

Mai 2014
N° 633



La revue des Arts et Manufactures

Centraliens

Dossier

Lire page 16

L'économie verte

le temps des ingénieurs



Centralien du mois
Élie Girard (01)

Lire page 8

Nancy : Hommage à Antonin Daum,
Centralien de l'année 2014

Lire page 6

L'économie verte le temps des ingénieurs

Sommaire

- p 15 Économie verte :** Nécessité pour la planète, champ pour l'innovation, nouvelle composante de la compétitivité
- p 16 Débloquer l'investissement privé** pour soutenir la croissance verte, par Simon Upton, directeur environnement de l'OCDE
- p 20 Tissu économique et éco-innovation** pour la consommation et la production durables, par Arab Hoballah et Elisa Tonda, Programme des Nations unies pour l'environnement (PNUE)
- p 22 Tribune libre de Denis Baupin (84),** député Europe Écologie Les Verts et vice-président de l'Assemblée nationale
- p 25 Combiner innovation et développement durable,** par Clara Kayser-Bril
- p 28 En route vers l'éco-économie,** par Benoit de Guillebon (78)
- p 30 Les enjeux de la croissance verte** pour les villes, par Rémi Dorval (74)
- p 33 Stratégie et bonnes pratiques,** par Jean-Louis Jourdan, directeur du développement durable de la SNCF
- p 35 L'économie verte appliquée au domaine de l'eau,** par Vincent Darras (93)
- p 37 Bazancourt-Pomacle en Champagne :** l'innovation au cœur d'un complexe agro-industriel, par Dominique Pareau (74), Marie Loyaux et Jean-Marie Chauvet
- p 40 La certification** pour mettre en œuvre des équilibres gagnant-gagnant, par Marc Boissonnet (86) et Baudouin Hue
- p 42 Croissance verte et financement** de la transition énergétique, par Pascal da Costa, économiste à l'École Centrale Paris
- p 44 Changer de gouvernance,** par Denis Zandvliet (79)

Nécessité pour la planète, champ pour l'innovation, nouvelle composante de la compétitivité

Le groupement professionnel « QSE Performance durable » s'est donné comme objectif d'explorer les liens entre les activités des ingénieurs, l'entreprise, l'économie et le développement durable. Il ne s'agit pas pour nous d'avoir une approche globale et théorique, mais de voir comment cette préoccupation peut s'inscrire dès maintenant dans l'activité des entreprises et des ingénieurs. C'est ainsi que ce dossier sur l'économie verte est né du travail d'une équipe : Céline Derrien, Jacques Millery, Jean Desrousseaux, Sylvain Boucherand et moi-même.

Notre modèle de développement technico-économique subit une triple crise : crise financière conjoncturelle mais aussi crise du modèle économique ; crise environnementale et crise de ressources ; crise sociale dans l'emploi et la croissance des inégalités. Dans un monde de bientôt 9 milliards d'habitants, dans un monde où les pays émergents qui abritent une large part de la population mondiale connaissent une croissance importante, il est nécessaire de trouver un nouveau modèle de développement qui offrira à nos sociétés une réelle résilience. La réponse à ce défi ne se pose pas en termes de croissance ou de décroissance économique, mais de création de valeur sociale, valeur des produits et services pour un développement humain respectant les limites de la biosphère terrestre.

Si les objectifs d'un tel développement peuvent être décidés par la société, portés par les politiques, la mise en œuvre effective est le travail des ingénieurs qui maîtrisent les techniques et l'économie de la production et doivent proposer des produits et des services répondant à ces objectifs.

Le concept d'économie verte est apparu dans le débat public pendant les années 2000. Il s'agissait de voir comment la composante environnement du développement durable pouvait être mise en œuvre en pratique dans l'économie. Le Programme des Nations unies pour l'environnement (PNUE) s'intéressait en priorité aux technologies permettant de réduire l'impact environnemental. L'OCDE, progressivement consciente de la pression anthropique sur le climat, sur l'eau, sur la biodiversité ainsi que sur les ressources naturelles, cherchait à conjuguer croissance économique et réduction de l'impact environnemental sans tomber dans un modèle de décroissance récessif. La crise économique de 2008 a changé les perspectives concernant l'économie verte. Est-il possible d'imaginer des plans de relance fondés sur la mise en place d'une économie verte, comme le proposait alors la Corée du Sud, conjuguant ainsi sortie de crise économique et transition du modèle technique et économique ?

Ces approches se sont ensuite intégrées dans la préparation du sommet sur le développement durable de Rio+20 (2013). À l'approche du PNUE centrée sur les technologies vertes se sont progressivement ajoutées des réflexions sur le développement global, l'emploi, la réduction des inégalités et de la pauvreté. Ces préoccupations ont trouvé un écho dans tous les pays, qu'ils soient directement affectés par la crise financière, la concurrence avec les pays émergents, pour ces derniers concernés par leur développement, et pour les pays les moins avancés focalisés sur la sortie de la pauvreté.

Dans un monde économique ouvert, l'économie verte est en perspective le vrai sujet d'innovation et de compétitivité, mais aussi de pérennité des économies.

Nous avons reçu de nombreuses contributions, ce qui nous a conduits à séparer notre dossier en deux parties : une première donne les éléments du cadre de l'économie verte, et quelques pistes technologiques. Une

seconde à paraître en juillet 2014 examinera plus précisément la mise en œuvre pratique, éclairée par une approche de l'économie de fonctionnalité.

Le cadre général de l'économie verte a donné lieu à de nombreux travaux dont on trouvera les références dans les contributions de Simon Upton, de l'OCDE, et d'Arab Hoballah, du PNUE. Par ailleurs l'Organisation internationale du travail (OIT) a attiré l'attention sur d'autres éléments majeurs (gestion de la transition, nécessité de trouver des emplois pour tous). Du point de vue des entreprises, la Chambre de commerce internationale a proposé des voies de mise en œuvre dans sa « Green Economy Roadmap¹ », qui souligne l'importance d'une analyse du verdissement des chaînes de valeur. Le Forum économique mondial (WEF) s'est aussi emparé de cette thématique en traitant de l'économie circulaire en 2014 à Davos². De ce corpus émerge la nécessité de mettre en mouvement l'ensemble des acteurs à tous les niveaux, en mobilisant simultanément les contraintes de la réglementation et la dynamique de marchés éclairés.

Cette double démarche transparait dès cette première série de contributions, qu'elles émanent d'acteurs politiquement engagés et donc polémiques, qu'elles traitent de la perspective transverse de la ville ou du transport, de l'avancée des technologies, de l'économie politique ou de l'entreprise.

Nous vous souhaitons une bonne lecture, qu'elle vous permette de développer une réflexion sur un positionnement durable, donc stratégique, de vos activités dans l'économie verte et vous conduise à participer aux travaux de notre groupement professionnel QSE Performance durable.

Marc Darras (75)



Marc Darras (75) est président du groupement professionnel centralien « QSE Performance durable ». Il est consultant indépendant et conseiller auprès de l'Observatoire méditerranéen de l'énergie. Il est membre du bureau de l'association 4D.

De 1991 à 2013, au sein de Gaz de France puis GDF Suez, il a été en charge de thèmes environnement et énergie, au sein de la direction de la recherche puis de la direction de la stratégie. Il a participé au développement des politiques climatiques et développement durable en tant que représentant d'organisations professionnelles au niveau national et international.

De 1977 à 1991, ingénieur à EDF à la direction de la recherche puis à la direction de l'équipement.

Il a contribué à la « Green Economy Roadmap » de l'ICC et à la préparation du sommet de Rio+20 pour le Medef.

1. www.iccwbo.org/Products-and-Services/Trade-facilitation/Green-Economy-Roadmap/
2. reports.weforum.org/toward-the-circular-economy-accelerating-the-scale-up-across-global-supply-chains/

Débloquer l'investissement privé, pour soutenir la croissance verte

Avec une population en croissance rapide - déjà plus de 7 milliards d'individus - et dans le contexte de reprise économique hésitante après la crise globale, le monde est confronté à des défis économiques, environnementaux et sociétaux complexes. Mais si nul ne discute de la nécessité de stimuler la croissance économique pour créer des emplois et améliorer les conditions de vie, et s'il ne fait aucun doute que protéger l'environnement est de plus en plus important, comment satisfaire ces deux objectifs simultanément ?

