de la catégorie de client qu'ils traitent (problème qu'il conviendra de traiter d'ailleurs)

Ils se décomposent de la manière suivante :

- Economies d'énergie

Une isolation bien effectuée amène en effet une économie de consommation substantielle. Sur les zones climatiques H1 et H2 définies dans la Réglementation Thermique 2012 (zones représentant plus de 90% du territoire français), on peut estimer que les économies de consommation réalisées sont ainsi en moyenne de 3,1 MWhCumac (zone H2) à 3,8 MWhCumac (zone H1) par m² de surface d'isolant posé⁹.

Si l'on considère pour le fioul ou le gaz un coût moyen d'accès à l'énergie avant taxes de l'ordre de 40 à 50€ / MWh (par ailleurs du même ordre de grandeur avant taxes que pour les autres sources d'énergie), ceci nous amène à un **achat évité d'énergie par m² d'isolant posé de l'ordre de 120 à 190€** avant taxes, à comparer à la centaine d'euros nécessaire pour la pose du même m² d'isolant.

Il y a donc un premier gain évident procuré par l'économie d'énergie réalisée supérieure au coût des travaux, économie dont profite l'utilisateur du bâtiment, et qui réduit en même temps la dépendance énergétique de notre communauté.

- Décarbonation

L'économie d'énergie par m² d'isolant décrite précédemment va aussi se traduire directement par un gain en termes d'émissions carbone.

Ainsi, **pour chaque m² d'isolant installé**, 3,8 MWhCumac¹⁰ économisés en zone H1 sur une durée de vie de 30 ans équivaldront à la non-utilisation de 360 litres de fioul ou près de 400m³ de gaz, **évitant ainsi le rejet de près de 1t de CO₂** dans l'atmosphère.

- Impact sur l'économie française :

Enfin, il est important de noter que les travaux d'isolation effectués sur nos bâtiments ont par ailleurs un impact très intéressant sur l'économie de notre pays.

En effet, ils correspondent à des montants investis dans :

- des travaux de services effectués **sur le sol français par des entreprises pour la plupart françaises**
- des matériaux utilisés (panneaux isolants) dans la majorité des cas **fabriqués en France** ou à défaut en Europe
- la **création d'actifs** (bâtiments bénéficiant d'une meilleure isolation et par là-même valorisés en conséquence) **sur le sol français**

Le montant des travaux d'isolation (autour de 60 à 100€ par m² selon les techniques choisies) est donc un montant avec peu de pertes hors de nos frontières, et par conséquent un effet de levier fort sur l'économie française.

Outre leur impact en termes d'énergie et de décarbonation, ces travaux sont ainsi un **candidat parfait pour être inclus dans une politique de relance de l'économie de notre pays.**

Entre janvier 2018, début de la première campagne « coup de pouce isolation » qui a été le véritable déclencheur de travaux d'isolation significatifs commencés sur le parc immobilier

⁹ ce sont ces moyennes que l'on retrouve sur la fiche CEE BAR-EN-102

¹⁰ ce sont ces moyennes que l'on retrouve sur la fiche CEE BAR-EN-102

résidentiel français et avril 2020, seuls 11 millions de m² d'isolants muraux environ¹¹ ont été posés. Avec 1 à 1,5 Milliard de m² de bâtiments d'anciennes générations dont l'isolation des murs doit être améliorée, nous avons ainsi un « **réservoir d'activité économique qui a du sens** » pour l'avenir, représentant des dizaines de Md€ de travaux d'isolation à effectuer, et qui mérite d'être activé au maximum dans le cadre de mesures contribuant à la remise en marche de l'économie française. Les petites entreprises capables de réaliser ces travaux représentent aujourd'hui plus de 100 000 employés¹², et pourraient largement accueillir de nombreux employés supplémentaires du bâtiment venant de filière voisines si la vitesse à laquelle on réalise des travaux d'isolation en France était accélérée.

Quelle approche pour favoriser ces travaux d'isolation ? Les bénéfices et les limites des actions menées à ce jour

Afin d'utiliser au mieux le potentiel représenté par ces travaux d'isolation pour aider à une remise en marche de l'économie en phase avec la transition énergétique et écologique, il est important de comprendre quels seront les leviers incitatifs à mettre en place et sur quoi ils devront porter. Pour cela nous commencerons par une revue des mesures testées par le passé, afin de nous interroger sur l'étendue des cas qu'elles couvraient, leur impact et leurs limites. On examinera ainsi les raisons qui ont empêché certaines incitations de donner leur plein potentiel (et comment les corriger), et les domaines prometteurs non encore pleinement abordés à ce jour.

Ceci nous permettra d'en déduire quels « gisements » additionnels de travaux à débloquer à court terme peuvent être visés, et la nature des mesures à privilégier pour cela.

Note : comme nous nous intéressons à des **actions à mener à court terme** dans cette partie, et que nous sommes conscients que la qualité de mesures impactantes est souvent affaire de précision, et **avons donc choisi de descendre à un certain niveau de détail** pour cette partie, ceci afin d'essayer de donner un avis raisonné sur des leviers possibles dont nous pensons qu'ils peuvent être concrètement activés, **plutôt que rester à un niveau conceptuel trop élevé**.

Pour ce qui est des travaux d'isolation des bâtiments résidentiels de générations anciennes, la logique utilisée ces 10 dernières années a visé à combiner le traitement des « passoires énergétiques » (7 à 8 millions en 2019¹³), souvent associées à des conditions de précarité, avec l'incitation des classes moyennes et supérieures à investir dans des travaux significatifs.

Pour ce faire, **de nombreux mécanismes d'aide à la rénovation énergétique** ont été mis en place : Certificats d'Economie d'Energie, Crédit d'impôt pour la transition énergétique (CITE), mesures « coup de pouce », primes énergies, éco-prêt à taux zéro... Ces nombreux mécanismes ont heureusement fait l'objet de simplifications successives, dont les dernières en date lors de la loi ELAN. Ils restent toutefois complexes et pas toujours facilement articulables entre eux, et ont donc jusqu'à maintenant été d'un effet inégal, requérant dans de nombreux cas des démarches administratives qui ont pu créer des freins à la dynamique

¹¹ Estimation calculée sur la base des volumes de CEE standard et précarité de la période, en tenant compte de la proportion représentée par les travaux rattachés à la fiche BAR-EN-102

¹² Source CAPEB

¹³ selon l'observatoire national de la précarité énergétique

censée être créée par ces aides, dans un contexte où la partie financière et le niveau d'accompagnement sont clés (comme le montre l'enquête TREMI¹⁴ réalisée par l'ADEME). La tendance est heureusement à un mouvement allant vers encore plus de simplification. Les aides historiques de l'ANAH et du CITE ont ainsi été fusionnées en 2020 dans le mécanisme « MaPrimeRénov' », qui a vocation à être étendu en 2021.

Dès lors, regardons la manière dont ces aides se traduisent selon la situation des ménages, en nous intéressant tout particulièrement à l'isolation des murs, partie clé n'ayant à ce jour fait l'objet d'aucun système « coup de pouce » sur les système CEE (contrairement à l'isolation des combles et toiture ainsi que l'isolation des planchers¹⁵)

- Cas des **ménages modestes et très modestes** (au sens de l'ANAH¹⁶) de grande précarité :

Ceux-ci ont fait l'objet d'attentions particulières, d'autant plus qu'ils représentent une partie significative des « passoires énergétiques ».

Ils ont ainsi permis la constitution du système de CEE Précarité dont un quota est donné aux obligés, les amenant ainsi mécaniquement à porter une partie de leurs efforts sur ces cas, avec une incitation encore plus grande pour les efforts sur les ménages très modestes, dont la valeur des CEE Précarité a été doublée.

Ils bénéficient par ailleurs du mécanisme MaPrimRénov'¹⁷, qui complète les montants obtenus via les CEE Précarité, avec des barèmes attractifs permettant au total de financer jusqu'à 90% des travaux d'isolation (souvent complétés par des remises commerciales additionnelles de la part des entreprises laissant au final un montant à financer juste symbolique).

D'une manière générale, les mécanismes mis en place ont ainsi **permis d'éviter en général les freins liés au financement¹⁸, pour ne laisser comme obstacles majeurs potentiels que ceux liés aux facteurs psychologiques**

- Cas des **ménages à revenus intermédiaires** :

Ceux-ci bénéficient eux-aussi du mécanisme des CEE (CEE « classiques » et non CEE Précarité cette fois), qui permet le financement d'une partie des travaux. Ce mécanisme est complété par le crédit d'impôt CITE, qui pouvait jusque-là avoir un effet significatif sur le financement¹⁹, mais que la logique de passage à un forfait au m² a pu rendre moins incitatif ; on notera toutefois pour ces ménages à revenus intermédiaires le **remplacement en 2021 du CITE par l'accès à MaPrimeRénov'** (selon un barème similaire) , ce qui aura au moins le mérite de simplifier les démarches. Cette simplification mise en place, il restera cependant à **continuer à inciter au maximum cette partie des ménages à être dans un état d'esprit leur amenant à décider des travaux** (influence avant tout, selon l'enquête TREMI, de leur entourage, des artisans, et des conseiller énergie)

- Cas des **ménages à revenus élevés** (les 2 déciles de revenus les plus élevés) :

¹⁴ <https://www.ademe.fr/travaux-renovation-energetique-maisons-individuelles-enquete-tremi>

¹⁵ 10 à 20€/m²

¹⁶ <https://www.anah.fr/proprietaires/proprietaires-occupants/les-conditions-de-ressources/>

¹⁷ <https://www.cohesion-territoires.gouv.fr/sites/default/files/2019-12/MaPrimeRenov-Pr%C3%A9sentationdetailed.pdf>

¹⁸ Avec même parfois des offres très (voire trop) agressives de certains artisans peu scrupuleux qui utiliseront les mécanismes existants aux limites de la légalité (gonflement de prix avant remise pour obtenir le maximum d'aides)

¹⁹ En 2019, il couvrait ainsi 30% des dépenses avec un plafond de dépenses à 16000€ pour un couple

Certificats : marier reprise économique et transition écologique

Ces ménages ont jusqu'à maintenant représenté une partie importante des travaux d'isolation effectués à ce jour, et bénéficiaient jusqu'à l'année dernière (outre le montant des CEE), du CITE couvrant auparavant 50% desdits travaux. La **quasi-disparition en 2020 de l'aide fiscale** ainsi apportée n'aidera probablement pas à maintenir l'activité générée par ces ménages qui ont historiquement contribué à faire avancer le marché.



