

Note

Industrie et énergie : un couple gagnant pour les territoires français ?

par Elsa Charon,

Chargée d'étude senior à La Fabrique de la Cité

Avril 2023



La Fabrique
de la Cité

Sommaire

Introduction	5
I. La décarbonation, une opportunité de renouvellement de l'industrie ?	10
Un risque de désindustrialisation accru en France (et en Europe) à la suite de la guerre en Ukraine	10
Un risque de fort impact sur les villes moyennes	11
Une crise révélatrice d'enjeux structurels pour l'énergie et l'industrie	11
Décarboner les moyens de production pour réinventer l'industrie et proposer de nouvelles opportunités locales	12
La production d'énergie décarbonée, un marché à prendre pour les territoires	14
II. Les systèmes énergétiques locaux, un levier pour le développement du secteur industriel local	16
Énergie décarbonée locale: nouvel atout pour les villes moyennes?	16
Un effet d'entraînement sur le système productif	17
Des systèmes énergétiques locaux à la répliquabilité encore incertaine	20
Une opportunité supplémentaire de réindustrialisation pour certaines villes moyennes.	21
Un risque de créer de nouvelles fractures territoriales?	22
III. Vers une révolution industrielle centrée sur le « local »?	23
Révolution industrielle et innovation énergétique: un couple historique	23
L'exploitation de nouvelles énergies est-elle vraiment une innovation de rupture?	24
Une troisième révolution industrielle ancrée sur une innovation énergétique est peu probable	24
La décarbonation peut engendrer d'autres innovations non technologiques.	25
Une « bifurcation » industrielle et sociétale nécessaire	26
Bibliographie	29
Remerciements	30

Dans quelle mesure les objectifs de réindustrialisation de la France sont-ils atteignables malgré la crise énergétique et les impératifs de décarbonation ? L'étude « Futurs énergétiques 2050 » de RTE (2021) estime qu'une augmentation de deux points du PIB dans sa « trajectoire réindustrialisation » est compatible avec les objectifs de la Stratégie nationale bas-carbone (SNBC) et a proposé différents scénarios de mix énergétique pour y répondre. Toutefois, l'année 2022 a ébranlé certaines certitudes : les difficultés conjoncturelles du secteur nucléaire, l'augmentation des coûts de l'énergie qui touchent l'Europe en raison de la guerre en Ukraine, ou encore l'adoption de l'*Inflation Reduction Act* aux Etats-Unis constituent autant de freins au développement de l'industrie. De nombreux témoignages d'industriels - interrogés dans les territoires d'étude de La Fabrique de la Cité en 2022 comme Le Creusot, Béthune, Saint-Dizier - ont également révélé leur inquiétude face à l'augmentation des cours de l'énergie et aux risques de délestage.

Dans ce contexte, il nous a semblé opportun d'étudier plus en détail le développement des systèmes énergétiques locaux à partir de sources d'énergie thermique décarbonées pour répondre aux nouveaux besoins industriels. Ces systèmes sont définis comme des ensembles intégrés de production, transport, stockage et d'utilisation d'énergie à une échelle locale. Ils présentent en effet deux atouts : d'une part, ils s'appuient sur des sources thermiques décarbonées dont le prix est de plus en plus compétitif et, d'autre part, ils offrent un potentiel de valorisation ou d'économie de ressources. Nous formulons donc l'hypothèse que ces systèmes constituent des leviers possibles d'une réindustrialisation. Nous observons un couplage entre système énergétique et productif : le terreau de cette nouvelle donne industrielle se situe principalement dans les villes moyennes. Comme par le passé, ces territoires peuvent constituer le nouveau berceau industriel de la France.

Ces systèmes énergétiques locaux ont-ils vocation à se généraliser ? En l'état actuel, ils ne sont que rarement capables de répondre à tous les besoins des industriels du périmètre local qu'ils couvrent. Par ailleurs, le développement de production d'hydrogène insérée dans un circuit local reste encore à confirmer. Toutefois, notre étude révèle la multiplication de réseaux de chaleur alimentés par des sources décarbonées (chaleur fatale, biomasse, etc.) et de systèmes d'autoconsommation collective. Sachant que de nombreux procédés industriels sont difficilement électrifiables, les systèmes énergétiques locaux thermiques présentent l'avantage de fournir une énergie complémentaire au réseau électrique centralisé. Il n'en demeure pas moins que des interrogations subsistent quant aux risques de fractures territoriales qu'ils peuvent générer et aux investissements nécessaires à leur mise en place. C'est pourquoi, pour fonctionner, le couplage à l'échelle locale entre systèmes énergétiques et productifs nécessite un nouveau rapport à la consommation (sobriété énergétique à tous les échelons de notre société, partage, économie d'énergie).

Introduction

Lors de ses vœux 2023, Bruno Le Maire, ministre de l'Économie et des Finances, a déclaré qu'il souhaitait engager « *la France dans une réindustrialisation verte rapide, massive, planifiée. Avec un objectif: que la France devienne la première nation de l'industrie verte en Europe* ». Il estime que la réussite de cette stratégie passe aussi par l'indépendance énergétique de la France. Cette déclaration fait écho au *Net-Zero Industry Act*, le nouveau plan dévoilé en mars 2023 par la Commission européenne pour répondre aux subventions américaines versées dans le cadre l'*Inflation Reduction Act* (IRA). Celui-ci fixe l'objectif de faire fabriquer en Europe davantage de technologies propres comme des panneaux solaires, des électrolyseurs, ou des turbines pour les éoliennes afin de couvrir 40 % de nos besoins d'ici à 2030. Les vœux exprimés par Bruno Le Maire s'inscrivent dans une série de politiques inédites depuis 40 ans, que ce soit en matière de fiscalité, d'aides ou de formation, et qui vont en s'intensifiant. Le dispositif France Relance, annoncé en 2020, a ainsi accordé un tiers de ses aides pour l'industrie, parmi 100 milliards d'euros, alors que France 2030 (34 milliards d'euros), annoncé en 2021, est essentiellement destiné à favoriser l'innovation et l'outil productif de ce secteur. Il convient en effet de rappeler que la France est l'un des pays les moins industrialisés de l'Union européenne, avec un secteur industriel¹ qui représente seulement 13,5 % du PIB, contre une moyenne européenne autour de 22,8 %. Ce faible taux est le résultat d'une désindustrialisation qui a commencé avec le premier choc pétrolier de 1973. Les autres crises énergétiques n'ont fait qu'affaiblir ce secteur en France, soulignant le lien entre énergie et industrie.

1. Selon la définition Insee, relèvent de l'industrie les activités économiques qui combinent des facteurs de production (installations, approvisionnements, travail, savoir) pour fabriquer des biens matériels destinés au marché. Généralement, même si les contours sont flous, une distinction est établie entre l'industrie manufacturière et les industries d'extraction. Les industries manufacturières sont des industries de transformation des biens, c'est à dire principalement des industries de fabrication pour compte propre, mais elles concernent aussi la réparation et l'installation d'équipements industriels ainsi que des opérations en sous-traitance pour un tiers donneur d'ordres. Les industries extractives comprennent l'extraction de produits minéraux présents à l'état naturel sous forme solide (houille et minerais), liquide (pétrole) ou gazeuse (gaz naturel), et les opérations complémentaires nécessaires à la préparation des matières brutes pour leur commercialisation, telles que concassage, broyage, nettoyage, séchage, triage, concentration des minerais, liquéfaction du gaz naturel. Ces opérations sont souvent réalisées par les unités qui pratiquent l'extraction et/ou situées à proximité du site. Il est à noter qu'en France, on confond souvent l'industrie manufacturière avec l'industrie, car elle a la plus grande valeur ajoutée (11,5 % du PIB français).

Or, différents éléments conjoncturels, facteurs de crises, peuvent actuellement expliquer l'accélération des politiques en faveur de l'industrie, parmi lesquelles : la crise écologique (nécessité de décarboner l'économie, la production et la consommation); la crise de l'approvisionnement (particulièrement constatée lors de la période covid) ; la crise énergétique² (résultant notamment de la guerre en Ukraine) qui soulève la question de la souveraineté ; et enfin la fracture sociale (entre rural et urbain, métropoles et petites villes, qu'a révélée notamment la crise des gilets jaunes). La réindustrialisation peut ainsi être un moyen de décarboner la production de biens de consommation (en contrôlant les cahiers des charges, en limitant les transports de la chaîne logistique, etc.) et d'énergie, de sécuriser les approvisionnements, mais aussi de créer de l'emploi et de l'activité dans des territoires comme les villes moyennes industrielles³. Celles-ci sont en effet le berceau du développement de ce secteur en France, et l'industrie pourrait leur permettre d'être « rattachées au récit économique national »⁴.

LES CHIFFRES CLES

80,8 Mt C'est le volume des émissions de GES de l'industrie française en 2021. Cela représente 19% des émissions du pays, hors importations.

-42% Les émissions de GES de l'industrie ont déjà baissé de 42% entre 2000 et 2021, conséquence des fermetures d'usines, du transfert à l'étranger d'activités très polluantes et de progrès réels en efficacité énergétique.

-35% La Stratégie nationale bas-carbone de la France prévoit une baisse de l'émission des industries de 35% sur la période 2015-2030, tout en stoppant le mouvement de désindustrialisation.

50% des émissions à partir de 30 sites L'industrie compte des milliers d'usines dans le pays mais 30 sites concentraient 48% des émissions de CO2 en 2021. Les seuls 5 premiers sites comptent pour un quart des émissions de CO2.

80-90€ Le prix de la tonne de CO2 sur le marché européen des quotas carbone évolue entre 80 et 90€ la tonne depuis fin 2021, soit 3 fois plus que de 2018 à 2021. Et le prix devrait dépasser les 100€ dans les prochaines années.