Ce n'est pas seulement la croissance qui importe, c'est le type de croissance. La reprise économique doit être une opportunité pour repenser notre modèle économique et mettre en place des outils permettant à nos sociétés de puiser dans des sources de croissance plus vertes et plus durables.

Si rien n'est fait, des pressions environnementales croissantes pourraient porter atteinte à notre capacité à engendrer la prospérité que nous espérons. Sans politiques ambitieuses pour relever les défis environnementaux d'ici à 2050, la demande mondiale en eau devrait augmenter de 55 %. Près de la moitié de la population mondiale sera en situation de stress hydrique sévère. 10 % supplémentaires de biodiversité seront perdus. Les émissions de gaz à effet de serre (GES) augmenteront de 50 % et la qualité de l'air continuera à se détériorer. Tout cela s'ajoutera à l'augmentation des coûts économiques et humains. D'ici 2050, les actifs soumis à un risque d'inondation représenteront une valeur économique de 45 000 milliards de dollars soit environ trois fois la valeur de l'expo-

sition actuelle, et le nombre de décès prématurés dus à la pollution de l'air par les particules sera doublé pour atteindre 3,6 millions par an¹. Les pays ont un besoin urgent de réformes politiques afin de développer sur leurs territoires des solutions vertes et simultanément y trouver de nouvelles opportunités économiques. Depuis le lancement en 2011 de sa « Stratégie pour une croissance verte », l'OCDE travaille avec les gouvernements pour intégrer des objectifs de croissance verte dans les politiques économiques et sectorielles. Cette réflexion concerne la fiscalité, l'énergie, l'agriculture, les transports, le développement et l'aménagement urbain.

Construire un dossier solide pour attirer les investisseurs privés

Les infrastructures sont importantes pour la croissance verte en raison de leur longue durée de vie. Une fois ces investissements réalisés, nous en supportons les conséquences pendant des décennies. Si l'évolution vers des investissements verts peut demander des dépenses supplémentaires à court terme, elle peut également entraîner des économies

nettes à long terme, en permettant des gains d'efficacité systémiques globaux. Le « forum développement durable et croissance verte » organisé par l'OCDE², les 5 et 6 décembre 2013 à Paris, s'est focalisé sur le déblocage de l'investissement privé pour l'infrastructure verte. L'enjeu : attirer les capitaux vers l'investissement vert maintenant plutôt que dégager d'énormes quantités de capitaux supplémentaires dans les prochaines décennies

Environ 2 000 milliards de dollars sont actuellement investis chaque année dans les infrastructures, notamment dans les transports, l'énergie et l'eau (figure 1)³. Ce chiffre, qui exclut les véhicules de transport et les bâtiments, représente environ 4 % du PIB mondial. Il est basé sur les dépenses annuelles moyennes de ces 18 dernières années. Il faut y ajouter pour les infrastructures 1 200 milliards de dollars par an pour maintenir les niveaux actuels de capacité et de services indépendamment de la prise en compte des contraintes environnementales.

Qu'advient-il de ces chiffres si nous verdissions l'investissement dans les secteurs d'infrastructure : transports, eau, énergie ? Le changement pourrait demander des dépenses additionnelles - une estimation haute serait de l'ordre de 11 % supplémentaires, soit environ 350 milliards de dollars par an⁴. Mais cela pourrait également entraîner des économies nettes de l'ordre de 450 milliards de dollars par an, soit environ 14 %⁵. Des économies pourraient provenir de transformations dans l'énergie et les transports. Elles entraîneraient une meilleure utilisation des systèmes électriques et un usage plus important du rail et des infrastructures portuaires, une fois les capacités libérées par la baisse du commerce des combustibles fossiles. Si l'on considère en outre les économies de carburant, chaque dollar supplémentaire investi aujourd'hui dans l'énergie propre pourrait générer trois dollars d'économies à terme d'ici 2050⁶.

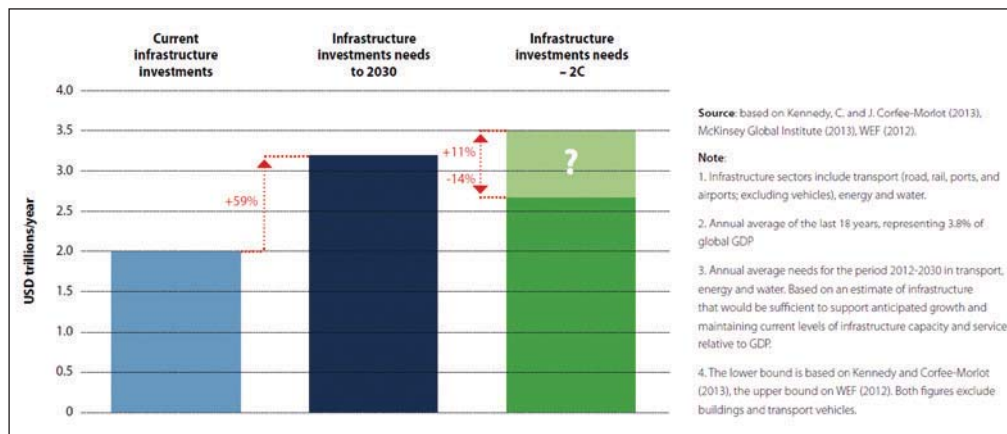


Figure 1. L'investissement annuel en infrastructure verte³.
Source: OECD (2013), *Long-term investors and green infrastructure*, Policy Highlights, OECD Publishing.

Quelles politiques pour favoriser l'investissement vert ?

De quoi est constitué le cadre politique propice à l'investissement vert ? Tout d'abord, l'établissement d'un prix du carbone, que ce soit par un système d'échange de quotas d'émissions ou une taxe sur le carbone. Cependant, l'absence de mécanismes robustes et cohérents de valorisation du carbone dans la plupart des régions aujourd'hui, et l'incertitude politique sur le développement ou l'application rigoureuse de ces prix dans les prochaines années entravent les investissements stratégiques dans l'infrastructure verte.

Deuxièmement, les pays doivent éliminer progressivement les subventions aux combustibles fossiles, estimés à environ 600 milliards de dollars par an dans le monde^{7,8}. Il ne s'agit pas seulement de subventions à la consommation, mais d'un soutien des États aux entreprises pétrolières et gazières pour l'exploration et l'exploitation de nouvelles réserves fossiles. Appliquer à tous des subventions à l'énergie ou des allègements fiscaux est une méthode inefficace et inefficace⁹. Ce sont souvent les ménages dont les revenus sont les plus élevés qui utilisent le plus d'énergie et tirent le meilleur profit de ces politiques.

Troisièmement, créer un contexte attractif pour l'investissement dans les nouvelles technologies et infrastructures vertes nécessite des mesures ciblées pour compléter la politique de prix. Les gouvernements doivent examiner comment ils peuvent contribuer à améliorer l'équation risque-rendement pour le secteur privé et attirer des capitaux dans des projets verts. Ils doivent également s'assurer que leurs poli-

tiques sont suffisamment stables pour susciter la confiance des investisseurs. Un changement rétroactif de politique peut miner la confiance des investisseurs et peut se propager bien au-delà du domaine dans lequel ce changement est intervenu, comme nous l'avons vu récemment dans le secteur des énergies renouvelables^{10,11}.

Qu'avons-nous appris et quels travaux complémentaires sont nécessaires ?

Le rapport « What have we learned from attempts to introduce green growth policies? »¹² met en évidence que les politiques de croissance verte peuvent générer des bénéfices à long terme, alors que les coûts de transition à court terme entravent actuellement leur mise en œuvre. La coordination des politiques et la mesure des progrès réalisés représentent de véritables défis pour les États. La mise en œuvre de projets est souvent entravée par des responsabilités mal définies entre exécutifs nationaux et locaux. À cela, peut s'ajouter un manque de directives et de compétences à l'échelle municipale.