Source : © Instagram @eleonorephotography

En synthèse, nous avons donc actuellement la situation suivante pour les différentes catégories, concernant les principales aides à des travaux d'isolation par l'intérieur (ITI) ou par l'extérieur (ITE), et les freins au développement de ces travaux restant à traiter (exemple de la zone H1, pour un pavillon de taille moyenne chauffé au fioul ou au gaz, en prenant l'hypothèse d'une valorisation du CEE « classique » ou « précarité » à 5,60€, soit un montant proche des hypothèses prises habituellement pour le montage d'opérations Coup de Pouce) :

Certificats : marier reprise économique et transition écologique

Niveau de revenu du ménage	Travaux		Aides						Freins restant à traiter pour dynamiser l'activité	
	Nature	Coûts actuels des travaux observés (/m2)	Total	Correspondant à un taux de couverture de	se décomposant en					
					CEE base (valorisés à 5,60€ /MWhCumac)	Coup de pouce additionnel		MaPrimeRénov' (ou CITE)		
						coefficient appliqué et ajouté aux CEE base	Montant additionnel en résultant			
									Financiers	Autres
Très modeste	ITI	60 €	54 €	90%	43 €	0,00	0 €	12 €		- Manque de connaissance des possibilités de prise en charge en combinant les aides - En dépit de la mise en place de Ma Prime Rénov, processus administratif restant complexe pour gérer la consolidation des aides - ITI privilégiée car peu chère mais qui présente des limites (perte de surface, pas de possibilité de faire les travaux avec les personnes présentes dans les pièces)
	ITE	110 €	99 €	90%	43 €	0,00	0 €	56 €		- Manque de connaissance des possibilités de prise en charge en combinant les aides - En dépit de la mise en place de Ma Prime Rénov, processus administratif restant complexe pour gérer la consolidation des aides - ITE vue (à tort) comme une solution chère
Modeste	ITI	60 €	45 €	75%	21 €	0,00	0 €	24 €		- En dépit de la mise en place de Ma Prime Rénov, processus administratif restant complexe pour gérer la consolidation des aides - ITI privilégiée car peu chère mais qui présente des limites (perte de surface, pas de possibilité de faire les travaux avec les personnes présentes dans les pièces)
	ITE	110 €	83 €	75%	21 €	0,00	0 €	62 €		- Manque de connaissance des possibilités de prise en charge en combinant les aides - En dépit de la mise en place de Ma Prime Rénov, processus administratif restant complexe pour gérer la consolidation des aides - ITE vue (à tort) comme une solution chère
Intermédiaire	ITI	60 €	36 €	60%	21 €	0,00	0 €	15 €		- En dépit de la mise en place de Ma Prime Rénov en 2021, processus administratif restant complexe pour gérer la consolidation des aides - ITI privilégiée car peu chère mais qui présente des limites (perte de surface, pas de possibilité de faire les travaux avec les personnes présentes dans les pièces)
	ITE	110 €	71 €	65%	21 €	0,00	0 €	50 €		- En dépit de la mise en place de Ma Prime Rénov en 2021, processus administratif restant complexe pour gérer la consolidation des aides
Elevé	ITI	60 €	31 €	52%	21 €	0,00	0 €	10 €		- En dépit de la mise en place de Ma Prime Rénov en 2021, processus administratif restant complexe pour gérer la consolidation des aides - ITI privilégiée car peu chère mais qui présente des limites (perte de surface, pas de possibilité de faire les travaux avec les personnes présentes dans les pièces)
	ITE	110 €	46 €	42%	21 €	0,00	0 €	25 €		- En dépit de la mise en place de Ma Prime Rénov en 2021, processus administratif restant complexe pour gérer la consolidation des aides

Il est à noter que des freins similaires existent pour les bâtiments tertiaires. En effet, évacuer des bâtiments de ce type pour des travaux d'ITI n'est pas toujours chose aisée, et la limitation des aides actuelles aux simples CEE²⁰ fait que le choix de l'utilisation de techniques d'ITE restera coûteux.

Tirer les leçons des approches passées pour calibrer au mieux les mesures permettant d'exploiter de « nouveaux gisements »

Comme nous venons de le voir, en dépit des efforts importants réalisés pour favoriser les travaux d'isolation, un certain nombre de freins d'ordre financier mais aussi dans d'autres domaines subsistent. Afin de maximiser le potentiel de relance économique sur le sujet, il nous paraît dès lors important de mettre en place des mesures qui vont :

- **limiter au maximum les « obstacles non financiers »** (simplification des process, de la collecte d'informations, limites des techniques d'isolation par l'intérieur en raison du dérangement causé,...) identifiés au cours de ces dernières années
- **« positionner le curseur » des aides financières** de toutes natures (CEE, MaPrimeRénov' ,...) **au niveau maximum** pour chaque catégorie où ces aides peuvent être utilisées, afin que l'investissement restant pour chaque catégorie ne puisse être vu comme bloquant, le tour en **renforçant les mécanismes permettant transparence et contrôle** afin d'éviter les abus qui auraient tendance à faire gonfler les prix de marché.

Des mesures « non financières » pour limiter les freins techniques et opérationnels

A l'examen des expériences passées, les mesures « non financières » suivantes nous paraissent ainsi être des pistes intéressantes à aborder :

- **La consolidation autour de l'obligé CEE de la gestion des aides aux particuliers**

Comme nous l'avons vu précédemment, en dépit d'une première recherche de simplification avec la mise en place de MaPrimeRénov', le processus administratif reste complexe pour gérer la consolidation des aides dont bénéficient les particuliers. Ceci peut à notre avis **constituer un frein très important à traiter en priorité, car il peut aller jusqu'à faire perdre une grande partie de son efficacité aux mécanismes actuels**, ce qui serait dommage.

La simplification de cette gestion devrait à notre avis être assurée en la centralisant chez l'obligé CEE. En effet, l'obligé est déjà un des acteurs clés du process, et peut facilement consolider le montant de l'aide via les CEE (dont il s'occupe déjà) avec les formalités à assurer pour le déclenchement de MaPrimeRénov' (qui reprennent un nombre important d'informations communes).

Un tel dispositif, où les **fournisseurs d'énergie** deviennent en quelque sorte **mandataires de MaPrimeRénov'** , présentera ainsi les avantages suivants :

²⁰ Fiche BAT-EN-102

- garantir dans le temps une implication plus forte des obligés dans la compréhension de la loi POPE et du SNBC
 - permettre des délais de paiements raccourcis , et ainsi une meilleure incitation financière pour les particuliers à revenu modeste
 - améliorer la cohérence et la qualité des différentes parties de chaque dossier
 - faire reposer le cœur du processus sur un acteur crédible, qui est là pour durer (ie un grand acteur énergétique) et non un simple artisan dont l'existence est parfois précaire
- **Favoriser la promotion de travaux d'isolation par l'extérieur (ITE), plus chers mais évitant les contraintes techniques des travaux d'isolation par l'intérieur (ITI), étendant ainsi le nombre de cas plus favorables à des travaux d'isolation**

La grande majorité des travaux d'isolation thermique réalisés actuellement sont des travaux d'ITI, moins chers comme nous l'avons vu que des travaux d'ITE.

Bien que moins chère, l'ITI présente toutefois un certain nombre d'inconvénients, qui dans de nombreux cas peuvent s'avérer être des freins réels au déclenchement des travaux : la réduction de la surface habitable, la nécessité de la reprise du plan électrique et de la décoration intérieure, l'impossibilité d'habiter le bâtiment durant les travaux, ...

L'ITE ne présente quant à elle pas ces inconvénients, et s'avère plus efficace²¹, mais n'était jusqu'ici pas majoritaire, car plus chère que l'ITI.

Notre préconisation est donc de favoriser la promotion de l'ITE, qui à nos yeux représente un gisement important de travaux à venir. Ceci peut être fait notamment via les opérations suivantes :

- La **création d'une fiche CEE dédiée à l'ITE « résidentiel »**, tenant compte de la plus grande efficacité de l'ITE par rapport à l'ITI, montrant des économies d'énergies légèrement supérieures / par m² par rapport à la simple fiche isolation (Ceci pourra passer soit par la création d'une nouvelle fiche, soit par la scission de la fiche Isolation des Murs BAR-EN-102 existante)
- Un système « **coup de pouce** » appliqué à l'isolation des murs, comme cela a déjà été le cas pour d'autres types de travaux (voir détail dans les mesures « financières » préconisées), **mais qui serait plus important pour l'ITE « résidentiel » que pour l'ITI.**
- La **création d'une fiche CEE dédiée pour l'ITE « tertiaire »**, sur le même modèle
- Un « **programme CEE** » d'accompagnement pour l'ITE « tertiaire » permettant d'inciter le choix de solutions ITE par l'évolution de la réglementation (décret, arrêté,...) ainsi que d'augmenter de manière ponctuelle les conditions d'aide sur celle-ci

²¹ Elle évite notamment les ponts thermiques, surtout sur les bâtiments à plusieurs étages

- La **création d'une fiche CEE Isolation de toiture pour les bâtiments industriels** aux caractéristiques similaires au tertiaire (et qui peuvent donc profiter de techniques d'isolation voisines de l'ITE)
- **Simplifier les démarches et calculs permettant de rattacher des travaux d'isolation d'un bâtiment collectif à une « catégorie » de ménages (grande précarité, précarité, etc)**

Dans le cas des immeubles résidentiels collectifs, le montage des dossiers d'aides permettant ensuite le déclenchement de travaux est souvent rendu compliqué par les inégalités des revenus des occupants de l'immeuble. Un travail analytique lourd est nécessaire, travail qui peut démotiver une partie des copropriétés (y compris celles gérées par des syndicats professionnels), au détriment des ménages les plus modestes qui sont précisément ceux qui auraient le plus besoin d'une diminution de leur facture d'énergie.

En investiguant sur ce sujet, nous avons noté que des études sont à l'ordre du jour chez certains acteurs afin de réfléchir à une simplification de ces démarches (en rendant homogène la classification d'un immeuble, ou bien en s'insérant dans des processus récurrents déjà bien maîtrisés par les syndicats, par ex). De telles **études** sont à notre avis **à compléter rapidement pour proposer les mesures de simplification** qui dynamiseront le marché de l'isolation du bâtiment collectif.

Des mesures financières pour « Positionner le curseur » d'aides le plus loin possible

De la même manière, tout un jeu de mesures financières, en « positionnant le curseur » de façon à les faire jouer au maximum, sur la base de ce que nous avons appris par le passé, peut être envisagé de manière prometteuse :

- **Ménages à revenu très modeste : sécuriser le financement de 90% des travaux d'isolation, mais en renforçant la partie CEE afin d'encourager les obligés à être encore plus proactifs dans la promotion des travaux d'isolation auprès de ces ménages**

Pour cette catégorie de ménages, il convient de garder un système permettant d'aider au total au financement de 90% du montant des travaux, aussi bien pour l'ITI que pour l'ITE. La mécanique actuelle permet déjà ceci, mais pourrait être améliorée par une utilisation plus importante des CEE. Ceci pourrait par exemple prendre la forme d'un « **coup de pouce** » permettant d'augmenter la valorisation des **CEE Précarité pour les travaux d'isolation des murs** (ce système n'étant actuellement en vigueur que pour les toits et planchers), tout en donnant aux obligés des **objectifs** de CEE Précarité **significativement plus élevés** (sachant que la collecte des CEE auprès des ménages à revenu très modeste est déjà facilitée par le doublement des CEE collectés par acte). Un tel mécanisme aurait deux avantages :

- il encouragerait d'une part une plus grande proactivité des obligés à la **promotion des travaux d'isolation** chez les ménages de grande précarité
- avec une partie plus importante financée par des CEE, cela pourrait amener l'Etat à avoir à assumer un effort moins important en terme de

complément d'aide via MaPrimeRénov', **libérant ainsi des moyens pour aider les autres catégories de ménages.**

- **Ménages à revenu modeste : passer d'un financement de 75% à un financement de 90% des travaux d'isolation, en renforçant aussi la partie CEE**

Passer à un système permettant de couvrir pour cette catégorie de ménages 90% du coût des travaux d'isolation pourrait faire tomber les derniers freins financiers existants. Comme pour les ménages à revenu très modeste, ceci pourrait prendre la forme d'un **coup de pouce** permettant d'augmenter la valorisation des **CEE Précarité pour les travaux d'isolation des murs**, tout en donnant aux obligés des **objectifs** de CEE Précarité **plus élevés** (pour les amener là aussi à promouvoir plus fortement les travaux d'isolation auprès de cette population). Le montant restant à financer pour arriver à couvrir 90% des coûts des travaux serait ensuite fourni via MaPrimeRénov'.

- **Ménages à revenu intermédiaire : sécuriser un financement de 75% des travaux d'isolation, aussi bien en ITI qu'en ITE, sur la base d'un mécanisme simple via l'utilisation de MaPrimeRénov' dès 2020 au lieu de 2021**

Pour les ménages à revenu intermédiaire, on peut ainsi imaginer rester sur un système très simple comme celui mis en place pour les ménages à revenu très modeste et à revenu modeste.