L'industrie, un secteur très émetteur en GES, mais avec des leviers de décarbonation. Source : Xerfi

2. Une crise énergétique survient lorsque les besoins en énergie ne peuvent plus être satisfaits avec les moyens et les réserves disponibles. Celle-ci a des conséquences importantes sur la vie sociale et économique. Les causes peuvent être diverses : limites naturelles, conditions géopolitiques, etc.
3. Rappelons que l'Insee définit comme villes moyennes, « un pôle de moyenne ou grande aire urbaine, comprenant donc plus de 5 000 emplois, dont la population est inférieure à 150 000 habitants et qui n'est pas préfecture d'une ancienne région ». Les « villes moyennes industrielles », sans qu'il n'existe de définition précise à ce sujet, sont une sous-catégorie des villes moyennes, qui se sont développées grâce à l'industrie (dans un ou plusieurs secteurs), et/ou qui ont une part d'établissements industriels supérieure à la moyenne française. Les villes moyennes ont pu bénéficier lors de la seconde moitié du XXe siècle d'une large implantation du secteur industriel, notamment pour leur attrait foncier lors du mouvement de décentralisation.
4. Voir Olivier Lluansi, « État des lieux et perspectives de l'industrie en France »

Face aux intérêts évidents d'une réindustrialisation française, se posent immédiatement des questions de compétitivité, de compétences et de filières de formation, de ressources foncières. En outre, cet effort est attendu à une époque où l'industrie souffre d'un déficit d'image, et où la sobriété (dans l'usage du sol, des matières premières et de l'énergie, des ressources en eau...) devient la règle.

Concernant l'énergie, la problématique actuelle est bien celle de la disponibilité, de l'approvisionnement et du coût d'une énergie, jusqu'alors peu coûteuse, pour développer une industrie elle-même nécessairement décarbonée. Là où la France jouissait d'un avantage incomparable grâce à la filière nucléaire, qui lui avait permis de disposer d'une électricité abondante et bon marché, elle doit aujourd'hui composer avec les incertitudes touchant cette filière depuis la mise à l'arrêt de près de la moitié du parc nucléaire, et avec un mix énergétique encore instable. Les critères européens rendent d'ailleurs le mécanisme de calcul des prix de l'énergie de moins en moins favorable à l'industrie française, alors que les débats actuels sur la place du nucléaire dans la taxonomie verte européenne illustrent le jeu d'acteur et les enjeux stratégiques en matière de développement industriel des différents pays européens. Enfin, l'augmentation des coûts du gaz et pétrole en Europe met en question la compétitivité de ce secteur en France. Aussi, le secteur industriel, surtout pour l'industrie lourde (sidérurgie, fonderie, aluminium, secteur papetier, chimie, cimenteries, etc.), est particulièrement énergivore et interroge sur les capacités d'une production rapide d'énergie décarbonée. Pour toutes ces raisons, la plupart des économistes s'accordent sur le fait que, si réindustrialisation il y a, elle ne pourra être que limitée. C'est d'ailleurs sur la base de cette hypothèse que s'est appuyée l'étude « Futurs énergétiques 2050 de RTE », en estimant possible une réindustrialisation de la France d'ici à 2050 correspondant à une augmentation de moins de 2 points du PIB dans sa « trajectoire réindustrialisation⁵ ». Cette augmentation conduirait ainsi à élever la part de l'industrie manufacturière à 12-13 % dans le PIB de la France, contre environ 10 % en 2019, ce qui ne permettrait pas de revenir au niveau d'industrialisation de la France du début des années 1990⁶. En raison de la crise énergétique récente et des risques de délestage⁷ pour les entreprises, même le scénario d'une réindustrialisation tel qu'imaginé par RTE est loin d'être acquis.

-
5. L'étude « Futurs énergétiques 2050 de RTE », parue en février 2022, est aujourd'hui une référence en matière de prospective sur les besoins et possibilités de production d'électricité en 2050 pour atteindre la neutralité carbone (SNBC) en 2050. Elle prévoit 3 trajectoires possibles avec donc 3 besoins possibles : une trajectoire de sobriété (avec la plus faible demande), une trajectoire de référence (demande moyenne), une trajectoire de réindustrialisation (plus forte demande).
 6. Ce chiffre est également à mettre en perspective avec la part de l'industrie manufacturière dans le PIB de l'Allemagne, évaluée à 21 % en 2019, soit deux fois plus élevée qu'en France.
 7. Le délestage est une interruption volontaire et momentanée de la fourniture d'électricité sur une partie du réseau électrique. Cette mesure est destinée à retrouver l'équilibre entre l'électricité injectée et celle tirée du réseau. Le délestage permet d'éviter des pannes sur le réseau, en cas de demande importante et soudaine (définition Enedis). Le délestage peut être très dommageable pour certains industriels, dont la relance des machines suite à une coupure de courant peut être très coûteuse et chronophage, induisant ainsi des pertes considérables en matière de production.

Parallèlement, et d'autant plus dans ce contexte, de nombreuses initiatives locales se développent (production d'électricité alternative, exploitation d'autres sources d'énergie, etc.), des gisements non intégrés dans l'étude de RTE, qui se focalise sur les besoins et capacités de production de cette source d'énergie à l'échelle nationale. Ces systèmes énergétiques⁸ locaux émergent surtout à l'échelle de petits collectifs, où ils couvrent tout ou partie des besoins d'un îlot, d'un quartier, ou de l'entièreté d'une ville petite et moyenne, comme c'est le cas par exemple avec le réseau de chaleur de Béthune. Or, les villes moyennes, berceaux de l'industrie au XIXe (notamment celles des bassins houillers comme Montluçon, Carmaux, Hayange ou Le Creusot, etc.), et également prisées par les plans d'industrialisation du XXe siècle, présentent encore aujourd'hui des caractéristiques favorables au redéploiement de l'industrie : compétences et savoir-faire spécifiques, disponibilité foncière, politiques attractives en faveur des entreprises, infrastructures de transport développées dans le cadre de la décentralisation. Une grande disparité existe toutefois entre villes moyennes, que les facteurs mentionnés précédemment ne peuvent suffire à expliquer : Denis Carré, Nadine Levratto et Philippe Frocain⁹ soulignent un « effet local » à l'origine de cette différence de développement, mais dont les caractéristiques sont, à ce jour, peu identifiées. S'explique-t-il par une culture locale, des infrastructures dédiées, ou par la présence d'institutions spécifiques ? Jusqu'à la crise énergétique de 2022, l'énergie, alors disponible à un prix compétitif et de manière uniforme sur tout le territoire français, n'était pas identifiée comme un des facteurs clés de cet « effet local ». Désormais, la mise en place de systèmes énergétiques locaux devient un atout de taille pour les territoires de l'Hexagone. Elle réinterroge le lien entre énergie décarbonée, industrialisation et villes moyennes.

Aussi, nous nous interrogerons sur l'opportunité que représentent les systèmes énergétiques locaux pour le développement d'une industrie décarbonée dans les territoires français et en particulier dans les villes moyennes. Ce nouveau contexte énergétique et les solutions que chaque territoire s'évertue à trouver constituent-ils le fondement d'une nouvelle donne industrielle, en favorisant une nouvelle distribution des unités de production en France ?

Cette réflexion exploratoire s'est en partie appuyée sur des témoignages d'industriels - interrogés dans les agglomérations visitées par La Fabrique de la Cité en 2022 - inquiets des augmentations des cours de l'énergie et des risques de

8. Un système énergétique désigne l'ensemble des éléments permettant la production, le transport, le stockage et l'utilisation d'énergie, sous l'une ou l'autre de ses formes. Cette notion englobe bien évidemment les installations techniques, mais peut également être étendue à des éléments moins tangibles comme les textes légaux encadrant les différentes activités liées à l'énergie et définissant plus ou moins fortement ses différents marchés. Un système énergétique local suppose que l'ensemble de ces éléments soit réalisé au niveau local et non pas centralisé à l'échelle d'un pays par exemple.

9. Cf. Denis Carré, Nadine Levratto et Philippe Frocain, *L'étonnante disparité des territoires industriels, comprendre la performance et le déclin*, Paris, Presses des Mines, 2019. Ils définissent cet effet local comme un ensemble de phénomènes attachés aux structures des territoires, aux comportements des entreprises, aux institutions et aux engagements locaux des personnels politiques, sans pour autant parvenir à dégager de caractéristiques spécifiques permettant un fort développement industriel sur un territoire

délestage annoncées par le gouvernement à l'automne 2022. La crise énergétique, dont le statut purement conjoncturel n'est pas encore établi, mais aussi les coûts considérables pour décarboner notre société, ainsi que l'importance de la consommation d'énergie nécessaire à l'industrie, peuvent susciter des interrogations sur la capacité de réindustrialisation de la France.

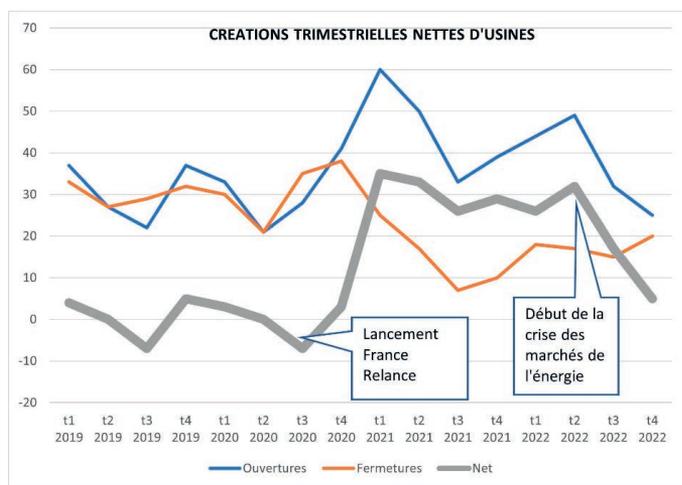
Parallèlement, les systèmes énergétiques locaux émergents sont encore peu développés en France et leur capacité de production est inégale. Ils peuvent représenter des surcoûts conséquents dès lors qu'ils nécessitent l'installation de nouvelles infrastructures parallèlement aux réseaux nationaux. Cependant, notre travail de terrain nous a permis de nuancer ces doutes : les différentes formes d'énergie locale, dont le niveau de rentabilité est à ce stade encore variable, peuvent dans de nombreux cas constituer un atout prometteur pour le secteur industriel et le dynamisme économique. C'est pourquoi nous formulons l'hypothèse qu'une forme de réindustrialisation est justement rendue possible par cette nouvelle relation à la production et à la consommation d'énergie (sobriété, partage, économie d'énergie). Nous observons que le terreau de cette nouvelle donne industrielle se situe principalement dans les villes moyennes. Comme par le passé, ces territoires peuvent constituer le nouveau berceau industriel de la France. Nous interrogeons par ailleurs les conditions de répliquabilité de ce nouveau couple associant systèmes productifs et énergétiques locaux.