L'élaboration d'indicateurs de croissance verte incluant le capital naturel ainsi que les impacts négatifs sur l'environnement devrait faciliter le suivi approfondi des progrès dans la mise en place d'une croissance verte. L'OCDE est à la pointe des efforts internationaux pour développer et utiliser ces indicateurs^{13,11}. Cela permettra d'éviter des erreurs dans l'évaluation de la productivité et des conclusions politiques qui sous-estiment les bénéfices des investissements dans la croissance verte tels que reflétés dans le PIB¹⁴.

Si on veut atteindre un modèle de croissance plus verte, une coopération internationale est

indispensable. Certaines lacunes ont été identifiées par la plateforme de connaissance pour une croissance verte. Elles figurent dans le document intitulé « Vers une approche commune sur les indicateurs de croissance verte » publié par Global Green Growth Institute (GGGI)¹⁵, l'OCDE, le Programme des Nations Unies pour l'Environnement (PNUE) et la Banque mondiale. Ce document fournit également une première étape vers l'adoption d'une approche internationale commune pour le déploiement des indicateurs de la croissance verte. ■

Simon Upton



Simon Upton

Ancien parlementaire néozélandais, ex-ministre de l'Environnement puis ministre de la Science et de la Technologie dans

son pays. Il a présidé la 7^e session de la Commission des Nations unies sur le développement durable. Il est depuis 2010 directeur de l'environnement de l'Organisation de coopération et de développement économiques (OCDE). Il coordonne les « examens de performances environnementales » des pays membres et des travaux sur l'eau, la biodiversité, le changement climatique et les produits chimiques. Simon Upton a joué un rôle déterminant dans le développement de la stratégie pour une croissance verte de l'OCDE.

1. Perspectives de l'environnement de l'OCDE à l'horizon 2050 : Les conséquences de l'inaction, OCDE 2012 www.oecd.org/fr/environnement/perspectivesdelenvironnementdelocdealhorizon2050lesconsequencesdelinaction.htm
2. Forum How to Unlock Investment in Support of Green Growth, 5-6 décembre 2013 www.oecd.org/fr/croissanceverte/gg-sd-2013.htm
3. Long term investors and green infrastructure, OCDE 2013 www.oecd.org/env/cc/Investors%20in%20Green%20Infrastructure%20brochure%20%28f%29%20%5B1r%5D.pdf
4. The Green Investment Report – the ways and means to unlock private finance for green growth, World Economic Forum 2013 www3.weforum.org/docs/WEF_GreenInvestment_Report_2013.pdf
5. Past performance and future needs for low carbon climate resilient infrastructure – An investment perspective, Christopher Kennedy Jan Corfee-Morlot, 2013 www.yadda.icm.edu.pl/yadda/element/bwmeta1.element.elsevier-7e716da3-a700-3720-bbf7-09fa3a07b8c2
6. Energy Technology Perspectives 2012 – Pathways to a Clean Energy System, AIE 2012 www.oecd-ilibrary.org/energy/energy-technology-perspectives-2012_energy_tech-2012-en
7. An OCDE wide inventory of support to fossil fuel production or use, OCDE 2012 www.oecd.org/site/tadffss/Fossil%20Fuels%20Inventory_Policy_Brief.pdf
8. World Energy Outlook, AIE 2013 www.worldenergyoutlook.org/resources/energysubsidies/
9. Effective Carbon Prices, OCDE 2013 www.oecd.org/env/tools-evaluation/carbon-prices.htm
10. Towards a green investment policy framework – the case of low carbon, climate-resilient infrastructure OCDE 2012 www.oecd.org/env/cc/Towards%20a%20Green%20Investment%20Policy%20Framework_consultation%20draft%202018-06-2012.pdf
11. OECD Policy Guidance for Investment in clean energy infrastructure, OCDE 2013 <http://www.oecd.org/daf/inv/investment-policy/CleanEnergyInfrastructure.pdf>
12. What have we learned from attempts to introduce green-growth policies?, OCDE 2013 www.oecd-ilibrary.org/environment/what-have-we-learned-from-attempts-to-introduce-green-growth-policies_5k486rchlnxx-en
13. Towards Green Growth : Monitoring Progress – OECD Indicators, OCDE 2011 www.oecd.org/greengrowth/48224574.pdf
14. Productivity Measurement with Natural Capital, OCDE 2013 www.oecd-ilibrary.org/economics/productivity-measurement-with-natural-capital_5k3xnhz0vtg-en
15. Vers une approche commune sur les indicateurs de croissance verte, Green Growth Global Institute, OECD, UNEP, The World Bank 2013 www.oecd.org/greengrowth/GGKP%20Moving%20towards%20a%20Common%20Approach%20on%20Green%20Growth%20Indicators%5B1%5D.pdf

Tissu économique et éco-innovation pour la consommation et la production durables

Les actions pour un usage efficace des ressources, une consommation et une production durable (CPD) et une transition vers une économie verte ont été motivées historiquement par de nouvelles réglementations et des risques émergents.

Pourtant, de manière égale si ce n'est pas de manière plus importante, il est nécessaire que les organisations publiques et privées soient inspirées et soutenues pour répondre aux opportunités qu'offrent les sociétés et les marchés, soucieux d'efficience dans l'usage des ressources.

Progresser vers le développement durable nécessite un découplage des modes actuels de consommation et de production et un bond vers une production industrielle durable qui met l'accent sur une utilisation plus efficace des ressources naturelles (par exemple, l'énergie, l'eau, les matériaux...). L'ensemble des parties prenantes doivent combiner leurs efforts de manière ciblée pour comprendre les conditions d'une mobilisation des acteurs économiques et commerciaux, soutenir la mise en place de cadres politiques souples et favorables à l'action, et développer les capacités techniques pour répondre aux exigences d'un marché en évolution.

Il est de plus en plus manifeste que l'innovation systémique offre une occasion historique de mettre en pratique le découplage. L'innovation est un moteur reconnu du développement durable – que ce soit au niveau national (macro) en répondant à des problématiques sur ses trois composantes (environnementale, économique et sociétale) ou au niveau des entreprises (micro) en leur fournissant des avantages compétitifs.

De telles innovations – nommément les éco-innovations – permettent de manière nouvelle de répondre aux problèmes environnementaux actuels et futurs et aident à réduire la consommation d'énergie et de ressources, tout en favorisant une activité économique durable, en conformité avec une réglementation plus stricte, répondant aux besoins émergents de catégories de consommateurs plus soucieux de durabilité. Les petites et moyennes entreprises se sont révélées être des acteurs essentiels sur l'ensemble de la chaîne d'approvisionnement pour initier l'innovation; elles doivent développer des synergies avec de plus grandes entreprises pour soutenir ces dernières sur une échelle de temps plus longue.

Les efforts d'innovation de première génération ont porté sur la productivité du travail, et ceux de seconde génération – éco-innovation – se tournent vers la productivité des ressources et la durabilité.

Construire sur un socle

Le savoir-faire existe. Une multitude d'outils et de méthodes ont déjà été développés pour aider les entreprises et l'industrie à concevoir et mettre en œuvre des pratiques plus efficaces en ressources, plus propres et plus sûres (RECP ou Resource Efficient and Cleaner Production). Cela est d'abord appliqué pour un usage efficace des ressources et pour la sécurité. Il existe d'autres opportunités: la fermeture des cycles dans les systèmes industriels, la maximisation de la durée de vie des produits et la réduction des déchets et de la perte de matériaux rares et précieux. La fabrication en cycle fermé et les approches basées sur le « cycle de vie » et soutenues par des infrastructures de recyclage et de rénovation, jouent un rôle primordial dans le verdissement de l'industrie manufacturière³.