Ceci pourrait passer par l'utilisation de la même logique de **coup de pouce** appliquée cette fois **aux CEE standards pour les travaux d'isolation des murs**, complété par un montant de MaPrimeRénov' permettant de couvrir en tout 75% du coût des travaux, avec un plafond à 50€.

Là encore, l'utilisation plus « agressive » des CEE permettra de limiter le reste à charge pour l'Etat.

- **Ménages à revenu élevé : inciter aux travaux en améliorant le financement issu des CEE via une logique de coup de pouce, et leur faire à eux aussi bénéficier dès 2020 du mécanisme MaPrimeRénov' à la place du crédit d'impôt, afin de permettre le financement de plus 60% des travaux**

En mettant en place le même coup de pouce que précédemment pour les ménages à revenu élevé, complété par un montant (à peine) plus important apporté par MaPrimeRénov' , on assure ainsi une aide au financement qui permet de couvrir 60% des travaux, aussi bien en ITI qu'en ITE.

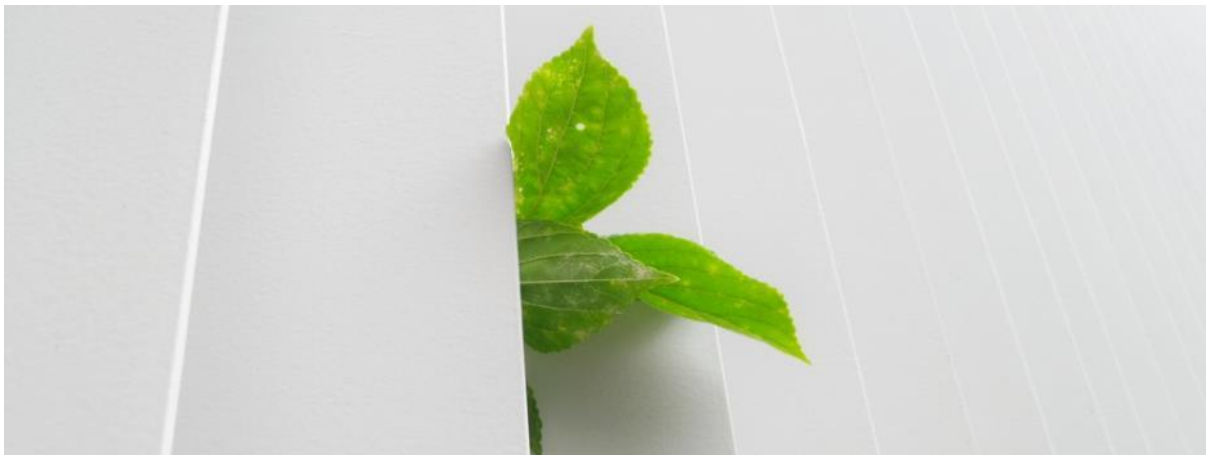
- **Mettre en place des mécanismes facilitant transparence et contrôle afin d'éviter les abus :**

L'importance des aides (notamment aux ménages en grande précarité) a pu faire qu'historiquement certains artisans pouvaient être tentés de « gonfler leurs prix » afin de déclencher systématiquement le montant maximum d'aides, sans que ce prix plus élevé soit justifié par l'utilisation de techniques plus « haut de gamme » (ex : solution d'isolation sur base polystyrène chiffrée dans une gamme de prix correspondant à des solutions haut de gamme en laine de bois). Afin d'éviter de tels abus, on peut imaginer divers mécanismes, comme par exemple :

Certificats : marier reprise économique et transition écologique

- La nécessité, pour faire valoir le déclenchement d'aides, d'une **description précise** des différentes phases des travaux effectués et des matériaux utilisés, **selon des normes strictes**
 - La **création de labels** permettant facilement pour le client de comprendre le **niveau de qualité** de la solution qui est mise en place
 - Des **plafonds différents dans les barèmes** des aides, **selon la solution technique** choisie (ex : 150€/m² a du sens pour une solution en laine de bois, mais est un plafond très élevé pour une solution en polystyrène)
- **Cas de l'isolation des murs des bâtiments tertiaires : augmenter significativement la part du financement permis par les CEE en mettant en place un « coup de pouce »**

Pour cela, on pourra s'inspirer de la très récente opération « coup de pouce » lancée fin mai sur le chauffage des bâtiments tertiaires. Ainsi, un tel coup de pouce pourra faire l'objet de coefficients différents appliqués sur les CEE selon le type de solution d'isolation des murs choisies, permettant ainsi de rendre les solutions d'ITE plus abordables.



Source : © Franck V.

Un grand nombre de leviers d'actions concrets existent donc pour faire de l'isolation des bâtiments un véritable enjeu en lien avec le support à la reprise économique, et la mécanique des certificats s'avère pour cela une arme extrêmement puissante utilisable à très court terme.

Voyons si un raisonnement similaire peut s'appliquer aux systèmes de chauffage, dans un paysage où les chaudières d'anciennes générations sont encore très (trop) nombreuses...

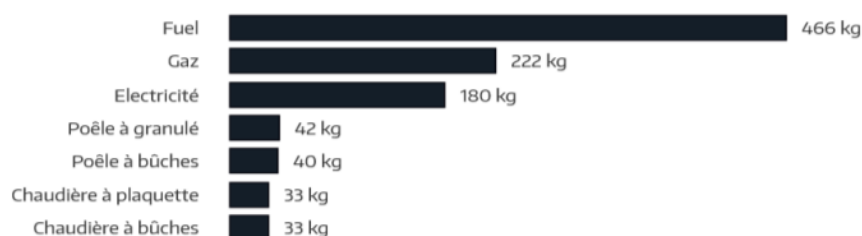
Les (trop) nombreuses chaudières d'anciennes générations...

Comme nous l'avons vu dans la partie précédente, le **chauffage dans le secteur résidentiel et tertiaire** est encore assuré à ce jour à **plus de 60% par l'utilisation d'hydrocarbures**, dont près d'1/3 de ces 60% correspond à des chaudières au fioul. Le fioul est ainsi la 3^{ème}

énergie de chauffage en France²², équipant 3,324 millions de maisons individuelles, et 558 000 logements en habitats collectifs.

Outre le fait qu'elles reposent sur un type d'énergie (le pétrole) sur lequel la France a une dépendance forte, ces chaudières restent encore des **sources d'émissions de CO2 significatives** par rapport aux autres solutions de chauffage :

Emissions de gaz à effet de serre du chauffage domestique



Bilan des émissions de gaz à effet de serre du chauffage domestique, collectif et industriel, en kg équivalent CO2/MWh utile.

23

Ceci explique l'objectif donné par le gouvernement en novembre 2018 consistant à viser la disparition des chaudières au fioul en France d'ici 2028, en mettant en place, comme nous le verrons plus loin, plusieurs dispositifs d'aide au remplacement des chaudières d'anciennes générations.

Et la tâche n'est pas aisée. En effet, la tendance n'est pas au renouvellement « naturel » des chaudières après un certain nombre d'années, mais plutôt d'attendre une panne irréparable pour les remplacer. Sur les 200 000 chaudières remplacées en 2019, ce sont ainsi seulement 72 000 chaudières au fioul qui ont été concernées²⁴. Or **près de 30% des chaudières fioul datent d'avant 2000²⁵, soit 1,1M de chaudières qui devraient être à traiter en priorité**, pour la plupart dans des maisons individuelles situées en zone rurale.

De la même manière, il existe encore de **nombreuses chaudières au gaz d'anciennes générations (17% du parc gaz)** qui, bien que moins émettrices de CO2 que le fioul, sont elles aussi loin de permettre une utilisation optimisée de l'énergie pour le chauffage.

La modernisation des chaudières d'anciennes générations (gaz et fioul) représente ainsi un chantier important, chantier auquel il est légitime de s'attaquer.

... et le bien-fondé de leur remplacement

Le remplacement de millions de chaudières va apporter en effet (tout comme nous l'avons montré précédemment sur le sujet de l'isolation) de nombreux effets positifs dépassant largement l'investissement nécessaire à la communauté pour l'effectuer.

Afin d'illustrer ces bénéfices pour la communauté, prenons pour cela l'exemple typique d'une maison individuelle moyenne (100 m²), mal isolée et chauffée via une chaudière classique arrivée en fin de vie utilisant une énergie carbonée (gaz (1400m³/an) ou fioul (1300l/an)), ce qui représente un cas typique illustratif des nombreuses résidences à traiter.

²² http://www.ff3c.org/index.php?pg=chiffres_par_activite

²³ Source :: ADEME

²⁴ https://zepros.eu/wp-content/uploads/2019/12/PDF-EZP55_WEB-1.pdf

²⁵ <https://www.quelleenergie.fr/magazine/nouvelles-energie/quels-types-de-chauffage-energie-2017/>

Des bénéfices qui valent bien l'investissement nécessaire

Etudions ainsi le remplacement de la vieille chaudière par des solutions de dernière génération : pompe à chaleur et chaudière haute performance à condensation (au gaz ou au fioul).

Tout comme nous l'avons fait précédemment pour les travaux d'isolation, on adoptera pour cela un raisonnement similaire en valorisant de 40 à 50€ le MWh de consommation économisée, et en calculant pour chaque solution la quantité de CO2 dont on a évité le rejet.

- Cas de l'installation d'une pompe à chaleur :

Le remplacement de la vieille chaudière de cette maison par une pompe à chaleur va tout d'abord nous permettre une économie substantielle en termes de consommation, d'énergie. Si l'on s'en réfère aux calculs effectués dans le cadre des fiches CEE, on obtient dans les cas de bonne efficacité énergétique de la pompe un gain de consommation cumulé de près de 80 MWhCumac²⁶. Ces 80 MWh économisés, valorisés de 40 à 50€/MWh, correspondent dès lors à un achat évité d'énergie de 3200 à 4000€ avant taxes.

De la même manière, le passage à l'électricité, produite de manière décarbonée en France, permettra d'éviter l'utilisation, sur la durée de vie de 17 ans²⁷ de la solution, de $17 \times 1400 = 23800 \text{ m}^3$ de gaz, correspondant à 48t de CO2, ou de $17 \times 1300 = 22100$ litres de fioul, correspondant à 57t de CO2. La valorisation du CO2 dont on a de ce fait évité le rejet représente (à 25€/t) de 1200 à 1400€.

Le remplacement d'une ancienne chaudière à énergie carbonée par une pompe à chaleur permet donc une **économie allant de 4400 à 5400€**, tout à fait compatible avec le supplément d'investissement à réaliser par rapport à un remplacement de la vieille chaudière à l'identique.

- Cas de l'installation d'une chaudière à haute performance (gaz ou fioul à condensation) de dernière génération :

On peut pour cela utiliser une logique similaire à celle utilisée ci-avant pour la pompe à chaleur. De fait, le remplacement de la vieille chaudière de cette maison par une chaudière gaz ou fioul haute performance à condensation permettra une économie de l'ordre 47MWh²⁸ en termes d'énergie consommée, et une telle économie correspondra à un achat évité d'énergie de l'ordre de 1900 à 2300€.

Pour le calcul de la quantité de CO2 dont on a évité le rejet dans l'atmosphère, on se limitera cette fois à l'équivalent CO2 des 47MWh non consommés, environ 12t de CO2, que l'on peut valoriser à 300€ selon le cours du carbone.

Le remplacement d'une ancienne chaudière à énergie carbonée par une chaudière à haute performance (gaz ou fioul à condensation) de dernière génération permet par conséquent une **économie elle aussi importante, allant de 2200 à 2600€**, là aussi tout à fait compatible avec le supplément d'investissement à réaliser par rapport à un remplacement de la vieille chaudière à l'identique.