I. La décarbonation, une opportunité de renouvellement de l'industrie ?

Un risque de désindustrialisation accru en France (et en Europe) à la suite de la guerre en Ukraine

L'Europe est désormais très touchée par la crise énergétique, étant très dépendante du gaz russe qui représentait plus de 43 % du gaz importé en 2020 pour l'ensemble de l'Europe. Elle connaît la plus forte inflation, dans sa composante énergétique, par rapport au reste du monde. Selon Patrick Artus¹⁰, parmi d'autres conséquences, la moindre compétitivité de l'industrie européenne, risque à terme d'entraîner une nouvelle vague de délocalisations vers des pays où le coût de l'énergie est plus faible (États-Unis en particulier). Les premiers chiffres montrent que le début de la crise des marchés de l'énergie a nettement ralenti l'ouverture d'usines en France, tandis que les fermetures d'unités de production, elles repartaient à la hausse (voir graphique ci-contre). De nombreux industriels auditionnés

par La Fabrique de la Cité¹¹ s'étaient d'ailleurs exprimés sur le risque de devoir fermer leurs usines sur une durée de plusieurs semaines durant l'hiver pour faire face à l'augmentation des prix de l'énergie et au risque de délestage annoncé par le gouvernement. Au-delà de la crise, Patrick Artus souligne le risque d'accroissement des délocalisations du fait d'une conversion rapide aux énergies renouvelables en Europe, dont le prix n'est pas aussi compétitif que celui des énergies fossiles. Dans un contexte de contraintes



Source : Olivier Lluansi, d'après les données fournies par Trendeo

10. Voir Patrick Artus, « Le choc énorme que subit la zone euro », Flash Économie n°761, Natixis, 8 novembre 2022

11. Dans le cadre de la réalisation des portraits de ville du Creusot, de Saint-Dizier et de Béthune, environ une trentaine d'industriels ont été interviewés par La Fabrique de la Cité. Ces entretiens ont été réalisés en 2022, pour certains peu avant l'augmentation des cours de l'énergie (juin 2022) due à la crise énergétique, pour d'autres peu après (août et septembre 2022).

budgétaires, la difficulté est de concilier des niveaux d'investissements ambitieux dans la transition énergétique et des politiques d'aides en faveur du développement de l'industrie. Selon Patrick Artus, il faut donc se résigner à une spécialisation productive de l'Europe défavorable à l'industrie, en particulier l'industrie très énergivore, et ce malgré la taxation carbone des biens intermédiaires aux frontières. En effet, cette dernière incitera à délocaliser la production de biens finaux en dehors de l'Union européenne davantage qu'à ramener la production des biens intermédiaires en Europe.

Un risque de fort impact sur les villes moyennes

Il existe bien un lien fort entre crise énergétique et désindustrialisation, et les villes petites et moyennes qui sont les premières sinistrées. En effet, ce sont elles qui concentrent encore de nos jours le plus grand nombre d'emplois industriels : en 2018, les territoires urbains comptant moins de 100 000 emplois concentrent 57 % des emplois industriels, alors qu'ils ne totalisent que 40 % du total des emplois¹². Or, l'industrie a perdu 42 % de ses effectifs entre 1974 et 2009 en France, soit entre les trois chocs pétroliers. Cela s'est opéré au profit d'une tertiarisation de l'économie productive, qui a surtout profité aux métropoles. Les villes moyennes françaises ont donc largement souffert de ces crises, du fait de leur profil souvent monosectoriel et parce que les nouvelles dynamiques économiques ont surtout bénéficié aux grandes villes. Il est donc légitime de s'interroger sur les conséquences de la crise énergétique actuelle sur l'emploi des villes moyennes. Les premières annonces de fermeture d'usines concernent d'ailleurs avant tout de petites et moyennes villes¹³.

Une crise révélatrice d'enjeux structurels pour l'énergie et l'industrie

Les analyses régulationnistes¹⁴ nuancent l'impact des chocs pétroliers dans les différentes crises des années 1970, en montrant que ces chocs n'étaient que des éléments déclencheurs de problèmes plus structurels du système productif de cette période : en l'occurrence, la production de masse fordiste, rigidement structurée, devait muter pour laisser place à un régime fondé sur la « spécialisation flexible ». En écho à cette période, la crise énergétique contemporaine n'est-elle pas la manifestation de l'épuisement d'un modèle économique ? Ce qui rendrait nécessaires des changements plus structurels, passant par la décarbonation de l'économie ?

12. Cf. Denis Carré, Nadine Levratto et Philippe Frocain, « L'étonnante disparité des territoires industriels, comprendre la performance et le déclin », Paris, Presses des Mines, 2019. Source : Acooss (Agence centrale des organismes de Sécurité sociale).

13. Cofigeo, géant de l'agroalimentaire, a récemment annoncé mettre 80 % de sa production à l'arrêt et fermer 4 de ses 8 usines françaises.

14. Voir : Michel Aglietta – « Régulation et crises du capitalisme », 1976, et R. Boyer – « La théorie de la régulation, une analyse critique », 1986

La flambée des prix des énergies fossiles pourrait être de plus en plus récurrente du fait de crises d'approvisionnement liées à la rareté de la ressource, à l'instabilité politique, etc. Ces crises pourraient être anticipées par le développement d'énergies décarbonées concurrentielles. Philippe Quirion¹⁵, chercheur en économie de l'environnement et en économie de l'énergie au CNRS et au CIRED, souligne ainsi une progression de la compétitivité des énergies renouvelables ainsi qu'une amélioration des technologies et de la capacité de stockage (en témoigne la baisse drastique du prix des énergies renouvelables, notamment solaires, ces dix dernières années). De même, Jean-Marc Jancovici, président du Shift Project, associé fondateur de Carbone 4 et enseignant à Mines ParisTech, met en exergue la performance du nucléaire qui est en passe de devenir à très court terme, compétitif face au pétrole. Cette analyse est à mettre en parallèle avec celle de Jean Pisani-Ferry qui affirme la nécessité de décarboner notre économie rapidement malgré le possible ralentissement de la croissance et la baisse à prévoir des investissements privés comme publics dans le secteur industriel. Faute de quoi les impacts économiques sur l'industrie seront supérieurs aux investissements à réaliser dans l'immédiat¹⁶.

Décarboner les moyens de production pour réinventer l'industrie et proposer de nouvelles opportunités locales

La crise énergétique pourra être un accélérateur de décarbonation, imposant le renouvellement en profondeur de l'industrie française. Certes, comme le montre

Jean Pisani-Ferry, les investissements nécessaires à la transition énergétique peuvent engendrer dans un court terme, une baisse de ceux nécessaires à la transformation de l'industrie. Cependant, il semble opportun pour l'industrie française de jouer la carte de la spécialisation dans la décarbonation des procédés industriels et de profiter des nouveaux marchés que la transition énergétique peut générer. Cela permettrait à l'industrie de s'inscrire dans une logique d'innovation, absolument nécessaire au redéploiement du secteur industriel, selon Philippe Aghion¹⁷. En effet, il considère que l'absence de créativité de l'industrie française l'a fragilisée lors des différentes crises, contrairement à d'autres pays comme l'Allemagne.

Il semble opportun pour l'industrie française de jouer la carte de la spécialisation dans la décarbonation des procédés industriels et de profiter des nouveaux marchés que la transition énergétique peut générer.

15. Voir notamment dans : Quirion, Philippe. « Une électricité 100% renouvelable, est-ce ruineux? », Philippe Boursier éd., Écologies. Le vivant et le social. La Découverte, 2023, pp. 573-579.

16. Cf. Jean Pisani-Ferry, Selma Mahfouz, « L'action climatique : un enjeu macroéconomique », La note d'analyse France Stratégie n°114, novembre 2022.

17. Voir notamment Philippe Aghion, « Le pouvoir de la destruction créatrice », Paris, Odile Jacob, 2023

Une thèse partagée par Élie Cohen¹⁸, qui souligne les opportunités actuelles en faveur d'une politique industrielle ambitieuse, grâce à la double transition numérique et écologique qui ouvre « *une nouvelle époque du cycle productif* ». La décarbonation oblige à de profondes évolutions qui impacteront aussi bien les infrastructures de production d'énergie, de transport, de logistique, etc., que les modes de production : nouvelles machines décarbonées, automatisation, production locale d'énergie, réseau de distribution locale, etc. En outre, la robotisation de l'industrie devrait constituer un avantage concurrentiel face à une main-d'œuvre trop coûteuse par rapport aux pays en développement. Enfin, à la faveur de la crise du covid, les volumes d'investissement publics ont, selon Élie Cohen, atteint une taille critique. Il mentionne ainsi les dispositifs et programmes pluriels et transversaux (portés au sein de différents ministères), sur le versant de la recherche et de l'enseignement supérieur (PIA, plan quantique), sur celui de la compétitivité et du soutien à l'innovation (BPI), ou encore sur celui de l'apprentissage. Par ailleurs, il est intéressant de noter que des investissements en lien avec la décarbonation de l'industrie commencent à être intégrés à l'échelle territoriale : des programmes nationaux comme le programme « Territoires d'Industrie »¹⁹, ou des programmes réalisés et gérés localement comme le programme Rev3.

Rev3 : un programme régional ambitieux en matière économique et énergétique

Créé en 2013 par la Région Hauts-de-France et la CCI Hauts-de-France, le programme Rev3 vise à favoriser la transition écologique et promouvoir une économie durable et connectée, notamment en développant l'industrie. Rev3 se veut une dynamique collective et se déploie autour de cinq ambitions, en intégrant de manière transversale les principes de l'économie circulaire et de l'économie de la fonctionnalité :

- Produire des énergies renouvelables : biomasse, biocarburants, énergie solaire, hydrogène par électrolyse ;
- Construire des bâtiments à énergie positive ;
- Se doter de capacités de stockage de l'énergie ;
- Déployer l'internet de l'énergie ;
- Repenser la mobilité des personnes et des marchandises.

Pour atteindre ces objectifs et stimuler la création d'activités nouvelles, Rev3 s'est doté d'un fonds d'investissement doté de 500 millions d'euros pour participer au financement de projets privés, d'un accélérateur de créations d'entreprises et d'une équipe d'experts pour leur offrir un conseil opérationnel.