Un cadre politique pour soutenir l'innovation. Il y a de nombreux cadres politiques qui permettraient de soutenir la consommation et la production durables ainsi que l'éco-innovation dans les entreprises. Le rapport sur l'économie verte du PNUE et les services consultatifs nationaux ont établi l'intérêt au niveau macro-économique des investissements écologiques dans les secteurs à fort potentiel, et ont souligné le potentiel lié à l'innovation. Concernant les politiques régionales et nationales, le processus de Marrakech du PNUE, qui a soutenu le programme cadre décennal sur la Consommation et la production durable des Nations unies, promeut le développement d'un cadre politique régional et national.

L'importance des achats publics. Des pratiques de production plus durable peuvent être promues par des approches récemment incluses dans les cadres politiques: par exemple les achats publics durables. Globalement, le secteur public dépense entre 45 et 65 % de ses budgets pour les achats publics, soit 13 à 17 % du PIB dans les pays à revenu élevé et encore plus ailleurs: 35 % en Afrique du Sud et 43 % en Inde⁴. En tant que tels, les achats publics sont un moteur important du commerce international, influençant les chaînes

1. Le projet de l'Observatoire européen de l'éco-innovation (EIO) définit l'éco-innovation comme « l'élaboration de n'importe quel produit (bien ou service), processus, changement organisationnel ou solution marketing, qu'il soit nouvellement conçu ou qu'il s'agisse d'une version significativement améliorée d'un élément ancien, qui demande moins de ressources et réduit l'émission de substances dangereuses tout au long du cycle de vie ». Le site Internet de l'EIO www.eco-innovation.eu

2. Ce point est abordé dans deux articles: Richard Dobbs et al. « Resource Revolution: Meeting the world's energy, material, food and water needs », McKinsey & Company, November 2011 et D.A. Lubin, D. Esty. « The Sustainability Imperative », *Harvard Business Review*, mai 2010. Les ressources considérées - dont le carbone et l'eau - sont abordées selon de nouvelles approches de type « nexus » qui examinent l'usage conjoint des ressources.

3. Pnue, Towards a Green Economy, p. 271 (2011).

4. International Institute for Sustainable Development (www.iisd.org)

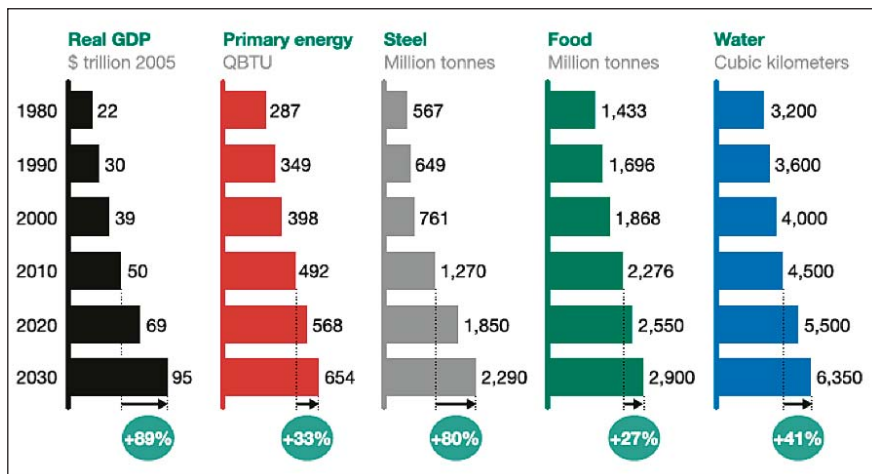


Figure 1. Historical and estimated growth in demand for resources from 1980 to 2030. Source: McKinsey & Co Global Institute (2011). *Resource Revolution: Meeting the world's energy, materials, food, and water needs*, p.35. New York. Available at: www.mckinsey.com/Features/Resource_revolution.

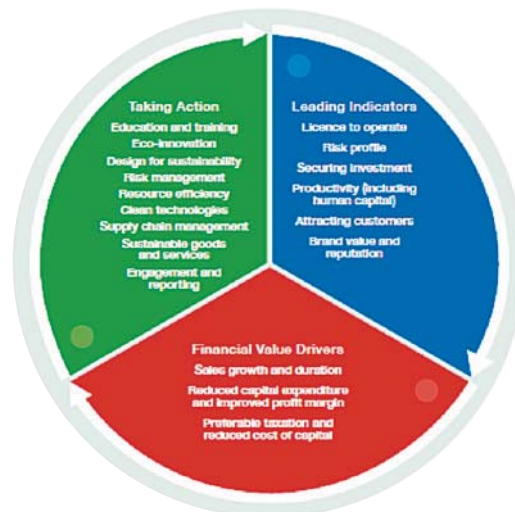


Figure 2. Green Business Case Model. Source: UNEP, DTIE (2012). Paris.

de valeur qui couvrent le monde entier. Cette transition vers la durabilité dans les achats publics a un impact transformateur important.

Aller de l'avant et rendre l'éco-innovation pertinente pour les entreprises

Les entreprises qui ont intégré avec succès des pratiques de consommation et de production durable au cœur de leurs stratégies ont créé de manière significative de la valeur pour le client et pour l'entreprise, différencié leurs produits et services sur le marché et augmenté leur rentabilité et leur capacité à s'adapter à un environnement changeant de plusieurs manières.

Parmi les bonnes pratiques :

1. Accéder à des marchés nouveaux et émergents. Grâce au développement de solutions innovantes qui répondent aux besoins des clients, les entreprises durables ont réussi à accroître leur pénétration sur les marchés en accédant à de nouveaux segments de consommateurs et aux chaînes d'approvisionnement des plus grandes entreprises, ou en répondant à des besoins pour lesquels aucune solution n'existait encore.

2. Réduire les coûts de production le long de la chaîne de valeur: pour tirer tous les avantages de la durabilité, il faut examiner chaque étape de la chaîne de valeur pour y chercher des possibilités d'amélioration et obtenir par l'innovation des réductions de coûts significatives.

3. Devancer les normes et réglementations. Les normes et les réglementations sont de plus en plus strictes. Les entreprises durables sont généralement en avance sur les exigences réglementaires, ce qui a un impact sur leur réputation et peut leur donner un avantage compétitif, et leur permet en retour d'influer sur les réglementations à venir.

4. Attirer des ressources financières. Les financements disponibles pour les entreprises durables sont croissants. Le nombre des opérations de fusions et acquisitions impliquant des sociétés durables en est l'indicateur. Les banques cherchent également à financer les entreprises qui ont une approche globale de la durabilité.

5. Augmenter la compétence technique et la productivité. Le changement organisationnel et technique a dans une entreprise durable un impact positif sur les performances et les compétences. Coopérer avec les acteurs de la chaîne de valeur dans les programmes d'« innovation ouverte » permet d'acquérir et de développer des compétences et des ressources pour l'innovation. ■

Le contenu de cet article est sous la seule responsabilité de ses auteurs et n'engage pas le Programme des Nations unies pour l'environnement.



Arab Hoballah

Chef de la branche consommation et production durable, direction de la technologie, de l'industrie et de l'économie. Programme des Nations unies pour l'environnement.



Élisabeth Tonda

Chef de l'unité commerce et industrie, branche consommation et production durable, direction de la technologie, de l'industrie et de l'économie, Programme des Nations unies pour l'environnement.