- Impact sur l'économie française :

²⁶ ce sont ces moyennes que l'on retrouve sur la fiche CEE BAR-TH-104

²⁷ durée de vie moyenne considérée dans les fiches CEE

²⁸ voir pour cela la fiche CEE BAR-TH-106

Tout comme nous l'avions mis en avant pour les travaux d'isolation, il est important de noter que les travaux de transformation des chaudières fioul ont eux-aussi un impact très intéressant sur l'économie de notre pays, car ils seront liés à des montants investis dans :

- des travaux de services effectués **sur le sol français par des entreprises pour la plupart françaises (experts PAC ou chauffagistes classiques gaz et fioul)**
- des appareils utilisés (pompes à chaleur et chaudières) que l'on sait parfaitement **fabriquer en France** ou à défaut en Europe
- la **création d'actifs** (systèmes de chauffage de dernière génération dans des bâtiments) **sur le sol français**

Le montant des travaux de remplacement de chaudière est donc lui aussi un montant avec peu de pertes hors de nos frontières, et par conséquent un effet de levier fort sur l'économie française.

Outre leur impact en termes d'énergie et de décarbonation qui justifie leur bien-fondé, ces travaux de remplacement de chaudières au gaz et au fioul d'anciennes générations s'avèrent donc eux-aussi un **candidat parfait pour être inclus dans une politique de relance de l'économie de notre pays**. En effet, les millions de chaudières d'anciennes générations restant encore à remplacer représentent **plus de 10 milliards d'€** de travaux, sous la forme là encore d'un « **réservoir d'activité économique qui a du sens pour l'avenir** », et qui **méritera d'être activé au maximum dans le cadre de mesures contribuant à la remise en marche de l'économie française**

Un bilan des remplacements de chaudières d'anciennes générations encore en demi-teinte

Comme nous l'avons vu précédemment, le remplacement d'anciennes chaudières par des solutions plus intéressantes en termes d'utilisation des énergies carbonées n'a **rien d'évident**, car les habitudes historiques ont plutôt consisté à renouveler les chaudières en cas de panne irréparable plutôt que dans le cadre d'un renouvellement « naturel » après un certain nombre d'années.

Les mesures mises en place depuis 2019 ont permis d'accélérer ce renouvellement, mais semblent à ce stade ne pas suffire pour permettre un rythme de remplacement cohérent avec les ambitions écologiques mises en avant par le gouvernement.

Aussi, si nous souhaitons utiliser ce « réservoir d'activité économique qui a du sens » dans le cadre de mesures de remise en marche de l'économie française « post COVID », nous allons devoir, comme précédemment sur le sujet de l'isolation, comprendre quels seront les **leviers incitatifs les plus appropriés à mettre en place**. Pour ce faire, on regardera là-aussi les mesures qui ont été testées jusqu'à maintenant, afin d'analyser leur impact mais aussi leur limites, limites qu'il nous faudra chercher à corriger. Afin de libérer le plein potentiel représenté par ce marché, il nous faudra déduire de ces limites quels « **gisements** » de travaux **sous exploités** peuvent être débloqués à court terme, et la nature des mesures concrètes à privilégier pour y parvenir.

Tout comme nous l'avons vu dans le cas des travaux d'isolation, de nombreux mécanismes d'aide à la rénovation énergétique ont été mis en place, et se sont vus consolidés lors de la loi ELAN. Outre quelques aides locales, les mécanismes d'aide sont maintenant avant tout :

- les Certificats d'Economie d'Energie, potentiellement dopés par des mesures « Coup de Pouce », et complété par un système de CEE

Précarité, dont la valeur est doublée pour les ménages très modestes²⁹, incitant les obligés à porter des efforts importants sur ces ménages très modestes

- MaPrimeRénov (qui terminera d'inclure en 2021 les quelques incitations résiduelles du CITE dont bénéficient les ménages intermédiaires.

Afin de récapituler ces aides dans un tableau illustratif, nous prendrons à nouveau le cas représentatif d'un pavillon d'une centaine de m² avec une chaudière ancienne qui fonctionne encore, et qui pourrait s'il le souhaitait remplacer celle-ci par différents types de solutions modernes : pompe à chaleur (hybride ou air/eau) ou chaudière à haut rendement (gaz ou fioul) :

Niveau de revenu du ménage	Travaux			Aides					
	Nature	Fourchettes de prix observée sur le marché (source : CEGIBAT)	Coûts estimés pris comme base de travail	Total	Correspondant à un taux de couverture de	se décomposant en			MaPrimeRénov' (ou CITE)
						CEE base (valorisés à 5,60€/MWhC umac)	coefficient appliqué et ajouté aux CEE base	Montant additionnel en résultant	
Très modeste	PAC hybride	6000 à 11000 €	9 000 €	8 073 €	90%	895 €	3,55	3 178 €	4 000 €
	PAC air/eau	10000 à 12000 €	11 000 €	8 073 €	73%	895 €	3,55	3 178 €	4 000 €
	Chaudière Gaz à condensation	3000 à 6000 €	4 500 €	2 422 €	54%	525 €	1,33	697 €	1 200 €
	Chaudière Fioul à condensation	3000 à 5000 €	4 000 €	525 €	13%	525 €	0,00	0 €	0 €
Modeste	PAC hybride	6000 à 11000 €	9 000 €	7 073 €	79%	447 €	8,10	3 625 €	3 000 €
	PAC air/eau	10000 à 12000 €	11 000 €	7 073 €	64%	447 €	8,10	3 625 €	3 000 €
	Chaudière Gaz à condensation	3000 à 6000 €	4 500 €	2 022 €	45%	263 €	3,65	959 €	800 €
	Chaudière Fioul à condensation	3000 à 5000 €	4 000 €	263 €	7%	263 €	0,00	0 €	0 €
Intermédiaire	PAC hybride	6000 à 11000 €	9 000 €	4 545 €	51%	447 €	4,69	2 098 €	2 000 €
	PAC air/eau	10000 à 12000 €	11 000 €	4 545 €	41%	447 €	4,69	2 098 €	2 000 €
	Chaudière Gaz à condensation	3000 à 6000 €	4 500 €	611 €	14%	263 €	1,33	348 €	0 €
	Chaudière Fioul à condensation	3000 à 5000 €	4 000 €	263 €	7%	263 €	0,00	0 €	0 €
Elevé	PAC hybride	6000 à 11000 €	9 000 €	2 545 €	28%	447 €	4,69	2 098 €	0 €
	PAC air/eau	10000 à 12000 €	11 000 €	2 545 €	23%	447 €	4,69	2 098 €	0 €
	Chaudière Gaz à condensation	3000 à 6000 €	4 500 €	611 €	14%	263 €	1,33	348 €	0 €
	Chaudière Fioul à condensation	3000 à 5000 €	4 000 €	263 €	7%	263 €	0,00	0 €	0 €

Comme on peut le voir, des **efforts financiers importants** ont été faits sur les **pompes à chaleurs**. Et c'est donc sans surprise que l'on a pu observer que de telles mesures se sont avérées **très efficaces** pour une **montée en puissance bienvenue** de la quantité de pompes à chaleur installées sur le marché. Les ventes³⁰ de pompes à chaleur air/eau ont ainsi progressé de 86% en 2019, passant de 96000 à 176000 unité vendues (dont plus de la moitié pour des rénovations), et celles de pompes à chaleur air/air ont atteint 728000 unités vendues (+27%), avec une filière pour laquelle les enjeux ne sont par conséquent plus commerciaux mais plutôt de trouver le personnel compétent pour ces installations.

Ce dynamisme du marché des pompes à chaleur, encourageant et très utile dans le cadre de la transition énergétique, n'est **toutefois pas suffisant** si l'on veut vraiment remplacer à un rythme soutenu les millions de chaudières de faible rendement fonctionnant encore aux énergies carbonées (gaz et fioul), à commencer par les millions d'anciennes générations antérieures à 2000.

Ceci est principalement dû aux **freins** suivants :

²⁹ Selon classification des ménages de l'ANAH

³⁰ Source : PAC&Clim'info

- Une **réticence « psychologique »** au changement de mode de chauffage, perçu comme compliqué ou générateur de travaux risqués (en cas de travaux d'isolation devenus nécessaires, accompagnés de changements du circuit de chauffage pour l'installation d'une pompe à chaleur, ou en cas de dépollution de la cuve pour un passage du fioul au gaz, par ex), qui conduit seulement seuls 48% des Français à avoir l'intention de changer d'énergie de chauffage dans les dix années à venir³¹. Ceci est encore plus vrai chez les ménages âgés, or ceux-ci représentent une part importante des nombreux pavillons ayant des chaudières d'anciennes générations.

Un simple passage du fioul au **gaz** qui permettrait au moins de commencer à utiliser des énergies carbonées plus propres, n'est tout simplement pas possible : le réseau de GRDF dessert à ce jour moins de 10.000 communes sur 35.000, soit **seulement 77 % de la population française**. Or un nombre important de petits pavillons chauffés au fioul figure dans cette partie de la « France périphérique » non raccordée au gaz.

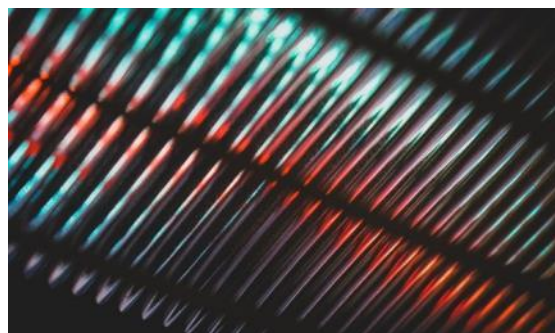
- Même convaincus et avec des aides significatives permettant de passer à une pompe à chaleur, certains possesseurs de chaudières d'anciennes générations (qui malgré leur rendement faible et leurs émissions de carbone élevées, ont fonctionné le plus souvent sans poser de problème à leur possesseur) peuvent craindre le fait que le passage à la pompe à chaleur soit source de **frais d'entretien et de réparation** beaucoup **plus** compliqués et **coûteux**. Réparer une pompe à chaleur est en général plus onéreux qu'une intervention sur une chaudière gaz ou fioul, et beaucoup ne veulent pas courir le risque de se retrouver « sans chauffage pendant l'hiver », ceci dans un contexte où l'explosion des ventes de pompes à chaleur semble créer quelques problèmes de qualité³²

Comme pour l'isolation, des mesures à préconiser en faisant preuve de pragmatisme

Si l'on récapitule ce que nous venons de voir, nous avons donc connu en 2019 une situation où les ventes de pompes à chaleur ont enfin atteint un rythme soutenu, voire des volumes amenant la filière à se rapprocher de la limite de ses capacités d'installation, mais où de nombreux freins ont aussi permis de mesurer le chemin restant à parcourir si l'on veut vraiment remplacer de manière massive les chaudières gaz et fioul d'anciennes générations afin de réduire significativement consommation d'énergie et émissions de CO2.

Dès lors, si nous tenons à faire de ce remplacement des chaudières d'anciennes générations un élément important combinant contribution à la transition écologique et levier de relance économique, il nous paraît intéressant d'aborder une approche similaire à celle suggérée pour les travaux d'isolation, à savoir :

- **limiter au maximum les « obstacles non financiers »**, cette fois-ci en proposant des solutions qui prendront



Source : © Vasiliki Volkova

³¹ Selon sondage OpinionWay

³² Selon étude réalisée par ENEA

en compte les freins rencontrés (garanties sur la qualité, maîtrise des coûts de maintenance des pompes à chaleur, support additionnel au changement de chaudières d'anciennes générations en restant dans la même énergie (gaz ou fioul) sous réserve de conditions de performance en terme de consommation et d'émissions,...)

- « **positionner le curseur** » des **aides financières** de toutes natures (CEE, MaPrimeRénov' ,...) en conséquence à **un niveau incitatif** pour chaque type de solution en fonction de la qualité d'économie permise en émission et énergie, y compris les solutions gaz et fioul de haute performance dans les cas où leur utilisation permet un changement de chaudière qui ne se serait pas fait sans cela, tout en **renforçant les mécanismes permettant transparence et contrôle** afin d'éviter tout abus qui aurait tendance à faire gonfler les prix de marché.