18. Voir notamment Élie Cohen, « Souveraineté industrielle, vers un nouveau modèle productif », Paris, Odile Jacob, 2022

19. Initié en 2018, le programme s'inscrit dans une stratégie de l'État de reconquête industrielle et de développement des territoires. Fin 2021, l'initiative est à l'origine de 1 800 projets sur 146 territoires et 542 intercommunalités, en cumulant un milliard d'euros de financements. Il vise à rassembler les pouvoirs publics et les industriels d'un même territoire pour concentrer les moyens d'action et apporter des solutions aux besoins identifiés. Il cible notamment les territoires industriels à fort enjeu, avec un principe de gestion décentralisée (les projets sont d'abord gérés et

La production d'énergie décarbonée, un marché à prendre pour les territoires

La production d'énergie peut en soi générer une activité industrielle. La décarbonation de notre énergie nécessitera en effet la multiplication d'unités de production, et ce quel que soit le scénario énergétique retenu, parmi ceux imaginés par RTE. Il est très probable que de nombreux territoires français (et ce à différentes échelles administratives) auront à développer massivement des unités de production. Ceux qui bénéficieront de ressources particulières (gisements de gaz pouvant être décarbonés, lithium, etc.) pourront tirer des bénéfices de l'industrie énergétique. Quant aux autres territoires, le développement d'énergies renouvelables, et plus encore leurs modes de stockage captifs et peu transportables comme l'hydrogène par électrolyse, créeront nécessairement une activité à un maillage assez fin. Or si l'industrie est souvent associée au secteur secondaire (l'industrie manufacturière), il convient de rappeler que l'énergie est en soi un secteur industriel, pouvant être classé dans le secteur primaire (industrie extractive).

Ainsi, l'énergie décarbonée peut redevenir en France un moyen de production, mais aussi une finalité industrielle, car ce secteur est lui-même générateur d'emplois et de valeur ajoutée, à travers la R&D, la construction d'infrastructures énergétiques (éoliennes, panneaux photovoltaïques, batteries, équipements liés à la production d'énergie nucléaire) ou encore l'exploitation de matières premières (lithium, uranium, etc.). Olivier Lluansi²⁰ insiste sur la nécessité d'instaurer une stratégie industrielle forte et complémentaire à celle de l'Union européenne, en donnant comme exemple l'hydrogène par électrolyse qui pourrait devenir une spécialisation française. Si la souveraineté énergétique dépend de nos capacités à nous approvisionner en matières premières, et que la France n'est pas en mesure actuellement

de maîtriser toute la chaîne de valeur de l'industrie énergétique, il est toutefois important que la filière de l'énergie décarbonée se développe et se structure. Différentes initiatives émergent déjà dans les territoires, pour certaines déjà concrétisées, et ce à différents niveaux de la chaîne de valeur de la production : en R&D dans l'hydrogène vert (Haffner Energy, etc.), dans l'industrie extractive (exploitation de mines de lithium dans l'Allier qui pourrait permettre la création de 1 000 emplois directs et indirects en région Auvergne-Rhône-Alpes), et dans les

animés par les acteurs locaux).

20. Voir Olivier Lluansi, « État des lieux et perspectives de l'industrie en France »

Olivier Lluansi¹ insiste sur la nécessité d'instaurer une stratégie industrielle forte et complémentaire à celle de l'Union européenne, en donnant comme exemple l'hydrogène par électrolyse qui pourrait devenir une spécialisation française.

1. Voir Olivier Lluansi, « État des lieux et perspectives de l'industrie en France »

infrastructures de production énergétique (usines de production de batteries ACC à Béthune ou Douai).

Si certaines nouvelles structures sont créées spécifiquement dans le domaine de la transition énergétique, d'autres ont diversifié leurs activités en investissant ce secteur en plus de leurs activités traditionnelles. De nombreux chefs d'entreprise français que nous avons pu rencontrer ont commencé à produire et exploiter de l'énergie au sein de leurs unités (récupération de chaleur fatale, production d'énergie photovoltaïque, etc.), dédiée à leur consommation interne dans une optique de décarbonation. Certains ont témoigné l'envie de devenir des exportateurs nets, permettant ainsi d'allier décarbonation et revenus supplémentaires. À ce jour en France, les initiatives restent surtout cantonnées à l'échelle d'une zone industrielle reposant notamment sur l'échange ou la revente de chaleur fatale à d'autres industries voisines. Des exemples de production d'énergie faiblement carbonée plus ambitieux peuvent être relevés, notamment à l'étranger, comme AustroCel Energy.

Zoom sur AustroCel Energy : de la papeterie à l'énergie

AustroCel Energy est un exemple d'entreprise qui a développé son activité en prenant le virage de la décarbonation, tant dans ses procédés que dans les nouveaux marchés à investir. Fondée il y a plus de 130 ans, l'entreprise AustroCel Hallein, historiquement productrice de pâte à papier, a progressivement développé son activité de bioraffinerie pour devenir l'un des plus grands producteurs d'électricité verte en Autriche. Ancrée localement, l'entreprise utilise le bois d'épicéa résiduel des scieries régionales comme matière première pour sa production de papier et valorise ensuite les résidus et les sous-produits en bioénergie via une centrale de cogénération biomasse sur le site. Les écorces et la poussière de bois sont recyclées, et les déchets de cellulose valorisés en bioéthanol. En 2020, AustroCel Hallein a ainsi fourni environ 100 000 MWh d'électricité verte et 110 000 MWh de chauffage urbain au réseau public. L'efficacité énergétique et l'économie circulaire sont le cœur du modèle économique et des priorités d'innovation de l'entreprise. Elle projette aujourd'hui d'exploiter un nouveau gisement en valorisant la cellulose de textiles, non réparables ni recyclables, sur le territoire, en bioéthanol.

II. Les systèmes énergétiques locaux, un levier pour le développement du secteur industriel local

Énergie décarbonée locale : nouvel atout pour les villes moyennes ?

L'exploitation de nouvelles sources d'énergie décarbonée est expérimentée à l'échelle infranationale, notamment dans des bassins de vie des villes moyennes. Nous l'avons vu, certaines sources d'énergies décarbonées deviennent compétitives. Or, certaines sont d'autant plus rentables qu'elles sont développées et consommées localement, et non pas réinjectées dans le réseau national. Aussi, de nombreux systèmes énergétiques locaux²¹ ont émergé, et ce à différentes échelles. Autoconsommation collective ou individuelle²², écosystèmes territoriaux, hydrogène²³, réseau de chaleur urbain²⁴ alimenté par de l'énergie locale... sont quelques-uns de ces systèmes énergétiques locaux dont les rayons d'action sont variables, mais qui restent dans tous les cas pertinents à l'échelle d'une zone d'activités. Ces systèmes sont pour beaucoup alimentés par des sources d'énergie non électriques, comme la chaleur et le biogaz, ou certains modes de stockage comme l'hydrogène par électrolyse. Or, ces énergies peuvent être particulièrement intéressantes pour la décarbonation de l'industrie, car une partie des processus industriels sont difficilement électrifiables.

21. Voir définition en introduction

22. On distingue : l'autoconsommation individuelle, où le consommateur produit lui-même l'électricité qu'il consomme de l'autoconsommation collective, où plusieurs consommateurs s'associent avec un ou plusieurs producteurs pour échanger de l'électricité. Depuis 2015, le régime de l'autoconsommation fait l'objet d'un cadre légal et réglementaire qui a connu de nombreux ajustements. L'arrêté du 21 novembre 2019 fixe le critère de proximité géographique de l'autoconsommation collective étendue en précisant notamment que la distance séparant les deux participants les plus éloignés n'excède pas deux kilomètres.

23. Les écosystèmes territoriaux hydrogène sont des réseaux où l'hydrogène est produit par électrolyse, à partir de sources renouvelables ou bas-carbone, distribuées et utilisées par plusieurs acteurs du territoire partageant les investissements et les risques financiers. Les sites de production peuvent être aussi développés par des entreprises industrielles pour leur propre consommation, puis revendus partiellement au sein du territoire. L'énergie électrique bas-carbone nécessaire à l'électrolyse, plus facilement transportable, peut être produite localement via des installations EnR ou des centrales nucléaires (déjà présentes ou de type SMR).

24. Les réseaux de chaleur, mis en place par les collectivités sur leur territoire notamment afin de chauffer des bâtiments publics et privés à partir d'une chaufferie collective, permettent de mobiliser d'importants gisements d'énergie renouvelable difficiles d'accès ou d'exploitation, notamment en zones urbaines (bois-énergie, géothermie, chaleur de récupération...)

Ces sources d'énergie peuvent voir en effet leur rentabilité considérablement décroître si elles sont consommées loin de leur lieu de production. Ainsi, pour la plupart des biogaz, leur réinjection dans le système centralisé, où est actuellement acheminé le gaz naturel, nécessiterait un processus de raffinage coûteux, avec des risques de déperdition importants. Sans compter que le raccordement n'est pas toujours facile du fait de l'éloignement des unités de production car les méthaniseurs se trouvent souvent sur des parcelles isolées dans des milieux ruraux. Il est plus rentable de le transformer via un procédé dit de cogénération en électricité ou en chaleur, pouvant ainsi être directement réinjectée dans un réseau préexistant de chaleur urbain. De même, l'hydrogène vert a un rayon d'action limité, inférieur à 150 kilomètres : rayon au-delà duquel les coûts de transport deviennent plus importants que les coûts de production. Les coûts de transport et de stockage alors nécessaires pourraient représenter jusqu'à trois fois le coût de l'hydrogène par électrolyse lui-même. Par ailleurs, le développement de certaines technologies comme celle d'Haffner Energy²⁵ produisant de l'hydrogène à partir de biomasse inexploitée peut plaider également en faveur d'un maillage territorial des unités de production.