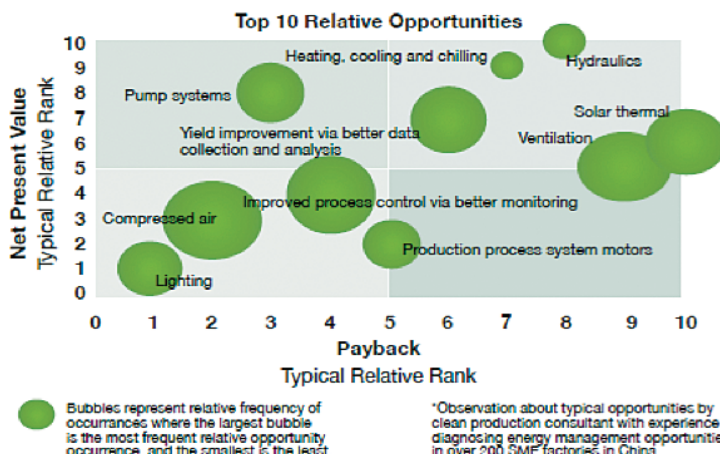


Figure 3. Energy efficiency opportunities for SMEs in China (BSR 2010). Source: *Business for Social Responsibility (2010). Unlocking Energy in China: A Guide to Partnering with Suppliers.*

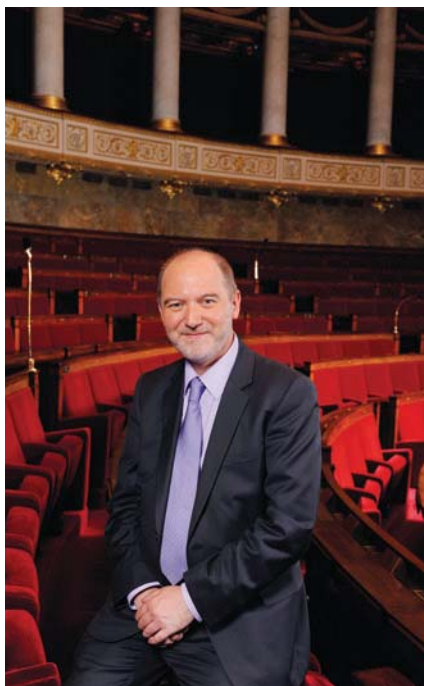
Tribune libre

Denis Baupin, député Europe Écologie Les Verts

Collectivités locales et transition énergétique : le couplé gagnant

La transition énergétique est une nécessité au regard du dérèglement climatique, de la raréfaction des énergies fossiles, mais aussi en termes d'équilibre de notre balance commerciale et de pouvoir d'achat de nos concitoyens. C'est également une formidable opportunité pour créer des centaines de milliers d'emplois non délocalisables et pérennes, pour dynamiser nos territoires et pour renforcer notre tissu industriel.

Il n'est pas étonnant dans ces conditions que des économistes aussi divers que Jérémy Rifkin ou Jacques Attali, tout comme la Banque mondiale, fassent de la transition énergétique l'axe du redressement économique.



Denis Baupin (84), député Europe Écologie Les Verts et vice-président de l'Assemblée nationale.

Un gisement d'emplois locaux, un gage de compétitivité

Énergies renouvelables, génie électrique et efficacité énergétique, réseaux de chaleur urbaine, réhabilitation thermique des bâtiments, électroménager, informatique, chaîne de froid, transports collectifs et transports doux, nouveaux modes de transport de marchandise et dispositifs logistiques, réparation, recyclage, économie circulaire... : les nombreuses filières qui sont amenées à se développer avec la transition énergétique sont particulièrement intensives en emplois de proximité, comme en attestent de multiples études.

On estime en France le potentiel d'emplois de la transition énergétique entre 400 000 et 600 000 emplois. Et qu'il s'agisse d'efficacité énergétique ou d'énergies renouvelables, ce potentiel est largement réparti sur notre territoire. C'est par définition le cas de l'efficacité énergétique, mais aussi celui des énergies renouvelables dont les potentiels (solaire, éolien, biomasse, hydraulique, marine, géothermie) sont différents d'une région à l'autre, mais confère à notre pays le plus fort potentiel renouvelable en Europe.

En matière de production d'énergie, produire 1 MW crée 9 emplois dans le solaire, 3,3 dans l'éolien et 1 dans le nucléaire (et à peu près autant dans l'exploitation d'hydrocarbures)¹. Actuellement, la filière éolienne française emploie 11 000 personnes. En 2020, l'éolien serait en mesure d'employer 60 000 personnes. En Allemagne, les énergies renouvelables ont créé plus de 400 000 emplois². Aux États-Unis, la seule filière solaire réunit plus d'emplois que le gaz et le charbon réunis³.

En matière de déplacements, le compte global transport publié par le ministère des Transports depuis des décennies montre qu'un même déplacement crée deux fois plus d'emplois s'il est effectué en transports publics que s'il est effectué en voiture, et coûtera quatre fois moins cher à la collectivité si on intègre l'ensemble des coûts induits. Parallèlement, l'évolution de l'industrie automobile vers des véhicules sobres⁴ peut permettre de sauver nombre des emplois menacés dans cette filière.

Plus globalement, la transition énergétique peut fortement contribuer à la compétitivité de notre économie et de nos territoires comme le montre depuis de nombreuses années l'économie allemande, ou encore les travaux en ce sens tant du Conseil d'analyse économique que du groupe de travail compétitivité de débat sur la transition énergétique que j'ai eu le privilège de coprésider en 2013 au côté du rapporteur du Medef, Vincent Mages⁵.

À Paris, la transition à l'œuvre depuis 2001

Ce qui est bon pour la planète l'est aussi pour nos entreprises et nos emplois, notre pouvoir d'achat et notre qualité de vie. C'est fort de cette conviction que j'ai piloté un grand nombre de projets en tant que maire adjoint de Paris, d'abord en charge des déplacements, puis en charge de la mise en œuvre du Plan climat de la ville de Paris : développement des transports en commun (+ 14 % d'offres entre 2001 et 2008 avec le tramway, bus, métro), lancement de Vélib' (plus de 17 millions d'usagers depuis 2007), réhabilitation thermique de 4 500 logements sociaux par an, lancement



Le Vélib' à Paris :
17 millions d'usagers depuis 2007.



© Céline Derrien

d'un plan de rénovation des 600 écoles pour diminuer de 30 % leur consommation énergétique, accompagnement de la rénovation thermique des 42 000 copropriétés privées, développement du réseau de chaleur et des énergies renouvelables avec notamment la mise en service d'un puits de géothermie permettant de chauffer 15 000 logements, diminution de 30 % de la consommation énergétique de l'éclairage public...

Pour mener à bien tous ces projets, il faut bien entendu pouvoir compter sur des entreprises porteuses des technologies, des services, des capacités d'innovation, du savoir-faire nécessaires. Et force est de constater que les entreprises, les filières... ont encore des marges de progression ! D'où la nécessité de multiplier les échanges et les partenariats avec l'ensemble des acteurs du territoire, qui m'a conduit à créer en 2011 l'Agence parisienne du climat, structure multipartenariale inédite qui associe un grand nombre d'acteurs (ville, région mais aussi acteurs économiques, associations) engagés dans la diminution des consommations énergétiques du territoire. D'où également la nécessité de créer des structures *ad hoc* à l'instar de la SEM Énergie Positif aux côtés de la région Île-de-France. Lancée en 2011, elle a comme objet le développement des énergies renouvelables et l'efficacité énergétique des bâtiments au travers des dispositifs de tiers investissement. Sa vocation est aussi de prendre des participations minoritaires dans des sociétés de production d'énergies renouvelables et à plus long terme, d'intervenir aux côtés des collectivités locales sur des opérations de rénovation des bâtiments publics.

Libérer les initiatives locales

Dans cette marche vers une ville plus sobre, mais également plus robuste car moins dépendante aux énergies fossiles et moins vulnérable face aux crises à venir, Paris n'est pas un cas isolé. Nombreuses sont les collectivités qui en France, en Europe et dans le monde, agissent.

Et nombre d'entre elles sont prêtes à aller encore plus loin. Dans le cadre de la Convention des maires, mouvement unique en Europe qui crée un lien direct entre les instances européennes et les villes, plus de 3 500 municipalités ont affirmé leur ambition de respecter les objectifs du paquet Climat énergie⁶. Encore faut-il pour cela leur en donner les moyens, pas tant financiers (même si un fléchage de ceux-ci vers les villes actives contribuerait forcément à faire bouger les lignes) que juridiques.