Des mesures « non financières » pour sécuriser la filière Pompe à Chaleur tout en dégagant de nouveaux « gisements » multi-énergies d'efficacité

De nombreuses mesures « non financières » peuvent ainsi être préconisées pour favoriser l'activité économique liée au remplacement des anciennes chaudières en continuant à la fois à entretenir le dynamisme initié en 2019, tout en favorisant l'apparition de nouveaux « gisements » d'opportunités. On mettra ainsi en avant les points suivants :

- **Permettre à la filière Pompe à Chaleur de continuer à « haut régime », mais en garantissant la qualité des travaux**
Ceci peut par exemple se faire en mettant en place un système de **labels de qualité**, et un encouragement à la **formation** et à la **certification** des techniciens chauffagistes impliqués dans le montage de ces solutions.
- **Minimiser les risques sur l'importance des coûts de réparation des pompes à chaleur**
Outre les garanties que l'on pourra donner au client quant à la qualité de la solution installée, il sera intéressant d'envisager la manière dont on peut favoriser et mettre en place des **formules d'entretien abordables systématisées** pour les pompes à chaleur
- **Accélérer le remplacement des chaudières d'anciennes générations même là où les freins sont forts en soutenant aussi le remplacement par une solution de même énergie (gaz et fioul) sous réserve de conditions de performance en termes de consommation et d'émissions**
Nos capacités à court terme à installer des pompes à chaleur tournant déjà à plein régime, et ces solutions PAC se heurtant encore à de nombreux freins qui mettront des années à être estompés, il nous paraît raisonnable de continuer à avancer au pas de charge dans le domaine de la transition énergétique en **tirant au mieux parti des capacités d'installation** à nouveau **sous-utilisées** dans le domaine des solutions gaz et fioul (la vente de chaudières au fioul et au gaz est sur une pente descendante), en favorisant de telles installations **à condition que celles-ci remplissent des critères très stricts en terme de consommation et d'émission**. Ceci pourrait là aussi prendre la forme d'un **label**, donnant ensuite lieu à **plusieurs variations de la fiche BAR-TH-106** avec des valeurs de CEE différentes selon le label.

Une telle approche permettra, dans de nombreux cas où le changement d'une chaudière d'ancienne génération ne se ferait pas, de contribuer quand même à l'amélioration de la consommation et des émissions du parc de chauffage français.

Aider et récompenser financièrement l'efficacité sous toutes ses formes : des mesures pour que rien ne s'oppose plus au remplacement de chaudières d'anciennes générations

Là aussi, il nous paraît intéressant de compléter les mesures listées précédemment par des mesures financières calibrées au mieux pour encourager de manière pragmatique l'efficacité sous toutes ses formes, à savoir :

- **Mettre un niveau d'aide lié à l'efficacité énergétique de chacune des solutions, incluant les solutions gaz et fioul de très haute performance**

Sur la base de ce que nous avons vu précédemment, il est maintenant clair qu'un simple travail sur le coefficient utilisé pour le « coup de pouce » lié aux pompes à chaleur ne permettra pas d'accélération significative du marché de remplacement actuel. Afin de pouvoir articuler toutes les solutions techniques, y compris celles alternatives aux pompes à chaleur, pour permettre les remplacements de chaudières anciennes même là où ils sont actuellement freinés, il nous paraît important de pouvoir bénéficier d'un système d'aides pour les chaudières de très haute performance gaz et fioul (dont on aura garanti l'efficacité par le label précédemment mentionné) « calibré » sur le modèle des pompes à chaleur. Pour ces types de chaudières, qui permettent de continuer à avancer quand même vers plus d'efficacité et moins d'émissions en remplaçant de chaudières anciennes, on peut par exemple envisager des mesures « coup de pouce » avec des coefficients sur les montants en CEE similaires à ceux utilisés pour les pompes à chaleur, et une aide MaPrimeRénov plus modeste que les pompes à chaleur mais dont le montant par MWHCumac économisé serait du même ordre.

Où pragmatisme peut ainsi rimer avec optimisme...



Ainsi, que ce soit pour favoriser l'isolation des bâtiments ou pour réduire la consommation et les émissions carbonées du parc de chaudières français, nous pouvons voir **que de nombreux leviers concrets peuvent être activés à court terme** de manière pragmatique, leviers dont nous pensons qu'ils peuvent réellement apporter une contribution significative à **une relance de l'économie dans des domaines porteurs de sens.**

Source : © Instagram @eleonorephotography

Des Certificats pour préparer l'hydrogène propre et son utilisation dans les filières industrielles ?

La COVID 19 a démontré à l'économie mondiale la possibilité pour les Etats d'agir à grande échelle et de manière concertée pour faire face à une menace. Lorsque l'on parle maintenant du soutien à la relance économique, pour lequel l'Etat est aussi à la manœuvre, il nous paraît important de noter que nous avons là une situation elle-aussi propice à l'initiation de changements de fond. En effet, étant donné la taille des moyens en jeu, nous nous attendre à ce qu'un **plus grand poids de l'Etat dans la gouvernance de l'économie permette le déclenchement de premiers investissements fondamentaux pour les modèles à plus long terme de demain**. Il nous paraît donc nécessaire d'accompagner cette opportunité historique par des instruments de politique énergétique prenant en compte les incertitudes sur les solutions à la transition écologique de manière pérenne.

Aujourd'hui l'utilisation d'hydrocarbures provoque une dépendance de la France envers les pays mieux dotés en ressources naturelles. La transition énergétique est en train de déplacer cette dépendance vers les pays contrôlant les compétences technologiques (brevets,...) et les terres rares. Il nous faut donc trouver un moyen d'**arbitrer entre les différentes filières** lesquelles seront les plus profitable pour la France. Or cet arbitrage est complexe et changeant à mesure que la science et les investissements de la nation réduisent les choix publics et privés. Afin d'illustrer ces enjeux, nous proposons ici d'analyser comment une filière attractive sur un plan géopolitique et écologique peut être aidée tout en gardant une capacité adaptive autant que possible pour ajuster les investissements et leur timing à la réalité des économies. **La France** avec une capacité nucléaire importante et un parc croissant d'énergies renouvelables pour la génération d'électricité est un **candidat idéal pour tester l'utilisation de l'hydrogène à grande échelle**.

L'hydrogène comme élément important de la transition écologique

Pour faire face à la hausse des températures, la **réduction des émissions de CO2** est devenue un objectif essentiel des pays et des entreprises. Dans ce cadre, la transition vers des économies moins gourmandes en énergie et plus efficace dans son utilisation s'accompagne aussi de l'**utilisation de nouveaux carburants et vecteurs énergétiques** dans l'industrie et le transport. Ainsi, en 2019, le G20 au Japon³³ a consacré l'hydrogène comme un élément clé de cette transition énergétique. En effet, l'utilisation de l'**hydrogène** est propre sans émission de CO2 ou autres polluants. L'investissement dans la capacité à servir de carburant aux véhicules à pile à combustible, à utiliser de l'hydrogène dans les clusters industriels portuaires, à être utilisé ou mélangé avec du gaz naturel pour des usages industriels et résidentiels, ainsi qu'à produire de l'électricité croît rapidement³⁴. Dix-huit des pays du G20 ont aujourd'hui établi un plan de route pour accélérer la R&D (démonstrateurs et pilotes) sur la filière hydrogène et mettre en place les cadres de réglementation et de standards.

³³ 2nd interministerial meeting 2019

³⁴ IEA The future of Hydrogen 2019

Quel hydrogène pour quelle transition ?

Cependant, si l'utilisation de l'hydrogène semble plébiscitée, la **production de l'hydrogène doit être propre** ce qui n'est pas le cas aujourd'hui. La production d'hydrogène est aujourd'hui principalement faite à partir d'hydrocarbures (**hydrogène gris**). Mais ce procédé de reformage peut aussi être rendu propre par l'ajout de capture et séquestration du CO₂ (**hydrogène bleu**). Plus propre encore, une filière nouvelle en création à partir de l'électrolyse de l'eau permet aussi de produire de l'hydrogène propre si l'électricité utilisée est elle-même sans émission de CO₂ (**hydrogène vert**). Mais l'hydrogène propre revient à ce stade encore cinq fois plus cher au l'hydrogène gris.

En 2020, Le Conseil de l'Hydrogène a mandaté McKinsey pour identifier comment passer de la phase de prototypes et d'essais à une diffusion de l'utilisation de l'hydrogène. Le facteur déterminant est l'**augmentation des volumes d'hydrogène** utilisés dans le monde pour atteindre des économies d'échelle et **réduire les coûts de la production d'hydrogène propre**³⁵. Accélérer la construction d'une filière hydrogène d'envergure qui permette d'atteindre des économies d'échelle devient alors une question clé. Cette question doit par ailleurs prendre en compte des contraintes d'**incertitudes** sur le choix des trajectoires technologiques nationales (quelle énergie primaire pour l'hydrogène) mais aussi industrielle (véhicule électrique ou pile à combustible). Dès lors, la solution viendra à notre sens d'un **instrument de politique énergétique flexible et versatile** tout en introduisant un arbitrage par le marché entre les différentes possibilités. Cet instrument doit aussi pouvoir survivre à une **montée d'échelle** très importante imposé par le passage de la phase de R&D à celui d'une diffusion généralisée avec effet d'échelle.

Le Certificat, instrument le plus adéquat ?

En complément des politiques de lancement de l'hydrogène ("Feed-in" tarif, subventions, réduction de taxe, ...), nous estimons que seule l'utilisation de certificats pour l'hydrogène peut permettre de gérer le rythme de développement de la filière hydrogène maintenant et dans son développement à grande échelle. En effet, les certificats ont cette grande qualité qui permet **d'intégrer le coût d'externalités** dans le prix d'un bien.

Or ce type de **mécanisme** est aujourd'hui **bien établi**. Ainsi, les crédits carbone ("Carbon credits") ont été utilisés et préconisés dans de nombreuses instances comme les « Carbon Dioxide Equivalent », et les certificats de réduction des émissions « Certified Emission Reduction » ont quant à eux décrits dans le protocole de Kyoto et les accords COP suivants. Plus récemment, en Europe, en Asie (Chine, Corée du Sud) et aux Etats-Unis des certificats ont permis de garantir l'utilisation de sources d'énergie renouvelables dans la génération d'électricité. De même, en France ou au Royaume-Uni, des certificats concernant la performance énergétique de procédés industriels ou de systèmes de chauffage ont aidé des entreprises à lancer de grands programmes sur l'efficacité énergétique et la mise en œuvre de technologies pour réduire la consommation d'énergie. De tels instruments ont dès lors prouvé leur efficacité et ils permettent aux gouvernements d'**atteindre leur objectif de politique énergétique** tout en laissant les décideurs industriels **choisir** les meilleures technologies à utiliser **en fonction de leur environnement compétitif** propre. Ainsi, ils accélèrent l'adoption de nouvelles technologies et supportent l'obtention d'économies d'échelle sans présumer ou préempter une trajectoire technologique ou une structure de marché particulière.

³⁵ Hydrogen Council 2020

Utiliser le Certificat pour fournir une incitation au développement de la filière de l'hydrogène, où le « bleu » sera l'étape clé menant au « vert ».

Il y a beaucoup de projets "hydrogène" déployés dans le monde, mais peu sont déjà à une échelle commerciale. Les technologies liées tant à la production d'hydrogène qu'à l'utilisation de l'hydrogène dans l'industrie ou les transports existent, mais ont été jusqu'à maintenant lentes à se mettre en œuvre. Or si la filière hydrogène veut prendre sa place (à la bonne échelle comme vu ci-avant) pour supporter les réductions d'émission de dioxyde de carbone, le rythme de construction de la filière devra impérativement être accéléré, ce qui pourrait prendre \$70 milliards d'investissement pour atteindre l'échelle commerciale³⁶. Un tel montant doit être comparé aux \$500 milliards d'investissement par an nécessaires pour maintenir la production de pétrole et de gaz³⁷.