Zoom sur Gazonor : exploiter une ressource locale en allégeant son bilan carbone

Le gaz de mine, aussi appelé grisou, est notamment présent dans les bassins miniers du nord de la France. La combustion de ce gaz dans un moteur pour produire de l'électricité permet d'éviter le rejet de méthane dans l'atmosphère (qui s'effectue quoi qu'il advienne des galeries minières). Ce n'est en revanche ni une énergie renouvelable ni une énergie verte, car il s'agit bien d'une énergie fossile et sa combustion produit des gaz à effet de serre (du CO₂, 28 fois moins polluant que le méthane). Des recherches sont en cours afin de limiter les émissions de CO₂ et de le transformer dans le processus de cogénération. Il s'agit en outre d'une ressource énergétique locale qui peut se substituer au gaz importé et acheminé depuis des pays lointains, et être dès lors exploitée en circuit court. Dans la région de Béthune, il est exploité par Gazonor, filiale de la Française de l'Énergie. Le gaz, une fois brûlé, est réinjecté sous forme de chaleur dans un réseau urbain préexistant, déjà alimenté par la combustion de déchets. Face à la montée des prix de l'énergie, de nombreuses industries présentes sur le territoire cherchent à bénéficier de cette source d'énergie beaucoup moins coûteuse, ce qui nécessite d'agrandir le réseau de chaleur existant.

Un effet d'entraînement sur le système productif

L'accès à des « systèmes productifs locaux » représente aujourd'hui un avantage, dès lors que l'agglomération d'entreprises à la recherche de coûts de transaction minimaux est aujourd'hui privilégiée par des entreprises, par rapport aux systèmes spatiaux fordistes (intégrés verticalement)²⁶. Ceci suppose seulement

25. Pour plus d'informations sur les activités d'Haffner Energy, se reporter au portrait de ville de Saint-Dizier réalisé par La Fabrique de La Cité, p 18, disponible sur ce lien

26. Cf. théorie des coûts de transaction développée par Ronald Coase et Oliver Williamson

qu'elles puissent s'organiser en groupements. Un phénomène qui peut favoriser l'apparition de *clusters*, créant ainsi des réseaux d'interdépendances entre différentes entreprises. À la recherche d'économies d'échelles, ces agglomérations industrielles, favorisées par la présence d'une source locale d'énergie, pourraient se développer avec la présence d'unités productives ayant des activités similaires ou complémentaires (entreprises de production ou de services, centres de recherche, organismes de formation, centres de transfert et de veille technologique, etc.). Les économies d'échelle, réalisées au niveau des transports et télécommunications en regroupant partenaires et sous-traitants, seraient également réalisées au niveau de l'achat, la production et l'approvisionnement en énergie (production et échange de chaleur entre entreprises, mutualisation d'infrastructures d'énergies renouvelables, partage des coûts pour l'équipement de centrales de production hydrogène par électrolyse, cogestion du réseau local, etc.). Le retour sur investissement de ces infrastructures n'en pourrait être qu'optimisé. Le principe d'écologie industrielle et territoriale²⁷ est à ce titre une application d'économies d'échelle permettant d'optimiser les ressources, y compris énergétiques, dans un principe de transition écologique. De nombreuses initiatives existent en Europe : une des premières a été celle de Kalunborg au Danemark. La France a par la suite développé des systèmes très ambitieux, comme celui de Dunkerque, qui fait aujourd'hui référence sur le continent.

Zoom sur deux initiatives d'écologie industrielle et territoriale : la ville de Kalunborg et l'agglomération de Dunkerque

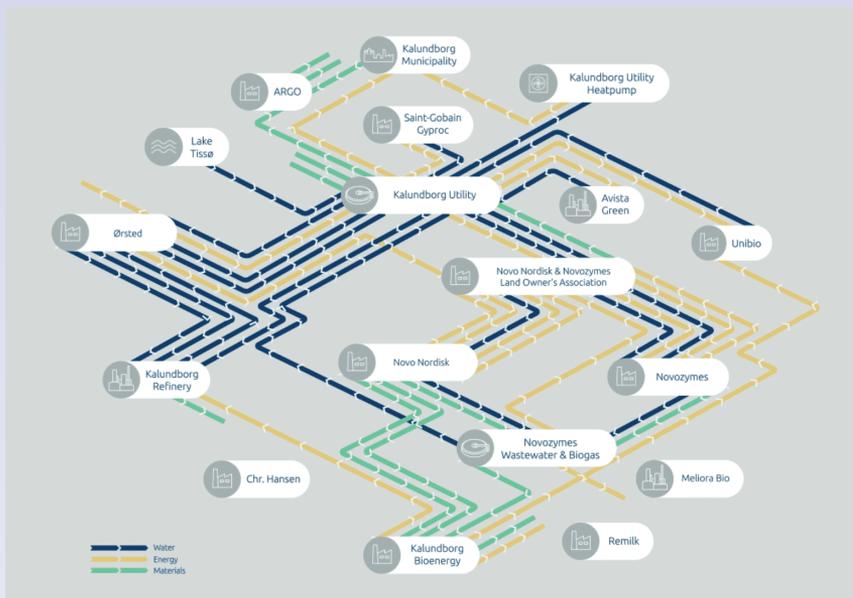
Kalunborg, un modèle d'écologie industrielle depuis les années 1960

La ville de Kalunborg au Danemark (50 000 habitants) est un modèle en matière de zones économiques s'inscrivant dans une démarche d'écologie industrielle. Dès 1961, un système de partenariats entre villes et entreprises s'est développé, qui a permis de mettre en relation les différents besoins et capacités de production des industries du territoire. Reproduisant un système circulaire, les déchets rejetés par chacune d'elle deviennent des ressources ou de l'énergie pour d'autres. Cette coopération permet d'optimiser leurs coûts et de réduire leur impact sur l'environnement. La proximité géographique des acteurs et le contexte territorial jouent un rôle important. L'eau est la ressource centrale dans ce système, grâce à la proximité du lac Tissø. En fonction de son état (chaude ou froide, salée ou non, pure ou souillée, etc.), elle peut être réintroduite dans la production d'une autre entreprise en devenant une matière première ou une source d'énergie. Aujourd'hui, il existe une douzaine d'accords d'échange d'eau entre les entreprises de Kalundborg.

27. Selon la définition donnée par le ministère de la transition écologique et de la transition des territoires, l'écologie industrielle et territoriale « se concrétise par la mise en commun volontaire de ressources par des acteurs économiques d'un territoire, en vue de les économiser ou d'en améliorer la productivité : partage d'infrastructures, d'équipements, de services, de matières, etc. En proposant des solutions territoriales, coopératives et innovantes de gestion des ressources, l'écologie industrielle et territoriale transforme les systèmes de production et de consommation en favorisant les fonctionnements en quasi-boucle fermée. Elle s'inscrit dans la démarche « réduire, réutiliser et recycler » de l'économie circulaire ».

L'agglomération de Dunkerque, un laboratoire de solutions innovantes en matière d'économie circulaire depuis les années 1990

De nombreuses synergies existent entre les entreprises à l'échelle de zones industrielles, mais aussi au sein d'un réseau plus vaste à l'échelle de la ville. L'objectif est selon la collectivité à la fois de décarboner les processus et les activités du tissu industriel, mais aussi de favoriser la compétitivité des entreprises. L'agglomération a mis en place une « toile industrielle », c'est-à-dire un outil qui se base sur la systémique pour permettre aux acteurs locaux de développer des projets de mise en symbiose dans différents domaines, telles l'industrie, l'agriculture et l'énergie permettant d'accélérer la circularité des processus et les économies de ressources. Pour ce faire, l'agglomération a développé une toile énergétique (outil d'aide à la décision permettant de visualiser l'écosystème énergétique du territoire ainsi que les co-produits, énergies et services à valoriser), ainsi qu'une toile agricole et agroalimentaire (outil permettant d'identifier les opportunités de valorisation de déchets agricoles en biométhane et de faciliter la mise en place de circuits courts). Par ailleurs, un réseau d'eau industrielle a été créé dès les années 1970 : il s'agit d'un réseau d'eau non potable, et donc moins onéreux, à usage purement industriel, qui cherche également à développer l'économie circulaire d'eau (par exemple, Aquanord et Dunkerque LNG bénéficient aujourd'hui des eaux chaudes de la centrale nucléaire). Enfin, un réseau de chaleur long de 68 kilomètres a été développé sur le territoire, il est alimenté par la chaleur fatale produite par les sites industriels. Il approvisionne des bâtiments et équipements de la collectivité ainsi que 16 000 logements, permettant ainsi d'éviter 27 000 tonnes de CO2 par an. De multiples coopérations existent entre les entreprises industrielles, dont une des plus emblématiques est la valorisation des laitiers d'ArcelorMittal par Ecocem, entreprise spécialisée dans la production de ciment et de béton bas-carbone.



Les échanges d'eau, d'énergie et de ressources entre les entreprises de Kalundborg.

Source : Kalundborg Symbiosis

Des systèmes énergétiques locaux à la répliquabilité encore incertaine

Les réseaux énergétiques locaux peuvent se révéler compétitifs. Il s'agit notamment des énergies non électriques (biogaz, réseaux de chaleur, etc.) particulièrement rentables dès lors qu'ils peuvent être réinjectés dans un réseau préexistant géré localement, ou certains modes de stockage d'énergie (hydrogène par électrolyse notamment). Concernant l'électricité, la question est plus complexe, car le développement de systèmes locaux doit prévoir le raccordement et les modalités d'échange avec le réseau électrique national, centralisé et géré par des opérateurs nationaux. Certains économistes, comme Jeremy Rifkin, imaginent une gouvernance à l'échelle de la ville avec l'instauration de nombreux réseaux horizontaux de producteurs individuels interactifs et coopératifs, sans circuit centralisé de distribution, lesquels seraient doublés ou court-circuités par des rapports directs entre producteurs individuels et consommateurs.

Cela nécessiterait la mise en place d'un maillage et d'un réseau d'information et d'énergie très fin, permettant un échange avec le voisinage de manière à optimiser la consommation partagée d'énergie. Cependant, le risque de ces systèmes locaux tient à leur lourdeur potentielle et à leur grande complexité de gestion. Bien entendu, il ne s'agit pas de bloquer les initiatives individuelles ou à très petite échelle (autoconsommation individuelle ou collective, avec ou sans restitution dans le système général), dont la gestion peut être intégrée relativement facilement grâce aux « systèmes de pilotage intelligents »²⁸, systèmes dont le développement s'intensifie en France.