J'ai pu constater que c'est dans les pays les plus décentralisés que la transition énergétique était la plus engagée, où les élus locaux étaient en capacité d'impulser les politiques les plus pertinentes, au plus proche de leurs concitoyens. Si la France est tant en retard sur ses voisins, c'est aussi parce qu'elle est l'un des pays les plus centralisés du monde : à État centralisé, politique énergétique centralisée, résistante à l'innovation et au changement.

Aujourd'hui, les villes françaises ne peuvent favoriser la circulation et le stationnement des véhicules les plus écologiques ou restreindre la circulation des 4 x 4 dans leurs rues ; elles peuvent organiser le ravalement des immeubles privés mais pas leur réhabilitation thermique ; elles possèdent les réseaux de distribution d'énergie (électricité, gaz, chaleur)

1. Alain Grandjean, économiste. Entretien paru dans le journal *Libération* « Alain Grandjean : "La transition énergétique sécurise l'avenir" » le 3 décembre 2012.
2. Le ministère allemand de l'Environnement estime à 381 000 le nombre d'emplois dans les énergies renouvelables pour 2011.
www.erneuerbare-energien.de/fileadmin/ee-import/files/english/pdf/application/pdf/ee_bruttobeschaeftigung_en_bf.pdf
3. Étude CNRS/Cired d'avril 2013 : « L'effet net sur l'emploi de la transition énergétique en France : une analyse input-output du scénario négaWatt ». www.centre-cired.fr/spip.php?article1506
4. Rapport sur les véhicules écologiques réalisé au nom de l'Office parlementaire des choix scientifiques et technologiques.
www.assemblee-nationale.fr/14/rap-off/i1713-tl.asp
5. www.transition-energetique.gouv.fr/sites/default/files/gt_competitivite_dnte.pdf
6. 3 x 20 : - 20 % d'émissions de GES, - 20 % de consommation énergétique et 20 % d'énergies renouvelables.
www.conventiondesmaires.eu/index_fr.html



Tribune libre

mais sont obligées, pour le gaz et l'électricité, de passer par des prestataires nationaux qui leur imposent leurs propres critères et souvent, comme ce fut le cas à Paris de la part d'EDF et sa filiale ERDF, détournent l'argent des concessions (donc des consommateurs) en investissant insuffisamment sur les réseaux pour privilégier les investissements hasardeux de leur maison-mère EDF⁷.

Organiser la transition énergétique passe par des transferts de compétence, des expérimentations qui libèrent les initiatives locales, par la possibilité pour les collectivités locales de s'organiser en véritables autorités de l'énergie au niveau des bassins de vie, avec compétences en matière de consommation, de production et de distribution de l'énergie. Quitte à, dans un premier temps, permettre des expérimentations encadrées par la loi.

Et pour aller plus loin, pourquoi ne pas imaginer une contractualisation entre l'État et les collectivités volontaires, un contrat de transition énergétique, fixant droits et devoirs ? Pour construire enfin une forme de décentralisation contractuelle, assortie de compétences et de moyens, seule à même de permettre réellement la mise en œuvre des politiques urbaines, de transports, de réhabilitation des bâtiments, indispensables au respect des objectifs nationaux et des engagements internationaux, mais qui, sans les collectivités locales, ne pourront être mises en place.

À n'en pas douter, le rôle des collectivités locales sera un point clé de la loi sur la transition énergétique qui doit être élaborée et débattue en 2014.

Utiliser les moyens publics existants pour créer un effet de levier

Le financement de la transition énergétique (développement de l'efficacité énergétique et des énergies renouvelables) sera également une question centrale. Elle ne saurait reposer sur les finances publiques. L'objectif doit donc être d'utiliser les moyens publics existants, en créant un fort effet de levier permettant de mobiliser l'épargne des ménages français et les flux de capitaux privés et de les orienter vers la transition énergétique. La KfW (Caisse des dépôts allemande) estime ainsi que, grâce aux mécanismes qu'elle a mis en place, 1 euro public investi dans l'isolation thermique des bâtiments génère 11 euros de travaux... et 5 euros de recettes fiscales.

La caractéristique des investissements de transition énergétique est d'avoir un temps de retour plus long que d'autres activités financières. L'action des pouvoirs publics doit donc être de contribuer à ce que les taux d'intérêt appliqués à ces chantiers prioritaires soient les moins élevés possible. De nombreux outils sont évoqués : fonds de garantie pour la réhabilitation thermique, mobilisation des livrets de développement durable (ce qui aurait dû être leur vocation dès le départ), fonds de refinancement (notamment alimenté par les provisions pour charges de long terme du nucléaire, fonds de retraites, etc.), taux d'escompte privilégiés, obligations vertes, mobilisation plus forte des Certificats d'économie d'énergie, d'une Société de financement de la transition énergétique (sur le modèle de la

SFEF lors de la crise bancaire)... La conférence bancaire pour la transition énergétique pourrait constituer un temps fort d'aboutissement et d'annonce d'outils parmi ceux-ci.

Il convient par ailleurs de préciser que de nombreuses mesures d'ordre législatif ou réglementaire en faveur de la transition énergétique ne nécessitent aucun financement (choc de simplification pour les énergies renouvelables, avantages donnés aux véhicules sobres, gestion combinée des ravalements et de l'isolation thermique, vitesses de circulation...)

La transition énergétique n'est donc pas seulement une nécessité écologique. C'est surtout un formidable atout pour sortir de la crise. De nombreux pays s'y sont d'ores et déjà engagés. La France ne peut rester en dehors de la mutation fondamentale du XXI^e siècle. ■



Denis Baupin (84)

est député de Paris et vice-président de l'Assemblée nationale. Il est également vice-président du Conseil supérieur de l'énergie et membre du Conseil national de la transition écologique. Il a été maire adjoint de Paris, en charge des déplacements (2001-2008) puis de l'environnement, du développement durable et du plan Climat (2008-2012).

Ce dossier « Économie verte » a été préparé par un comité de pilotage composé de Centraliens. Le texte de la tribune libre de Denis Baupin a été validé par ce comité de pilotage. Les propos tenus dans cette tribune n'engagent que son auteur et ne reflètent pas une prise de position officielle de l'Association des Centraliens.

7. En ponctionnant les provisions locales pour rénovation des réseaux électriques en état de vétusté. À Paris, 650 millions d'euros ont été détournés pour permettre à EDF d'investir à perte à l'étranger :

<http://www.lesechos.fr/01/12/2009/LesEchos/20563-32-ECHParis---accord-avec-edf-sur-la-distribution-d-electricite.htm>

Combiner innovation et développement durable

Aujourd'hui plus d'un milliard de personnes dans le monde n'ont pas accès à l'électricité. Plusieurs innovations apparaissent pourtant, destinées à mettre la modernité à la portée du plus grand nombre, souvent à travers des énergies renouvelables facilement accessibles. Panorama de quelques solutions actuellement en cours de développement.

Octobre 2013, village de Kimaling, 4000 mètres d'altitude à la frontière népalo-tibétaine. Période pré-électorale: le parti communiste et le parti du Congrès s'affrontent pour gagner le cœur de leurs électeurs. Et aujourd'hui, le Congrès tape très fort en offrant à tous ceux qui promettent de voter pour lui... un panneau solaire! La nouvelle suscite beaucoup d'émotion. Il faut dire que l'électricité, cela fait des années que les habitants l'attendent. Cette zone reculée, difficile d'accès, faiblement peuplée, est loin de constituer une priorité pour l'opérateur du réseau électrique national – déjà incapable de faire face à la demande croissante dans les grands centres urbains du pays. Alors pour s'éclairer le soir, les habitants de Kimaling n'ont d'autre solution que les lampes à kérosène, qui reviennent cher et produisent une lumière de faible qualité accompagnée d'une fumée nocive.