Pour ce faire, les industriels de l'énergie mais aussi les gouvernements doivent réduire le risque de financement et sécuriser l'investissement des projets de déploiement de la filière "hydrogène". Un des **points critiques** sera dès lors de créer le mécanisme approprié pour **sélectionner les trajectoires technologiques adéquates sur une longue période et sous la contrainte des objectifs politiques en particulier climatiques**.

Gardons pour cela en tête que l'utilisation de l'hydrogène permet d'**associer les pays producteurs d'hydrocarbures** aux objectifs de réduction des émissions de CO₂ au niveau mondial tout en maintenant l'émergence de plans directeurs énergétiques durables basé sur les énergies renouvelables souhaités par les pays consommateur d'énergie. En effet, les pays producteurs d'énergies fossiles sont bien placés pour développer la première étape vers l'hydrogène propre, avec une filière s'appuyant sur des technologies de reformage associées avec une capture et séquestration du CO₂ (« **hydrogène bleu** »). Cette filière bleue est **importante car elle permet d'obtenir une première montée à l'échelle rapide dont nous aurons besoin**, difficile à obtenir directement via l'« hydrogène vert » avant la création d'une filière importante, ceci en travaillant déjà sur un hydrogène propre et donc dès le départ durable, tout en valorisant les ressources naturelles de ces pays et leur capacité de stockage souterrain du CO₂. Les pays producteurs d'hydrocarbures ont ainsi un moyen de diversifier leurs économies pour l'export d'énergie, et d'utiliser un vecteur énergétique propre pour leurs propres applications industrielles, le chauffage/refroidissement voire le transport. A moyen terme, cela **adresse de plus en partie le problème des actifs échoués** (la perte de valeur de tous les investissements associés à l'utilisation des énergies fossiles) en diversifiant les sources de revenus du pays.

La mise en œuvre d'un tel cadre d'actions implique de créer un accord politique sur les mécanismes de partage des coûts associés au climat et de partage des gains/pertes de richesse. Cela revient à se mettre d'accord sur une **mise en œuvre effective de l'article 6 de la COP 21**. Un tel accord impose une gouvernance équitable des émissions de CO₂ et des mécanismes de marché pour échanger et financer le développement d'une technologie de rupture mais aussi très versatile comme l'hydrogène en tant que médium énergétique.

Et c'est dans ce cadre qu'un instrument comme le **certificat** d'émission ou de performance va s'avérer particulièrement puissant, car il permet de **dissocier le caractère de réduction des émissions polluantes du produit lui-même**, et ainsi est indépendant de la situation géographique des sites de production d'hydrogène³⁸. De manière à être mis en œuvre, les certificats devront inclure un système de **gouvernance** contrôlant l'éligibilité et

³⁶ Hydrogen Council - McKinsey 2020

³⁷ World Energy Investment IEA, 2019

³⁸ HYcertify 2019

l'enregistrement des sites de production d'hydrogène, toute l'information nécessaire sur leur **traçabilité** (la mise en circulation, les conditions de transferts, la fin de vie du certificat), un système opérationnel d'**enregistrement**, et une plateforme d'échange et de **commerce**. De plus, du fait du caractère mondial des industries lourdes pouvant utiliser l'hydrogène, le certificat de valeur environnementale et climatique de l'hydrogène doit être soutenu par un système d'échange international avec un **institut de vérification** (on peut imaginer par exemple une autorité centrale de certification ou une solution de « Block chain » décentralisée) qui assurera l'unicité du certificat et permettra d'éviter les doubles comptages de certificats en cas d'échanges. La flexibilité d'un tel système peut être maintenue par l'existence d'échanges internationaux, et en déterminant des objectifs climatiques et environnementaux au niveau de la France et pour chaque grande région mondiale. Ces objectifs devront alors être définis par industrie et être révisés tous les ans.

Il apparaît ainsi clairement que le **certificat environnemental et climatique de l'hydrogène** peut être un **instrument de politique énergétique majeur** au service d'une ambition des gouvernements dans ce domaine. Sa flexibilité et l'utilisation d'échanges de marché permettent une vérification relativement rapide sur son efficacité à accélérer ou freiner l'essor d'une solution comme la filière hydrogène.

Commencer par la première étape intermédiaire : la mise en œuvre des certificats pour promouvoir l'hydrogène bleu

En 2020, 96% de l'hydrogène provient des hydrocarbures. Ce processus, responsable de 2,2% des émissions de CO₂ au niveau mondial³⁹, est cependant difficile à laisser simplement de côté si nous voulons bénéficier d'une filière hydrogène de grande ampleur à court terme. Le retrofit de ces unités de production existantes et la construction des nouvelles unités avec des capacités de capture et séquestration du carbone (CCS) devient dès lors une technologie clé de la décarbonisation de l'industrie. Mais ajouter le **CCS** doublera le coût de production de l'hydrogène... rendant un tel **investissement difficile sans un support politique fort**⁴⁰.

Or les politiques sur les émissions de carbone des différents pays du G20 ne sont pas suffisantes pour construire un modèle économique durable aujourd'hui ; mais avec un prix du carbone approprié et l'échange de certificats verts, cela pourrait créer le moyen de dépasser le problème de coût de cette filière CCS à mettre en place. En effet, les **pays riches en ressources parmi les pays du G20** se trouvent dans la **partie basse des coûts de l'hydrogène bleu** tant pour les **immenses capacités de stockage** que pour les hydrocarbures à faible coût. Ils ont la possibilité d'adopter des incitations publiques pour augmenter la taille des projets et ainsi obtenir les **économies d'échelle considérables dont nous aurons besoin**. C'est pourquoi nous pensons que les politiques énergétiques actuelles de ces pays doivent impérativement introduire ces certificats et autres incitations pour assurer le déploiement d'une filière d'hydrogène bleu.

Mettre en œuvre des certificats pour accélérer le développement de l'hydrogène vert

L'hydrogène vert peut être produit de deux manières différentes : via électrolyse en utilisant de l'électricité produite sans émission de CO₂, ou via le reformage de biogaz. Mais la solution **utilisant de l'électricité propre** pour produire de l'hydrogène devient

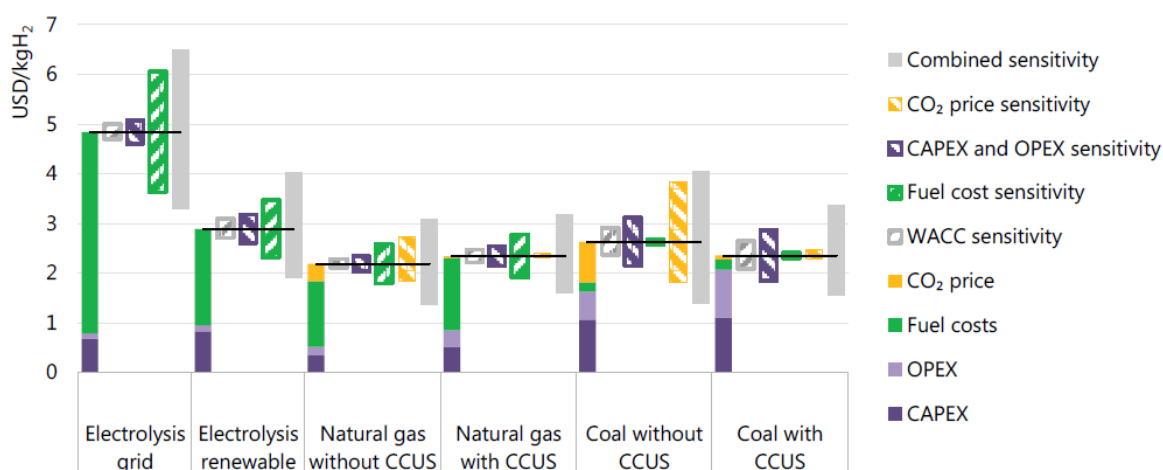
³⁹ IEA 2019

⁴⁰ Bloomberg NEF 2019 ; IFPEN SINTEF 2019

particulièrement intéressante, car économique, **lorsque les surplus d'électricité sont utilisés**. En effet, le caractère intermittent des énergies renouvelables impose de mettre en place de larges capacités pour pallier les fluctuations de la demande. Des capacités éoliennes ou solaire peuvent toutefois aussi être **dédiées** à la production d'hydrogène. Dans ce cas en revanche, leur modèle économique est lié à l'existence d'un coût de transport qui peut devenir prohibitif en cas d'éloignement du cluster de production de l'hydrogène, ou dans une moindre mesure d'un approvisionnement facile de gaz naturel avec possibilité de stockage du CO₂.

Aujourd'hui la production mondiale d'hydrogène vert est estimée à **moins de 1% de la production totale**⁴¹. En effet, sur les 250+ projets d'hydrogène vert recensés, la grande majorité sont des pilotes et des démonstrateurs plutôt que des projets commerciaux. Ces projets ont pour l'instant été initiés dans les pays de l'OCDE. Le même rapport nous montre d'ailleurs un phénomène intéressant, à savoir que la taille moyenne des installations a cru avec le temps, de quelques KW il y a quelques années à des projets de 1-10 MW aujourd'hui, et des annonces de capacités autour de centaines de MW pour les années à venir.

Or l'augmentation de la taille moyenne des installations et une électricité moins chère contribuent à la réduction du coût de l'hydrogène vert qui se situe entre 5 et 8 dollars par kilogramme. Une politique publique de **support** est **nécessaire pour compenser le premium de coût de l'ordre de 4-7 dollars par kg** associé à la nature « verte » de l'hydrogène comparée à un hydrogène gris fabriqué à partir d'hydrocarbures.



Source : IEA The future of hydrogen 2019

Et ce premium de coût de l'hydrogène vert peut être pris en compte de deux manières:

- à travers un « **supply push** » en réduisant le coût par la subvention des investissements en infrastructure des électrolyseurs and en fournissant des exemptions de taxes pour l'énergie renouvelable ou propre utilisée
- à travers un « **demand pull** » où la demande d'hydrogène vert est encouragée pour remplacer l'hydrogène gris mais aussi pour encourager dans de nouveaux usages réduisant les émissions de CO₂ comme le transport, ou le chauffage industriel voire résidentiel. Dans ce deuxième cas, l'utilisation d'un système de

⁴¹ A. Fargère et al. 2018.

certification reconnaît la réduction de l'empreinte carbone et donne à l'hydrogène vert une valeur de marché supérieure.

Des certificats spécifiques et des instituts de certification ont commencé à se mettre en place⁴² pour certifier l'origine de l'hydrogène. Un **pilote européen** a émis 76 000 certificats garantissant des productions d'hydrogène vert. Ce label d'origine donne une information aux clients sur l'origine de leur hydrogène. Le système de tracking assure la qualité environnementale de l'hydrogène. Un tel système **pourrait être étendu à la certification de l'électricité utilisée pour la génération de l'hydrogène** et d'ailleurs étendue à l'ensemble de la chaîne de valeur de l'hydrogène.

Les certificats d'hydrogène propre, une fois mise en œuvre et reconnu à une échelle suffisante, fourniront un revenu supplémentaire pour les nouveaux projets et les rendront plus concurrentiels en comparaison des projets produisant de l'hydrogène gris. Cette compétitivité supérieure devrait accélérer l'investissement dans de plus larges développements et contribuer à une réduction des coûts de production de l'hydrogène propre du fait d'économie d'échelle et d'effets d'apprentissage (learning by doing). Le certificat est utilisé pour **créer une spirale positive pour construire des effets d'économie d'échelle** dans la chaîne de valeur de l'hydrogène propre.