Par ailleurs, l'autosuffisance via des systèmes électriques locaux serait loin d'être garantie, surtout pour un territoire industriel par définition très énergivore. En effet, Pierre Veltz et François Gemenne dans une interview commune²⁹ précisent la nécessité de construire un réseau d'énergies renouvelables interconnecté à grande échelle (pays, continent) pour être efficace, du fait de leur intermittence et de l'importance de besoins ponctuels impossibles à satisfaire par une seule agglomération. Par ailleurs, développer de grands sites de production d'électricité renouvelable centralisée – champs photovoltaïques, éoliennes en mer, etc. – permet de profiter d'une baisse des prix (économie d'échelle) et d'infrastructures de transport installées (réseau haute tension). Il reste donc à ce jour optimal de maintenir une gestion à grande échelle (nationale, européenne) de l'électricité, et de développer les réseaux locaux (infranationaux) pour les autres sources d'énergie pour le stockage de l'énergie.

28. Les « systèmes de pilotage intelligents » visent le partage énergétique entre les différents réseaux, le stockage, l'effacement, le pilotage des consommations/ productions.

29. Voir F. Gemenne et P. Veltz (2022), « Sortir des énergies fossiles le plus vite possible », *Urbanisme*, n°248



Ferme photovoltaïque en Irlande

Crédits : Francis Vigouroux

Une opportunité supplémentaire de réindustrialisation pour certaines villes moyennes.

Les réseaux d'énergie locaux pourraient favoriser certains territoires non métropolitains : moins denses (moins de concurrence énergétique) et plus proches des ressources. En effet, les intrants permettant de synthétiser des biogaz qui résultent de la méthanisation de déchets fermentescibles qui sont pour beaucoup issus d'espaces agricoles ou naturels (marais, lacs). De même, les gisements de gaz de récupération pouvant faire l'objet de cogénération se trouveront avant tout dans des espaces peu urbanisés. Nous avons pu constater d'ailleurs que de nombreux systèmes énergétiques locaux, intégrant une approche systémique d'écologie industrielle et territoriale, se sont surtout développés dans des villes moyennes (en témoignent les exemples des villes de Kalunborg, Béthune et Dunkerque cités précédemment). En revanche, ces dispositions ne sont pas suffisantes. Elles doivent être associées à d'autres conditions pour permettre le (re)développement industriel : la proximité d'infrastructures de transport et la présence d'un gisement de compétences sont notamment deux atouts indispensables. Ainsi, certaines villes moyennes bénéficient, par leur culture industrielle, de compétences spécifiques sur leur territoire. Quant à la présence ou la perspective d'installation d'infrastructures de transport diversifiées et performantes (gares TGV, autoroutes, etc), elles sont déterminantes pour la vitalité économique des villes moyennes.

Aussi, ces atouts additionnés pourraient faire des villes moyennes des territoires particulièrement attractifs pour les industriels. Il est d'ailleurs intéressant de mettre ces éléments en relation avec l'attrait qu'exercent aujourd'hui

les petites et moyennes villes³⁰, alors même que les industriels rencontrent de grandes difficultés de recrutement, et ce dans toute la France. Si les intentions des Français se concrétisent, cela pourrait d'autant plus consolider le gisement de compétences des villes moyennes.

Un risque de créer de nouvelles fractures territoriales ?

Les inégalités de ressources pourront conduire à de grands déséquilibres entre les régions, bassins de vie, etc. qui produisent de l'énergie et les autres. L'émergence d'organisations collectives volontaires s'appropriant des ressources énergétiques pose donc la question de leur contribution à la solidarité nationale pour éviter ce qui pourrait s'apparenter à une forme de « transition à deux vitesses ». François Gemenne et Pierre Veltz³¹ précisent d'ailleurs que cela pourrait conduire à une forme « d'autarcie », et de repli « de certains territoires » sur eux-mêmes, en fonction de leurs caractéristiques géographiques, ce qui serait dangereux politiquement. L'uniformisation des tarifs domestiques d'électricité, au contraire, constitue le socle d'une solidarité énergétique française à l'échelle nationale, selon François-Mathieu Poupeau³². Par ailleurs, afin d'éviter de trop grandes disparités dans les territoires, il pourrait être envisagé que les énergies ou modes de stockage d'énergie produits dans le cadre de ces systèmes locaux (biogaz, hydrogène, chaleur, etc.) soient prioritairement réservés au secteur productif industriel pour lequel l'électrification pourrait s'avérer complexe.

30. La seconde édition du baromètre des villes moyennes de La Fabrique de La Cité réalisée fin 2022 confirme les tendances observées lors de la première édition (fin 2020), c'est-à-dire l'aspiration des Français à un idéal de vie au calme, dans un environnement naturel et préservé, loin de la grande ville et de ses désagréments : promiscuité, coût de la vie et insécurité... L'attractivité d'un territoire est inversement proportionnelle à sa densité. En deux ans, l'attrait des petites villes et agglomérations (moins de 20 000 habitants) se renforce encore : elles constituent un lieu de vie aspirational pour un Français sur deux (en progression de plus de 10 points), quel que soit leur âge. 30 % de leurs habitants disent d'ailleurs davantage envisager qu'avant le covid-19 de quitter leur lieu de vie, contre 23 % des habitants des villes moyennes et seulement 13 % des petites villes et zones rurales. Pour consulter le détail du baromètre, se reporter au site de La Fabrique de la Cité.

31. Cf. article cité précédemment.

32. F.-M. Poupeau (2007), « La Fabrique d'une solidarité nationale », *Revue française de science politique*, vol. 57, n°5, p. 599-628

III. Vers une révolution industrielle centrée sur le « local » ?

Révolution industrielle et innovation énergétique : un couple historique

Les révolutions industrielles³³ ont toujours été basées sur une innovation énergétique majeure : la première, née de l'invention de la machine à vapeur au XVIIIe siècle avec l'extraction du charbon ; la deuxième, au XIXe siècle, alimentée par l'électrification permettant la mécanisation des processus avec l'utilisation du pétrole. Les révolutions industrielles que nous avons connues se sont appuyées sur une innovation de matières premières (charbon puis pétrole), qui ont pu jouer le rôle d'innovation de rupture à l'origine de grappes d'innovation, selon la théorie de Schumpeter³⁴.

La théorie de la destruction créatrice et des grappes d'innovation de Joseph Schumpeter

Selon Joseph Schumpeter, le progrès technique est au cœur de l'économie et les innovations apparaissent en essaims. Des cycles industriels apparaissent où, après une innovation majeure, l'économie entre dans une phase de croissance (créatrice d'emplois), suivie d'une phase de dépression (destruction d'emplois), où les innovations chassent les entreprises « dépassées ». La « destruction créatrice » est la caractéristique du système capitaliste qui résulte du caractère discontinu des innovations.

Il lie une révolution industrielle à une innovation de « rupture », résultant d'un progrès technologique majeur, qui intervient à la suite d'une phase de récession. Cette innovation serait à l'origine de plusieurs autres innovations, les « grappes d'innovations », c'est-à-dire des périodes données durant lesquelles des innovations portent leurs fruits et engendrent d'autres innovations, qui facilitent ainsi la production et génèrent de nouveaux marchés conduisant à une révolution industrielle. Il distingue cinq types d'innovation : l'innovation de produits, de procédés, de modes d'organisation, de débouchés et de matières premières. Cette dernière catégorie inclut les sources d'énergie primaires, qui peuvent elles-mêmes être à l'origine ou être liées à de nouvelles innovations.

33. Plus qu'une époque, on désigne par « révolution industrielle » un ensemble de phénomènes qui ont accompagné, à partir de XVIIIe siècle, la transformation du monde moderne par le développement du capitalisme, de la technique, de la production et des communications. Il est à noter que ce concept est aujourd'hui discuté par certains historiens et économistes qui contestent la validité scientifique de cette expression.

34. Voir notamment : Joseph Schumpeter, « Les cycles des affaires », 1939.

L'exploitation de nouvelles énergies est-elle vraiment une innovation de rupture ?

Peut-on aujourd'hui considérer qu'une innovation de rupture énergétique est en train d'émerger, avec les énergies vertes et renouvelables ? Il semble complexe de répondre par l'affirmative. D'abord parce qu'il est délicat d'identifier une seule matière première à l'origine de cette révolution, à supposer même que l'on puisse considérer ces ressources (vent, soleil, biomasse, etc.) comme des matières premières (exception faite du minerai à l'origine de l'énergie nucléaire). Le fait que dans le cas présent il n'existe pas une, mais des matières premières révèle plus une incertitude quant à notre avenir énergétique qu'une révolution : davantage que des technologies de rupture, il s'agit de technologies de remplacement, plus ou moins mûres, plus ou moins rentables, plus ou moins polyvalentes. En effet, nous sommes davantage dans l'expectative d'énergies qui pourraient, au mieux, être aussi compétitives et permettraient des usages aussi polyvalents que le pétrole. Il ne s'agit pas aujourd'hui d'envisager la mise en place de technologies pouvant surpasser la source d'énergie précédemment utilisée, comme le pétrole l'avait fait pour le charbon.

Une troisième révolution industrielle ancrée sur une innovation énergétique est peu probable

Les systèmes énergétiques locaux couplés à un réseau électrique décarboné et centralisé sont des moyens de production pouvant avoir un effet levier sur l'industrie, a fortiori dans les villes moyennes. Pourtant, le recul semble insuffisant pour les qualifier d'innovations de rupture à l'origine d'une révolution industrielle. Certes, la thèse d'une troisième révolution industrielle est développée par certains économistes, elle s'amorcerait prochainement selon certains ou serait déjà en cours selon d'autres³⁵. Jeremy Rifkin³⁶, un des meilleurs ambassadeurs de cette théorie, fait de l'échelon territorial le terreau de cette révolution. En effet, cette révolution résulterait du développement nécessairement conjoint d'innovations dans les Nouvelles Technologies de l'Information et de la Communication (NTIC) et d'un nouveau système énergétique de production, décentralisé, notamment porté par le développement des énergies renouvelables (abandon du nucléaire, nouvelles minicentrales de production alimentées par des énergies renouvelables couplées à l'installation d'équipements de stockage d'énergie à l'échelle d'un bâtiment ou de zones d'activités, développement de *smart grids* connectant les réseaux énergétiques et électriques, etc.). Cette théorie replace au centre du jeu les acteurs locaux, y compris les particuliers. Cependant, la thèse de Jeremy Rifkin a pu être décriée à la fois pour sa difficulté de réalisation (capacité de production d'énergie massivement décentralisée, mise en œuvre reposant sur un souhait

35. Le phénomène serait déjà en cours selon d'autres chercheurs ou acteurs opérationnels comme François Caron. Selon eux, cette révolution aurait débuté à la fin du XXe siècle, notamment grâce au développement des NTIC, ouverte notamment par les progrès de l'informatique permettant l'automatisation.