Techniquement, il serait possible de construire une mini centrale hydroélectrique de quelques kilowatts reliée à un réseau de distribution local pour alimenter le village. Mais une installation de ce genre coûte cher – et comme ce n'est pas le gouvernement qui la financera, les villageois devraient se cotiser pour la construire. Or se lancer dans un tel investissement collectif suppose l'existence d'un fort consensus au sein de la population. La situation sociale à Kimaling est complexe: tiraillés entre les survivances de l'ancien système féodal et les luttes des partis politiques actuels, les villageois n'arrivent pas à trouver d'accord. Le projet hydroélectrique communautaire, qui constituerait pourtant un optimum économique pour répondre aux besoins en électricité, n'est pas près de voir le jour. Quant au réseau électrique national... Dans dix ans, peut-être? Dans ces conditions, des panneaux solaires individuels sont une chance inespérée. Et le parti du Congrès devrait remporter l'élection sans trop de souci!



Plus d'un milliard de personnes sans électricité

Kimaling n'est pas un cas isolé. Au Népal, près de la moitié de la population attend encore l'électricité; au niveau mondial, ils sont plus d'un milliard. Un milliard de personnes qui n'ont aujourd'hui pour s'éclairer que la lueur des bougies ou des lampes à pétrole, qui ne peuvent pas recharger leur téléphone portable à la maison et encore moins y utiliser un ordinateur ou un réfrigérateur. En effet, si l'électrification progresse rapidement en Afrique et en Asie, beaucoup sont laissés pour compte. En périphérie des grandes villes, les quartiers périurbains qui croissent de manière anarchique hors de tout plan d'urbanisme restent privés d'infrastructures de base – ni route, ni eau, ni électricité. Les pouvoirs politiques craignent souvent que le raccordement de ces quartiers « illégaux » aux réseaux urbains ne leur confère une légitimité implicite.

Le village de Kimaling au Népal, en attente de panneaux solaires.

LES INNOVATIONS DU MOMENT

Bboxx - KIT SOLAIRE POUR LA MAISON



FACTEUR D'INNOVATION

Technique : vendu avec des équipements basse consommation adaptés.

Commercial : distribué via un réseau de petits commerçants franchisés.

MATURITÉ

Plusieurs milliers de kits vendus. Actif dans 15 pays.

GravityLight - LAMPE INDIVIDUELLE



FACTEUR D'INNOVATION

Technique : fonctionne par gravité : la lampe se recharge en remontant un poids, comme sur une horloge à poids.

Commercial : conçu pour minimiser les coûts (objectif : 5 \$ pièce).

MATURITÉ

En développement (premiers tests en cours au Liberia, au Guatemala, en Inde et aux Philippines).

eChaja - CHARGEUR POUR TÉLÉPHONES PORTABLES



FACTEUR D'INNOVATION

Technique : fabriqué localement à 90 %.

Commercial : eChaja est un outil productif, conçu pour le « business » de la recharge de téléphone portable.

MATURITÉ

Déjà 250 exemplaires vendus en Afrique du Sud.

SimpaNetworks - KIT SOLAIRE POUR LA MAISON



FACTEUR D'INNOVATION

Commercial : remboursement progressif du panneau solaire sous la forme d'un paiement par kilowattheure consommé.

MATURITÉ

Plusieurs centaines de kits en opération en Inde.

En outre, ces habitants souvent très pauvres sont considérés comme insolubles : comment pourraient-ils payer une facture d'électricité ? Les zones rurales quant à elles posent un défi supplémentaire : éloignées des sites de production, leur raccordement au réseau d'électricité nécessiterait d'importants investissements (lignes haute tension, sous-stations, lignes de distribution) difficiles à rentabiliser vu la faible densité de population. Au final, l'électrification des quartiers périurbains comme des zones rurales reculées n'est pas prioritaire sur l'agenda politique et reste considérée – parfois à tort – comme non rentable économiquement.

La production décentralisée devient alors la seule solution. Longtemps, l'unique possibilité était d'acquérir un petit groupe diesel : relativement peu coûteux à l'achat, facile à entretenir puisque d'un fonctionnement très proche de celui d'un moteur de voiture, le groupe tourne quelques heures par jour pour couvrir les besoins de base – éclairage, télévi-

sion, recharge des téléphones portables, voire alimentation d'un petit moulin à grains ou d'une machine-outil. Mais le kilowattheure revient cher, de l'ordre de 30 à 50 centimes de dollar. Sans parler du bruit et de la pollution.

Depuis plusieurs dizaines d'années, ONG et organisations d'aide au développement proposent des alternatives fondées sur les énergies renouvelables : panneaux solaires, picoturbines hydro, mini éoliennes, etc. Leur coût élevé a longtemps fait obstacle à leur dissémination. Mais tout a changé au cours des dernières années. D'une part, le prix de revient a beaucoup diminué – on connaît la spectaculaire baisse du prix des panneaux solaires. D'autre part, la croissance économique de nombreux pays a permis l'émergence de savoir-faire locaux – ingénieurs, techniciens, fabricants – qui facilitent la mise en œuvre. Enfin, et surtout, le regard a changé sur les populations à la « base de la pyramide » (en anglais « base of the pyramid » ou BoP) : elles ne sont plus considérées comme un poids mort de l'économie mais comme un immense marché à conquérir. On assiste donc à un fort courant d'innovations tant techniques qu'organisationnelles, financières et commerciales aboutissant au développement de produits adaptés aux besoins énergétiques des populations défavorisées. Mus par les principes du développement durable, de nombreux entrepreneurs tentent de répondre à ce triple défi : mettre au point des produits à forte utilité sociale (accès à l'électricité pour les plus pauvres), à faible impact environnemental (énergies renouvelables), et reposant sur un « business model » viable (le prix de vente doit couvrir les coûts)¹.

Enjeu majeur : la réduction des coûts

Lorsqu'on s'adresse à des consommateurs vivant avec moins de 1,25 dollar par jour, la réduction des coûts est un enjeu majeur : il s'agit de développer des produits *a minima* qui répondent avec justesse au besoin. Les solutions solaires ont ainsi évolué vers des

1. Les paragraphes suivants s'appuient sur une recherche réalisée par l'ONG Local Energy Network, en partenariat avec Journalism++ et les quotidiens *Libération* et *Svenska Dagbladet*, dans le cadre d'un projet soutenu par la fondation Journalism Grants. Plus d'info sur www.detective.io/energy.

« kits » prêts à l'emploi, dimensionnés avec précision pour couvrir les besoins d'une famille. La start-up britannique Bboxx propose ainsi une gamme de kits à partir de 7 watts incluant le panneau solaire, la batterie, un contrôleur, les accessoires de câblage et un jeu de lampes à leds très peu gourmandes en énergie. Plus petite, plus compacte, encore plus abordable, la lampe solaire est commercialisée massivement en Afrique et en Asie. D. light, une entreprise à vocation sociale basée aux États-Unis, a développé une lampe spécialement conçue pour l'étude des enfants et vendue autour de 10 dollars – plusieurs millions d'exemplaires ont déjà été distribués.

Si le solaire se taille la part du lion, certains innovent en explorant d'autres sources d'énergie. À commencer par l'énergie mécanique fournie par l'utilisateur lui-même : les inventeurs de GravityLight développent une lampe individuelle... Qui se remonte à la main comme les horloges à poids de nos grands-mères. Le chargeur de téléphone portable Voto de Point Source Power utilise une mini pile à combustible qui génère de l'électricité lorsqu'on l'expose à la chaleur d'un foyer domestique. Plus ludique, la Soccket Ball de Uncharted Play ressemble comme deux gouttes d'eau à un ballon de football, et pour cause : elle se recharge grâce à l'énergie cinétique des joueurs. L'imagination des inventeurs n'a pas de limite. Mais pour l'instant, aucun de ces trois produits n'a atteint le stade de la commercialisation de masse.

L'innovation n'est pas que technique. Atteindre les consommateurs du BoP nécessite une stratégie commerciale particulière². Il faut d'abord vaincre les réticences face aux technologies nouvelles, par la distribution (parfois gratuite) de produits de démonstration, l'utilisation des relais d'opinion locaux (le chef du village, l'instituteur), l'accent mis sur l'attractivité des produits (design moderne et soigné). Pour conserver des prix de vente bas, il faut minimiser les coûts de distribution et par conséquent s'appuyer sur des réseaux préexistants : commerçants de proximité, colporteurs, écoles, coopératives de femmes... La gamme de lampes solaires

Awango by Total (produites en partenariat avec d.light, voir ci-dessus) s'appuie, pour sa distribution, sur le réseau de stations-essence du groupe pétrolier.