Dépasser le dilemme de l'oeuf et la poule" et réduire le risque des projets hydrogène de grande taille

Des certificats pour inciter et décarboniser les utilisations industrielles de l'hydrogène

L'hydrogène est une commodité largement utilisée et appréciée dans plusieurs secteurs industriels, dont le secteur du pétrole et du gaz pour le raffinage, ainsi que la production d'ammoniac et d'engrais. Là encore, traditionnellement, l'hydrogène industriel est dérivé du gaz naturel dans un procédé industriel de reformage du méthane (hydrogène gris), procédé qui produit 7 kg de CO₂ pour 1 kg d'hydrogène produit.

L'industrie métallurgique représente 6% des émissions de CO₂ au niveau mondial. L'opportunité d'introduire l'hydrogène dans le processus de chauffage pourrait réduire de moitié ces émissions dès 2030⁴³.

Ici aussi, le défi principal pour remplacer l'hydrogène gris (issu du reformage d'hydrocarbures) par de l'hydrogène propre (bleu ou vert) sera le coût de la molécule. En effet, le reformage du méthane à des fins industrielles est un procédé établi où les investissements sont pour la plupart déjà dépréciés et dont les unités maximisent déjà des **économies d'échelle** sur cette technologie. Le coût de l'**hydrogène gris** est ainsi de 1-2 dollars/kg. Cependant, un tel procédé fera qu'il dépendra aussi beaucoup du prix local du gaz naturel et de l'éventuel coût de transport de l'hydrogène vers son utilisation finale. Mais en 2020, avec un prix des hydrocarbures bas, ni l'hydrogène vert ni l'hydrogène bleu ne sont pas compétitifs par rapport à l'hydrogène gris sur un plan strictement économique sans prendre en compte les externalités négatives associées aux émissions de CO₂.

⁴² certiHY 2019

⁴³ Hydrogen Council, 2020

Pour cela, on peut tout d'abord penser aux **taxes carbone**, déjà mises en œuvre dans plusieurs pays développés. Elles permettent d'obtenir une parité de coût en pénalisant les émetteurs de dioxyde de carbone. Cependant elles **posent problème** car elles jouent un rôle négatif sur la demande et ne favorisent donc pas l'adoption de l'hydrogène dans de nouveaux processus industriels. Les **certificats** en revanche auront une **action positive pour l'adoption de l'hydrogène** et ainsi favoriseront l'atteinte d'une taille de capacités permettant des économies d'échelle et donc des réductions de coût.

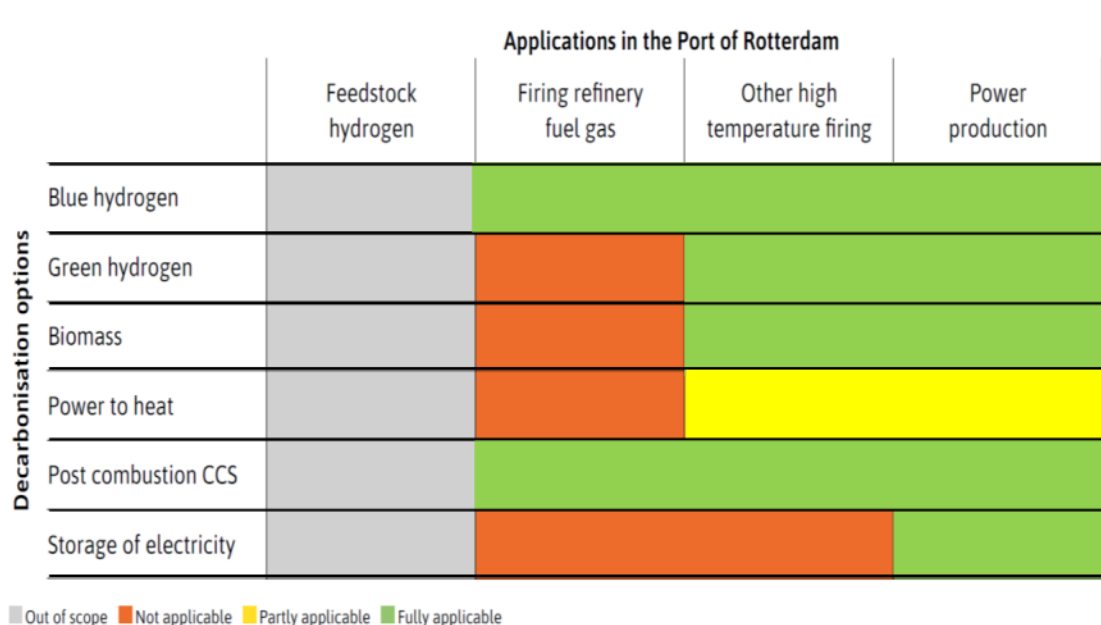
Mise en œuvre d'un cluster hydrogène : étude du cas de la zone d'activité industrielle du port de Rotterdam

Afin d'illustrer la démarche que l'on pourrait viser pour la mise en place d'un cluster hydrogène sur lequel que l'on pourrait faire ensuite passer de l'hydrogène gris à l'hydrogène vert, il nous paraît intéressant de mettre en avant la **démarche très pragmatique mise en œuvre par le port de Rotterdam**, qui pourra nous le pensons être une bonne **source d'inspiration pour l'Etat français** dans le cadre d'une stratégie mariant aide à la relance économique et construction des actifs énergétiques et industriels de demain.

Le port de Rotterdam a élaboré une stratégie d'utilisation de l'hydrogène pour les industries présentes sur son territoire⁴⁴. En effet, il y a une demande potentielle importante d'hydrogène dans les processus industriels pour du chauffage à haute température et la génération d'électricité propre. Dans le cas du port de Rotterdam, **8 milliards de m³** d'hydrogène sont produits annuellement. Cet hydrogène est utilisé dans les différents processus industrie de la production de produits chimiques. 55% de la demande en chaleur pourrait avantageusement utiliser de l'hydrogène en remplacement du gaz naturel et des gaz en provenance du raffinage. Selon cette étude, un prix du carbone à partir de 86 euro/t permet d'atteindre le point-mort de l'hydrogène avec carbone capture et séquestration par rapport aux autres énergies utilisées dans le port de Rotterdam. Pour ce cluster, une **stratégie combinée** est ici dressée : **l'hydrogène gris** obtenu à partir de reformage d'hydrocarbure est **remplacé dans un premier temps par de l'hydrogène bleu** ajoutant la capture du carbone et sa séquestration **puis dans un deuxième temps les capacités excédentaires d'électricité éolienne et solaire viennent produire un hydrogène vert par catalyse**. En attendant la possibilité d'obtenir cet hydrogène vert, cette stratégie combinée permet de financer la construction des infrastructures pour une industrie de l'hydrogène, à un **niveau d'échelle qui facilitera ensuite les économies de coût**. Notons toutefois qu'une telle démarche signifiera aussi que l'on valorisera la dimension environnementale de la molécule hydrogène et dans sa production et aussi dans son utilisation. Et c'est dans un tel cas justement que des aides de l'Etat peuvent rendre moins risqué l'investissement, et des **certificats vert peuvent valoriser dès le départ la dimension de réduction des émissions de CO₂** dans la production d'hydrogène et dans l'utilisation industrielle de l'hydrogène.

Pour la grappe industrielle de Rotterdam, les investissements pour développer une capacité de production d'hydrogène avec CCS d'une capacité de 1,67 GW sont estimé à 2 milliards d'euro.

⁴⁴ Vision Rotterdam 2019 ; H Vision, Blue Hydrogen as Accelerator and Pioneer to Energy Transition, July 2019



Aider le démarrage de solutions HY-méthane en utilisant les certificats

Comme nous l'avons déjà vu, le gaz naturel est une aujourd'hui indispensable source d'énergie. Cependant, son utilisation est responsable de l'émission de plus de 18 Giga tonnes de CO₂ dans l'atmosphère. Son importance est par ailleurs renforcée par le fait que les pays et les industries remplacent lentement les capacités industrielles utilisant du charbon par celle utilisant du gaz naturel. Les **actifs liés au gaz naturel** (pipelines, interconnecteurs, turbines) sont évalués à **plus de 1 000 milliards de dollars** et cela prendra des années à introduire de nouvelles technologies ou de nouveaux fuels dans ces procédés de production de chaleur à partir du gaz. Il n'y a pas de bénéfice économique clair et seulement un ensemble limité d'alternatives technologiques disponibles dans l'industrie pour décarboner leur fourniture d'énergie.

L'**hydrogène**, de par sa forme gazeuse, va permettre d'**utiliser une partie de ces infrastructures**. Une solution est offerte par exemple dans l'utilisation de l'hydrogène en lieu et place du gaz dans les **turbines à gaz** pour produire de l'électricité. De même, l'hydrogène peut être brûlé dans les **chaudières** dans les maisons et les fours industriels. L'hydrogène permet d'**associer le système électrique et les systèmes de chauffage existants**. Ainsi, en 2020, le Royaume-Uni expérimente déjà un taux d'hydrogène de 12% dans son réseau gazier⁴⁵, et l'Europe a permis un **taux de 20% d'hydrogène** dans le gaz naturel tant pour le transport que pour le chauffage. Cela autorise à changer de manière minimale les chaudières et les infrastructures de transport de gaz. Des taux d'introduction d'hydrogène plus élevés sont possibles en modernisant l'ensemble du système. Un tel effort pourra impacter la vie de nombreuses entreprises et régions. De fait, une telle approche impose de pouvoir financer ce changement, et dans ce cas un instrument de politique publique comme les **certificats** d'efficacité énergétiques (chauffage industriels) et de réduction d'émission de gaz à effet de serre nous paraît approprié.

Les certificats pour construire un déploiement adaptatif de l'hydrogène dans l'industrie du transport

⁴⁵ Hydeploy UK 2019

Les **gouvernements** jouent aujourd'hui un rôle pivot pour instituer les objectifs nationaux sur l'utilisation de l'**hydrogène pour la mobilité**. Ainsi, 18 pays du G20 ont défini leurs plans hydrogène pour le transport suite aux décisions du sommet à Tokyo de 2019 consistant à viser le nombre de 10 millions de véhicules à pile à combustible fonctionnant à l'hydrogène en 2030. Ainsi, par exemple, la feuille de route européenne inclut 3700 stations-services avec hydrogène, 3,7 million de voitures, 45 000 camions et bus sur la route en 2030 [Hydrogen Roadmap Europe 2019]. Les Etats-Unis ciblent quant à eux 1 million de voiture à hydrogène et le Japon vise 800,000 véhicules. La Chine a déjà mis en œuvre un système de subventions pour les véhicules particuliers, et prévoit d'étendre le plan aux véhicules utilitaires lourds.

Pourtant, pour atteindre ces objectifs ambitieux, la filière hydrogène a besoin de **gagner en taille** et d'être aidée de manière plus agressive. La coordination entre la construction des infrastructures de ravitaillement et de déploiement de la flotte de véhicule à hydrogène s'apparente à un dilemme d' « œuf et de poule, qui vient en premier ? ». Le véhicule ne sera utilisé que si les stations de ravitaillement existent et les stations seront construites que si une flotte de véhicules suffisante existe. Seule l'action publique permettra la résolution de ce dilemme. Le support des gouvernements pour le développement des infrastructures de l'hydrogène, la croissance de la flotte de véhicule fonctionnant à l'hydrogène tant commerciaux que pour les particuliers doit donc être mise en œuvre si nous voulons atteindre les objectifs européens.

Dans un tel contexte, les gouvernements doivent équilibrer le **rythme d'une transition énergétique d'envergure** entre les nouvelles infrastructures pour l'hydrogène, l'accélération du remplacement des anciens véhicules par des financements adéquats, **tout en laissant le marché décider quelle est la meilleure solution technologique** pour réduire les émissions de CO2 (électricité ou hydrogène ou carburants fossiles avec reforestation ou ...), le tout en maintenant une filière industrielle automobile compétitive dans les pays respectifs.