36. Rifkin, J., (2011), "*Third Industrial Revolution*", Griffin, Basingstoke, 302 p.

collectif et partagé de bouleversement des valeurs du capitalisme) ; ses imprécisions notamment en matière de gouvernance (gestion du système décentralisé à partir des réseaux électriques intelligents, ou *smart grids*) ; son modèle économique (gestion par des particuliers ou de petites entreprises qui pourraient être à terme absorbées par de grands groupes)³⁷. Elle renvoie donc à la difficulté de généraliser les systèmes électriques locaux.

Mais la décarbonation peut engendrer d'autres innovations non technologiques, où les échelles nationales et infranationales sont centrales

Si le recul est aujourd'hui insuffisant pour parler de révolution industrielle, autour de la décarbonation, il est certain que les bouleversements que connaît aujourd'hui l'industrie conduisent à différents types d'innovations. Des signaux faibles montrent de réels changements en matière de modes de consommation, qui se concentrent davantage sur des produits nationaux ou infranationaux (régionaux notamment). Cet élément nouveau peut être rattaché aux innovations commerciales³⁸ théorisées par Joseph Schumpeter. La volonté de rapprochement entre centre de production et centre de consommation pourrait favoriser la création d'entreprises et la réimplantation d'industries en France. Afin d'être au plus près du consommateur et dans une logique de régionalisation des chaînes de valeur, il est également possible d'envisager la multiplication de petites unités de production qui mailleraient le territoire français (à l'échelle régionale par exemple). A ce sujet, Olivier Lluansi réaffirme la capacité de la France à se réindustrialiser, si un travail est fait sur la stimulation de la demande en faveur du *made in France*, fondé sur des arguments d'emplois créés et sur des critères écologiques. À partir d'initiatives entrepreneuriales (il cite à ce titre des entreprises comme Le Slip Français ou Bob le Lave-vaisselle), un écosystème peut se développer soit horizontalement (autour d'un produit), soit verticalement (autour d'une filière).

La relocalisation de l'entièreté des chaînes de production en France est peu probable à court terme. Toutefois, la géographe Anaïs Voy-Gillis³⁹ considère qu'un retour dans le pays des unités d'assemblage est possible, à la différence d'usines de production de masse, comme les semi-conducteurs. Ces petites unités d'assemblage plus compactes généreront moins d'emplois, mais permettront de répondre à une demande locale en maillant relativement finement le territoire français, et ce pour différentes raisons : sécurisation de l'approvisionnement, meilleure garantie des délais, réduction des coûts cachés, meilleure maîtrise des coûts

37. Voir à ce sujet : Rifkin, entre rêves et prédictions, Michel Pierre dans *L'Économie politique* 2013/2 (n° 58), pages 105 à 112

38. L'innovation commerciale se retrouve également dans l'invention de nouvelles manières de vendre ou de promouvoir un produit. Par exemple, la vente en porte à porte, par e-commerce ou encore les grands magasins sont des exemples d'innovation dans la manière de commercialiser.

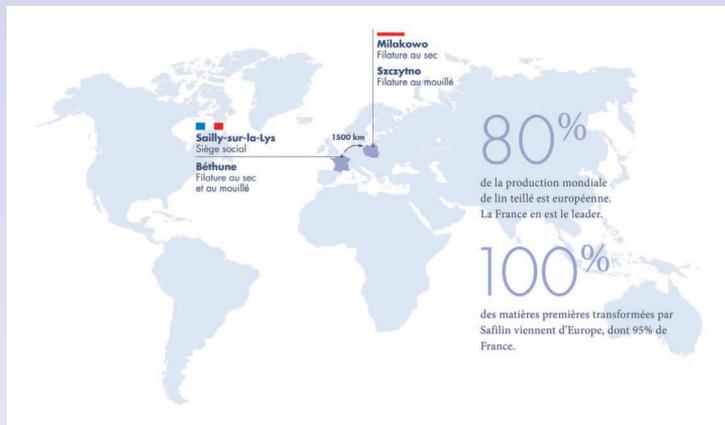
39. Voir les replays des tables rondes des rencontres des villes moyennes de Saint-Dizier, organisées par La Fabrique de la Cité, sont disponibles sur sa chaîne Youtube.

Industrie et énergie : un couple gagnant pour les territoires français ?

de production et de possession, réponse aux évolutions de la demande (volonté de sur-mesure), mais surtout, économie des coûts de transport en favorisant les circuits courts. Aussi, au lieu de repousser toujours plus loin les distances entre production et consommation, elle appellerait de ses vœux à un resserrement des échelles au profit d'une réindustrialisation des territoires. Sur cette question, les villes moyennes seraient particulièrement gagnantes dans la mesure où elles pourraient mailler suffisamment finement l'Hexagone, tout en couvrant un bassin de consommation d'une taille conséquente.

Zoom sur l'entreprise Safilin : le retour en force du *made in France*

Safilin, entreprise de filature de lin créée en 1778 à Saily-sur-la-Lys près de Béthune, s'est réimplantée sur le territoire après avoir fermé l'usine française en 2000. En effet, elle avait délocalisé sa production en Pologne, mais a annoncé en 2021 son retour à Béthune avec la création d'une nouvelle unité de production. L'entreprise a été guidée par le désir d'aller vers du *made in France*, qui séduit aujourd'hui de plus en plus de consommateurs, de favoriser l'utilisation de circuits courts et de réduire ses coûts logistiques. Tout en conservant une grande partie de ses unités de production en Pologne, elle a décidé d'implanter à Béthune un site permettant la production de fils destinés à l'habillement et à l'ameublement. Actuellement, elle compte 500 collaborateurs, dont une centaine sur le territoire français. La filature était la seule étape manquante dans l'Hexagone pour réaliser des vêtements en lin 100 % produits en France, et ceci alors que la France est de très loin le plus gros producteur mondial de cette fibre.



Les implantations de Safilin dans le monde.

Source : Safilin

Une « bifurcation » industrielle et sociétale nécessaire

Les innovations commerciales que nous venons de décrire bouleversent nos manières de consommer en remettant en cause le système mondialisé. Certains chercheurs considèrent que la crise climatique actuelle doit plutôt conduire à revoir le contenu de la croissance, ce qui conduirait à remettre en question autant les objectifs que les moyens de production, à la différence des précédentes

révolutions industrielles (basées sur le principe de produire plus loin, plus vite et à moindre coût). Le philosophe Dominique Bourg affirme que la révolution industrielle telle que Jeremy Rifkin l'entend ne serait plus adaptée aux enjeux écologiques, notamment du fait de la finitude des ressources et de l'ampleur de la consommation nécessaire à ce « *capitalisme soi-disant immatériel* »⁴⁰. Par ailleurs, en attendant que la transition énergétique soit achevée, nous permettant de produire dans les mêmes quantités qu'aujourd'hui grâce à une énergie décarbonée (et dans l'hypothèse où ce pari serait possible), il est important de dégager des gisements de sobriété dans la consommation comme la production, afin de respecter les accords de Paris et permettre l'approvisionnement de tous les secteurs.

Plus qu'une transition et plutôt qu'une révolution, il s'agit donc pour Pierre Veltz d'opérer une « bifurcation »⁴¹, cette dernière proposant un défi plus sociétal que technique. En effet, il considère que la clé la plus efficace consiste à modifier radicalement nos modes de vie. Devant les incertitudes de la production énergétique et en raison des impératifs climatiques, l'avenir industriel de la France doit s'orienter vers de nouveaux régimes de sobriété, autant sur le « quoi produire » que le « comment produire », et ce sur trois niveaux : une sobriété individuelle (manger moins de viande, être plus mesuré dans ses achats de vêtements, etc.), une sobriété systémique liée aux contextes d'organisation de nos sociétés (nécessité de développer des pistes cyclables pour favoriser le vélo), et enfin une sobriété globale, jouant sur les priorités mêmes de nos économies (il cible notamment les domaines de la santé, l'alimentation, l'éducation, les loisirs, la sécurité, la mobilité et du logement). Pierre Veltz appelle de ses vœux à s'orienter vers une « économie humano-centrée », pouvant relancer la croissance, ou tout au moins accompagner la transition écologique de nos économies, en permettant de satisfaire des aspirations humanistes. En ce sens, ce type d'économie, qui doit désormais s'envisager à l'échelle nationale, existe déjà largement à l'échelle des collectivités territoriales : le cadre de vie, les usages, les services publics, etc. qui sont au cœur des préoccupations des élus locaux. Si le tout-local est une impasse selon Pierre Veltz face à la crise climatique mondiale, le territoire a un grand rôle à jouer dans cette « bifurcation », car il est un moyen puissant de susciter l'innovation, de fédérer les énergies et de mettre la société en mouvement.

40. D. Bourg, J. Decarsin, A. Gras, F. Jarrige, J-F. Hérouard, H. Kempf, F. Lemarchand, N. Mamère, A. Sinai et H. Tordjman, « La Troisième Révolution » de Rifkin n'aura pas lieu », Libération, 21 octobre 2014 (lire en ligne [archive])

41. « Bifurcations. Réinventer la société industrielle par l'écologie », Pierre Veltz, Éditions de l'Aube, 2022.

En s'appuyant sur la thèse de chercheurs, la parole de professionnels, les actions politiques déjà engagées, les différentes questions et hypothèses soulevées dans cet article doivent permettre d'ouvrir et d'alimenter le débat. Elles nécessitent bien évidemment d'être creusées, en commençant par établir les conditions de répliquabilité des différentes initiatives observées. Sont-elles faciles à démultiplier ? L'énergie décarbonée restant pour l'instant limitée, dans quelle mesure les montages locaux pourront-ils répondre à la totalité des besoins énergétiques des industriels ? Nous pouvons d'ores et déjà apporter quelques éléments de réponse. Si les territoires français ne sont pas tous égaux en matière de ressources énergétiques, les systèmes énergétiques locaux peuvent se développer, même sans gisements de ressources naturelles particuliers : l'exemple de la chaleur fatale montre que ces systèmes peuvent s'appuyer sur des principes d'écologie industrielle et territoriale favorisant le réemploi de ressources produites notamment par les entreprises. Ils constituent de vrais atouts selon tous les industriels interrogés dans le cadre de notre étude, d'autant plus face aux impératifs de décarbonation et à la fluctuation des cours de l'énergie. En revanche, sauf peut-être pour des territoires très spécifiques bénéficiant de gisements énergétiques importants, ces systèmes ne peuvent pas, en l'état actuel, répondre aux besoins de tous les industriels du périmètre qu'ils couvrent (souvent une ville), et doivent s'inscrire en complémentarité d'un réseau national électrique.

Par ailleurs, les inégalités que pourrait générer la mise en place d'un tel système peuvent interroger : risquent-elles d'accentuer la fracture sociale et de creuser les disparités sur l'ensemble du territoire ? Il est probable que certains bassins de vie seront privilégiés au détriment d'autres, ce qui plaide pour conserver, en plus des systèmes locaux, un réseau national qui garantirait une tarification unique pour les particuliers. Enfin, la vulnérabilité de ces montages est également en question : face à la possible récurrence des crises énergétiques, de quelle capacité d'anticipation disposons-nous et sous quels délais pourrons-nous produire une énergie décarbonée compétitive, pour éviter la délocalisation ou fermeture d'entreprises ? Cela questionne notamment l'importance des investissements à mettre en place, et par là-même, la priorisation des politiques nationales, comme des politiques locales.

Néanmoins, la réindustrialisation en France ne pourra pas uniquement s'appuyer sur des avancées technologiques, pour certaines attendues, mais encore incertaines ou trop peu matures. La compatibilité du modèle économique actuel avec la tenue de l'accord de Paris (2015) est remise en question. Un changement doit intervenir dans nos modes de production, de consommation, mais aussi d'organisation et de gouvernance : c'est là que les acteurs locaux ont très certainement un rôle central à jouer.

Bibliographie

- Aghion, P., (2023), *Le pouvoir de la destruction créatrice*, Odile Jacob
- Aglietta, M., (1976), *Régulation et crises du capitalisme*, Odile Jacob
- Artus P., (2022), « Le choc énorme que subit la zone euro », *Flash Economie Natixis*, n°761
- Bourg, D., Decarsin, J., Gras, A., Jarrige, F., Hérouard, J., Kempf, H., Lemarchand, F., Mamère, N., Sinaï A., et Tordjman, H., (2014), « La Troisième Révolution de Rifkin n'aura pas lieu », *Libération*,
- Boyer R., (1986), *La théorie de la régulation : une analyse critique*, La Découverte
- Caron, F., (2000), « Troisième révolution industrielle et nouvelle économie », *Le Débat*, vol. 112, n° 5, pp. 27-38.
- Carré D., Levratto N. et Frocain P., (2019), *L'étonnante disparité des territoires industriels, comprendre la performance et le déclin*, Presses des Mines
- Coase, D., (1987), « La nature de la firme », *Revue française d'économie*, vol. II/1, pp. 133-163
- Cohen, E., (2022), *Souveraineté industrielle, vers un nouveau modèle productif*, Odile Jacob
- Gemenne, F., et Veltz, P., (2022), « Sortir des énergies fossiles le plus vite possible », *Urbanisme*, n°248
- Lluansi O., (2022), *Etat des lieux et perspectives de l'industrie en France*, <https://www.youtube.com/watch?v=5Nlc4XkGkuc>
- Pierre, M., (2013), « Rifkin, entre rêves et prédictions », *L'Économie politique*, n°58, pp. 105-112
- Pisani-Ferry, J., Mahfouz, S., (2022), « L'action climatique : un enjeu macroéconomique », *La note d'analyse France Stratégie*, n°114
- Poupeau, F., (2007), « La fabrique d'une solidarité nationale : État et élus ruraux dans l'adoption d'une péréquation des tarifs de l'électricité en France », *Revue française de science politique*, vol. 57, n°5, pp. 599-628
- Quirion, P., (2023), « Une électricité 100 % renouvelable, est-ce ruineux ? », Philippe Boursier éd., *Écologies. Le vivant et le social. La Découverte*, pp. 573-579
- Rifkin, J., (2012), *La troisième révolution industrielle : Comment le pouvoir latéral va transformer l'énergie, l'économie et le monde*, Les Liens Qui Libèrent
- RTE, (2022), *Futurs énergétiques 2050*
- Schumpeter, J., (1939), *Les cycles des affaires*
- Veltz, P., (2021), *L'économie désirable. Sortir du monde thermo-fossile*, Seuil
- Veltz, P., (2022), *Bifurcations. Réinventer la société industrielle par l'écologie*, Editions de l'Aube
- Voy-Gillis A., Lluansi O., (2020), *Vers la renaissance industrielle*, Broché
- Williamson O., (1994), *Les institutions de l'économie*, Inter-éditions

Remerciements

Nous tenons particulièrement à remercier les relecteurs de cette note, sans qui elle n'aurait pas pu voir le jour : François Bost, Nicolas Dattez, Thomas Grejbine, et Yves-Laurent Sapoval. Nous souhaitons également remercier les différents chercheurs, élus et experts avec qui nous avons pu nous entretenir dans le cadre de cette étude et qui ont enrichi notre réflexion : Jean-Christophe Fromantin, Rollon Mouchel-Blaisot, Pierre Veltz, Josquin Vernon, et Anaïs Voy-Gillis. Enfin, cette note n'aurait pu paraître sans les nombreux acteurs locaux (élus, industriels et acteurs associatifs) avec qui nous avons pu nous entretenir dans les territoires de Béthune, du Creusot et de Saint-Dizier (Les portraits de territoire de ces villes produits par La Fabrique de la Cité et disponibles sur son site internet.)

Design graphique : Nicolas Taffin

Mise en page : Agathe Ducellier

La Fabrique de la Cité est le think tank des transitions urbaines.

Elle réunit acteurs et experts de toutes disciplines et de tous horizons géographiques pour identifier et comprendre les enjeux économiques, sociaux et écologiques des villes. Elle s'appuie sur les expertises des membres de son comité d'orientation pour définir un programme annuel de débats, de rencontres, d'études de terrain et de travail documentaire.

Attentive aux meilleures pratiques françaises et internationales, La Fabrique de la Cité observe les équilibres et les dynamiques propres aux territoires, met en lumière des initiatives inspirantes, clarifie les controverses et soumet au débat public des propositions de nouveaux modèles de développement des villes.

Créé en 2010 par le groupe VINCI, son mécène, La Fabrique de la Cité est un fonds de dotation et porte, à ce titre, une mission d'intérêt général. Toutes ses productions sont accessibles sur son site web.

Comité d'orientation

Jean Bernard Aubry, Professeur en droit public, Sciences Po · **Etienne Achille**, Inspecteur général, Ministère de l'agriculture · **Olivier Badot**, Professeur ESCP Europe · **Isabelle Barraud-Serfaty**, Consultante et experte en économie urbaine, ibicity · **Pascal Berteaud**, Directeur général, CEREMA · **André Broto**, Ancien directeur de la stratégie et de la prospective, VINCI Autoroutes · **Timo Cantell**, Directeur du département « Urban research and statistics », Ville d'Helsinki (Finlande) · **Pierre Coppey**, Directeur général adjoint, VINCI · **Yves Crozet**, Economiste et membre, Laboratoire Aménagement Economie Transports (LAET-CNRS) · **Julien Damon**, Professeur associé, Sciences Po · **Didier Deschanel**, Directeur de programme E-Cube et de l'innovation, Eurovia · **Virginie Dumoulin-Wieczorkiewicz**, Directrice de cabinet, Secrétariat d'Etat à la Biodiversité · Ministère de la Transition Ecologique · **Pierre Duprat**, Directeur de la communication, VINCI · **Mathieu Flonneau**, Historien des mobilités et enseignant-chercheur, Université de Paris I

Panthéon-Sorbonne · **Finn Geipel**, Co-fondateur, Cabinet d'architecture Lin · **Robert Herrmann**, Consultant · **François-Brice Hincker**, Directeur de la communication, VINCI Autoroutes, Cofiroute et Fondation VINCI Autoroutes · **Sandra Lagumina**, Deputy CEO, Meridiam · **Armelle Langlois**, Directrice Pôle Performance Durable, VINCI Construction France · **Michèle Laruë-Charlus**, Conseil en projet urbain, Laruë-Charlus Conseil · **Anne Le Bour**, Directrice de la communication, VINCI Concessions · **Charles-Eric Lemaignan**, Vice-président, Orléans Métropole · **Tim Lorenz**, Directeur général, Eurovia Allemagne · **Nicolas Matchou**, Président du Conseil d'Administration, Citelum · **Guillaume Malochet**, Directeur du marketing et de la communication, VINCI Construction · **David Mangin**, Urbaniste, Cabinet SEURA · **Ariella Masboungi**, Architecte urbaniste, Grand Prix de l'urbanisme 2016 · **Jean Mesqui**, Président, Union routière de France · **Nicolas Minvielle**, Professeur de Marketing, Design et Création, Audencia Nantes

· **Frédéric Monlouis-Félicité**, Auteur et entrepreneur · **Denis Pingaud**, Président, Balises · **Ben Plowden**, Coordination Director, Covid-19 Restart and Recovery Programme, Transport for London · **Yves-Laurent Sapoval**, Architecte et Urbaniste Général de l'Etat · **Lucile Schmid**, Présidente, La Fabrique Ecologique · **Isabelle Spiegel**, Directrice de l'environnement, VINCI · **Patrick Supiot**, Directeur Général en charge de l'immobilier d'entreprise et de l'aménagement, VINCI Immobilier · **Nicolas Vanbremeersch**, Président, Spintank · **Arjan Van Timmeren**, Professeur en urbanisme, Université de technologie de Delft · **Laurent Vigneau**, Directeur de l'innovation, Artelia Ville & Transport · **Julien Villaloungue**, Directeur, Leonard · **Scott Wardrop**, Président-directeur général, Eurovia UK.



ISBN : 978-2-494692-01-5
Dépôt légal avril 2023
Imprimé en France

La Fabrique de la Cité
6, place du colonel Bourgoïn
75012 Paris – France

contact@lafabriquedelacite.com
<https://lafabriquedelacite.com>
Twitter @FabriqelaCite
Linkedin @FabriqelaCite