Source : © Seika I

La mise en œuvre de solutions de transport utilisant l'hydrogène va dépendre du développement d'un cadre politique assurant la parité entre les différents carburants possibles. Cela implique la mise en place des deux types de certificats pour assurer une concurrence loyale entre les différentes technologies. Un certificat d'émission traduit le contenu d'émission de carbone du carburant. Les hydrocarbures incorporeront un premium de coût représentant leurs émissions de CO₂ dans le service de mobilité. La mobilité électrique et hydrogène auront donc un premium moins élevé en fonction de l'origine de l'électricité utilisée ou de l'origine de l'hydrogène (vert, bleu, gris). Un autre certificat doit être attaché à la performance énergétique du véhicule. Un troisième s'attachera à l'empreinte carbone du véhicule lui-même. Un tel système de certificat incitera à la création d'une demande durable d'hydrogène propre basé sur un prix non biaisé incorporant les externalités environnementales. Dans ce cadre, l'hydrogène est un carburant qui est particulièrement adéquat pour les véhicules demandant un remplissage rapide de leur énergie dans le cadre d'opérations longues et continues comme les bus ou les camions mais aussi le transport ferroviaire et le transport maritime. L'attention que reçoit l'entreprise Nikola (<https://nikolamotor.com/hydrogen>) démontre que les **trajectoires technologiques dans le transport sont complexes** et non encore complètement déterminées dans le cadre d'une économie bas carbone.

La coexistence de plusieurs solutions impose une **concurrence économique entre les différentes solutions technologiques** (hydrogène, électrique et hydrocarbures (gaz y compris). Chacune de ces filières a des avantages économiques et écologiques mais aussi avantages compétitifs nationaux. Le système de certificats conduit naturellement vers une

flotte de véhicules mixtes et une transformation progressive et non radicale de l'industrie du transport en France.

Conclusion : Les certificats sont un instrument indispensable pour le développement de la filière hydrogène

Les certificats attachent à la molécule hydrogène un élément économique et échangeable sur un marché permettant de valoriser l'action d'un usage de l'hydrogène propre sur la réduction d'émissions de carbone. **Deux types de certificats** sont nécessaires, l'un pour mettre un prix sur la réduction des usages carbonés de l'énergie, et l'autre sur la production d'hydrogène propre.

L'augmentation de la demande d'hydrogène est primordiale pour atteindre des réductions de coûts dans la production d'hydrogène propre. En réduisant le risque à investir et en augmentant la rentabilité des projets, L'usage d'un certificat permettra d'inciter l'augmentation de l'utilisation de l'hydrogène propre dans le chauffage résidentiel et industriel, le transport et la production d'électricité. Cette augmentation de la demande d'hydrogène impose la construction de capacités supplémentaires d'hydrogène propre. La réduction des risques d'investissement dans l'hydrogène et l'obtention des économies d'échelle détermine la réduction des coûts. Cela permettra le passage progressif de l'hydrogène gris à l'hydrogène propre (bleu ou vert, le marché décidera !). Le certificat permet de mener de front une politique vers l'offre d'hydrogène propre et une politique vers la demande / l'usage de l'hydrogène pour décarboner l'industrie, le transport et la génération d'électricité. Cet instrument permet une **politique adaptative de long terme de la transition énergétique** d'une filière industrielle⁴⁶.

Ces systèmes de certificats sont basés sur l'existence d'un prix des émissions de carbone. Un tel système est particulièrement intéressant pour réintégrer dans l'économie les coûts de la pollution et du changement climatique en les liant à l'utilisation de l'énergie et la production de l'énergie. Cet instrument de politique publique est versatile pour s'adapter aux spécificités du chauffage industriel et au transport tout comme aux problématiques des usages énergétiques résidentiels. Il permet de fournir des incitations publiques pour faciliter les investissements dans des biens durables et ainsi l'obtention plus rapide de réduction de coûts par la création d'économie d'échelle. Le certificat **allie les forces du privé et du public avec un arbitrage du marché en intégrant les externalités environnementales**. Tant les acteurs des hydrocarbures que de l'électricité peuvent ainsi trouver des modèles d'affaires pour construire un futur français contribuant à l'atteinte des objectifs de réduction des émissions de CO2.

⁴⁶ Adaptive Energy Policy to Leverage Hydrogen into Energy Transition, G20 preparation 2020

Conclusion : des leviers qui doivent rendre optimistes

A travers cette analyse, nous avons pu voir que dans cette période charnière qui suit la crise initiée par la COVID 19, il est plus que jamais opportun de vouloir marier relance de l'activité économique et transition écologique.

On retiendra ainsi les points importants suivants :

- Le prix du pétrole, qui est passé par un cours historiquement bas, ne doit pas nous arrêter car ses variations sont au contraire compatibles avec l'articulation d'un grand nombre de moyens d'aide pour favoriser les activités qui ont du sens, notamment à travers des logiques de certificats ;
- Il est clairement possible d'accélérer les services énergétiques liés aux bâtiments résidentiels et tertiaires, que ce soit en termes d'isolation comme d'efficacité des systèmes de chauffage ;
- Le pragmatisme doit être de mise dans cette accélération, en jouant avec toutes les énergies utilisables, afin de construire des parcours de transition dont les marches ne sont pas « trop hautes à chaque étape » (CEE : marier électricité, gaz et fioul pour se focaliser sur l'efficacité avant tout ; hydrogène : penser la transition comme un chevauchement progressif de l'hydrogène à base d'hydrocarbures par un hydrogène à base d'électricité renouvelable) ;
- Pour cela, les certificats sont effectivement un outil très puissant qui nous paraît incontournable, tant pour le calibrage d'actions à court terme (isolation et chauffage des bâtiments) que pour la mise en place des fondamentaux de long terme sur un sujet structurant comme la construction de la filière hydrogène ;
- Ces certificats se révèlent ainsi non seulement un instrument majeur de politique énergétique, mais laissent à penser qu'ils pourraient aussi constituer une logique pouvant être étendue à bon nombre d'activités économiques stratégiques « porteuses de sens ».

Pour ce qui est de l'avenir, il ne s'agit pas de le prévoir, mais de le rendre possible.

(Antoine de Saint Exupéry)

Auteurs :



Dr. Maxime Schenckery

(maxime.schenckery@ifpen.fr)

Maxime Schenckery a plus de 20 ans d'expérience dans l'industrie de l'énergie, à travers une carrière qui l'a amené à bien connaître acteurs publics, sociétés de conseil et entreprises de haute technologie au sein de ce secteur. Il est aujourd'hui Directeur du Centre pour l'Economie et le Management de l'Energie à l'IFP School. Ses sujets de recherche portent sur l'économie de l'énergie ainsi que la modélisation économique des trajectoires de la transition énergétique. Il est docteur en sciences économiques depuis 1994.

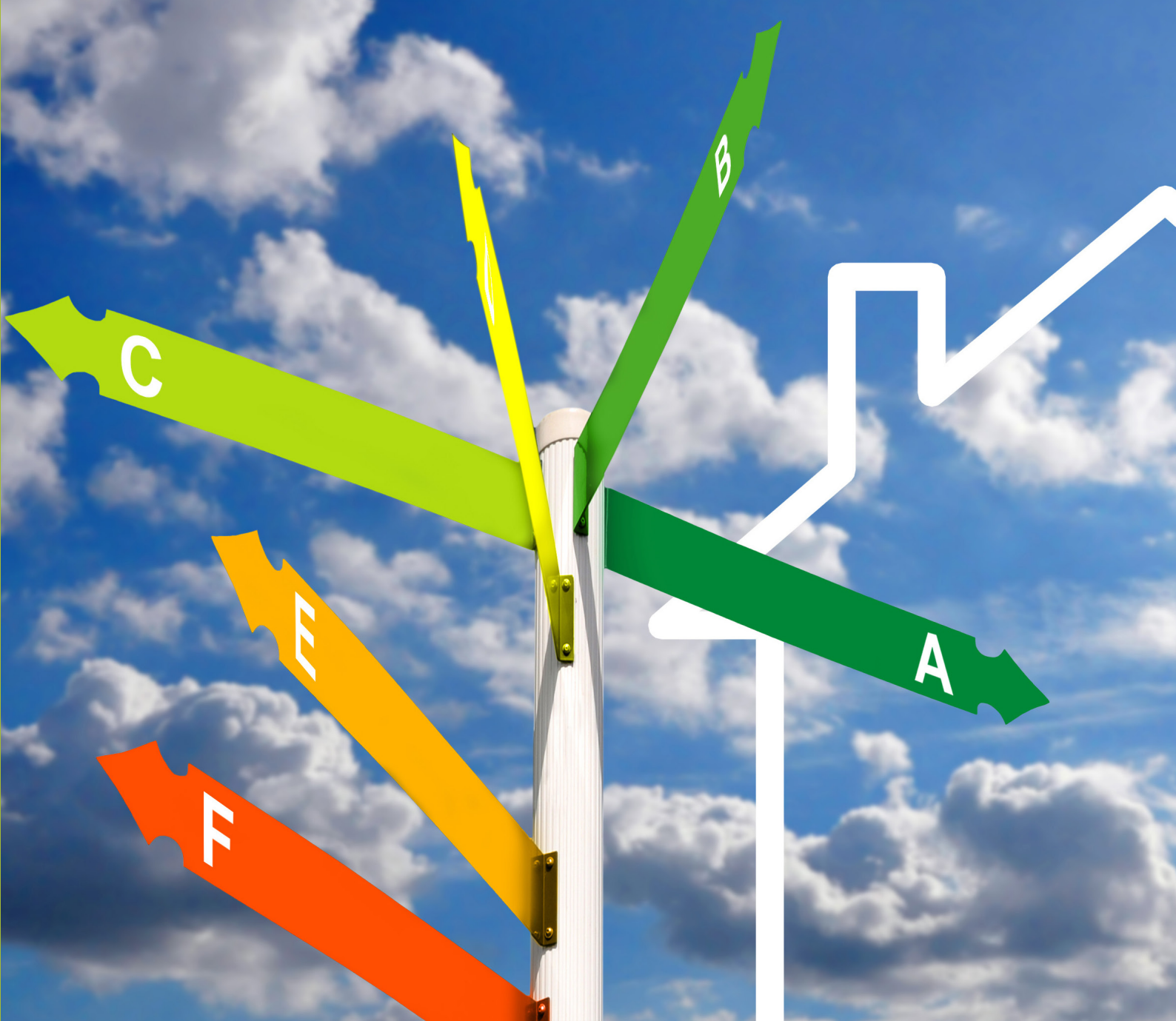


Jacques Millery

(jacques.millery@juvoergosum.com)

A travers un parcours professionnel international de plus de 20 ans dans le domaine du consulting et des services high tech, Jacques Millery a développé une expérience poussée de la transformation digitale des secteurs « socles » de notre économie, et tout particulièrement de celle du secteur « Energie & Utilities ». Il collabore aujourd'hui avec l'IFP School où il est professeur externe, ainsi qu'avec d'autres grandes écoles, sur les sujets liés à la transition énergétique et au développement durable. Jacques Millery est ingénieur diplômé de l'Ecole Centrale Paris (1990).

Nota : le contenu et les points de vue exprimés dans le présent document sont ceux de ses auteurs, et n'ont pas nécessairement vocation à représenter la position du Centre pour l'Economie et le Management de l'Energie, et plus généralement de IFP Energies Nouvelles ou IFP School.



Retrouvez toute la collection

<https://www.ifpenergiesnouvelles.fr/article/les-cahiers-leconomie>



228 - 232 avenue Napoléon Bonaparte
92852 Rueil-Malmaison
www.ifpschool.com



1-4 avenue de Bois-Préau
92852 Rueil-Malmaison
www.ifpenergiesnouvelles.fr