La problématique des modalités de paiement

Malgré tous ces efforts de réduction des coûts les solutions d'électricité décentralisées restent hors de portée pour beaucoup. Vivant au jour le jour, nombreux sont ceux qui n'ont pas la possibilité d'investir dans une lampe solaire – quand bien même celle-ci, permettant d'éviter l'achat de kérosène ou de bougies, serait rapidement rentabilisée. Le défi porte alors sur les modalités de paiement : prêts, paiements fractionnés. Mais comment s'assurer que les clients, une fois en possession du produit, s'acquittent de leur dette ? Le partenariat avec une institution locale de microcrédit est une solution intéressante – certaines d'entre elles proposent désormais des prêts dédiés à l'accès à l'électricité. En Inde, l'opérateur solaire Simpa Networks innove avec la formule « Progressive Purchase » : au lieu de payer l'achat du panneau solaire, l'utilisateur paie au fur et à mesure des kilowattheures qu'il consomme. En cas de défaut de paiement, le système se bloque : plus d'électricité. Au bout d'un ou deux ans de paiements réguliers, l'utilisateur aura complètement remboursé son panneau solaire et pourra dès lors en bénéficier librement.

Les solutions « vertes » proposées par ces entrepreneurs innovants ont déjà changé la vie de millions de personnes à travers le monde. Est-ce pour autant la voie vers un accès universel à l'électricité ? De nombreux obstacles demeurent. Malgré les ambitions – et l'indéniable talent – de leurs créateurs, peu de ces start-ups à vocation sociale arrivent à équilibrer leurs comptes. Les recettes issues des ventes ne suffisent que rarement à couvrir les coûts, le soutien de donateurs publics ou privés reste indispensable. La pénétration du marché est difficile : les consommateurs n'ont pas les moyens de se tromper dans leurs décisions d'achat et préfèrent rester fidèles au kérosène et aux bougies.

L'impact environnemental des batteries en fin de vie n'est pas non plus négligeable, les circuits de recyclage n'étant que rare-

ment opérationnels. Mais surtout, ces produits ne permettent que de couvrir les besoins les plus basiques. Pour développer une activité commerciale ou industrielle d'envergure, pour initier une dynamique de développement économique, les solutions d'énergie renouvelable décentralisée ne suffisent plus.

Et si les lampes solaires ont encore beaucoup à apporter aux plus défavorisés, demain c'est très probablement le charbon ou la grande hydroélectricité qui permettront d'alimenter en électricité les 1,3 milliard d'êtres humains qui en sont aujourd'hui privés. ■



Clara Kayser-Bril

Consultante free-lance dans le secteur de l'énergie, nombreuses missions à l'international.

A travaillé chez Sofreco, Triangle GH, Cégelec et Alstom. Formation Supélec (2001) et master École des Mines de Paris (2007).

2. Voir à ce sujet le rapport « Marketing Innovative Devices for the BoP » (Hystra, 2013, disponible en ligne).



En route vers l'éco-économie

Il y a quelques mois, paraissait aux éditions Armand Colin un ouvrage rédigé par Benoit de Guillebon (78) et Patrick Nollet (57) à partir des travaux du think tank « Éco-économie » issu du groupement QSE Performance durable de l'Association des Centraliens. Benoit de Guillebon en dégage les grandes idées.

Aujourd'hui largement répandu, le terme développement durable a perdu la force qu'il avait à l'origine, se résumant souvent à la vision qu'exprimait en 2001 Michel de Fabiani, alors président de BP France : « *Le développement durable, c'est d'abord produire plus de pétrole, plus de gaz, peut-être plus de charbon et plus de nucléaire et certainement plus d'énergies renouvelables. Dans le même temps, il faut s'assurer que cela ne se fait pas au détriment de l'environnement.* »

Cette vision du développement durable n'est clairement pas soutenable. « *La taille de l'économie mondiale est presque cinq fois supérieure à ce qu'elle était il y a un demi-siècle. Si elle continue à croître au même rythme, ce chiffre sera de 80 en 2100* », nous dit Tim Jackson, président de la Commission développement durable du Royaume-Uni. Et jusqu'à présent cette croissance s'est toujours traduite par un impact grandissant sur les écosystèmes et un prélèvement croissant sur des ressources naturelles... pourtant limitées.

Conscients des enjeux environnementaux, la plupart des responsables politiques parlent aujourd'hui d'une « autre croissance » et engagent des actions fortes en faveur de l'économie verte. Mais une telle vision reste avant tout « réparatrice » (« *produire des biens et services contribuant à éviter, réduire ou supprimer des nuisances pour l'environnement* »), et ne remet pas en question la compatibilité de notre cadre économique avec des pratiques durables.

Dans son rapport publié en 2011, le Programme des Nations unies pour l'environnement (PNUE) élargit heureusement le concept en définissant l'économie verte comme « *une économie qui entraîne une amélioration du bien-être humain et de l'équité sociale tout en réduisant de manière significa-*

tive les risques environnementaux et la pénurie de ressources ». L'agroéconomiste américain Lester Brown utilise en 2001 le terme « éco-économie » pour une vision analogue : intégrer les préoccupations environnementales dans le modèle économique existant ne suffit plus, il faut repenser l'économie en fonction des contraintes écologiques de la planète sur laquelle nous vivons, pour la rendre vivable pour les humains d'aujourd'hui et de demain. Notre réflexion vise donc à changer de regard et ne pas se contenter de « verdier » l'économie actuelle. Comme le dit Achim Steiner (PNUE, 2011) : « *Les idées nouvelles sont par nature dérangeantes, mais beaucoup moins qu'un monde frappé par la pénurie d'eau potable et de terres productives sur une toile de fond de changement climatique, d'événements météorologiques extrêmes et de raréfaction des ressources naturelles.* »

Un nouveau rôle pour l'entreprise

Des enjeux planétaires nécessitent la mise en place d'une gouvernance planétaire. Au vu des faibles avancées des conférences internationales, cela va prendre beaucoup de temps. Mais cette durée nécessaire à une révolution fondamentale de l'ordre et du droit international ne doit pas être un prétexte à l'inaction. Les individus ont aussi un rôle important : ils doivent sortir des comportements de consommation actuelle et retrouver la « sobriété heureuse » dont parle Pierre Rabhi.

Entre les deux, l'entreprise, capable de réagir beaucoup plus vite que les instances politiques et rassemblant des moyens plus importants que la plupart des individus, est un formidable outil pour mettre en œuvre les changements. Guidée par la nouvelle demande des consommateurs, encadrée par les règles du jeu mises

en place par les gouvernants, elle peut être la grande force motrice du changement de la société. C'est ce qu'a affirmé en 1999 Kofi Annan, alors secrétaire général des Nations unies, en lançant le Pacte mondial¹.

Un ouvrage pour les responsables d'entreprise

Même si, en période de crise, il n'est pas facile pour un chef d'entreprise de choisir le positionnement préconisé par Kofi Annan, même si la pression de l'actionariat conduit souvent à privilégier le rendement financier à court terme, on trouve de plus en plus d'exemples d'entreprises qui s'engagent dans la voie d'une économie responsable et durable.

Ces entreprises pionnières sont souvent guidées par des chefs d'entreprise qui veulent mettre plus de sens dans leur activité. Mais ce sont des chefs d'entreprise qui ont aussi bien intégré les risques de l'inaction. Ils ont réalisé un peu avant les autres que, sous les contraintes environnementales et sociétales, l'entreprise va devoir évoluer rapidement et adapter son organisation, ses technologies, ses produits et ses pratiques.

Le travail réalisé dans l'ouvrage *En route vers l'éco-économie* a consisté à donner un panorama le plus complet possible des éléments extérieurs qui conduisent l'entreprise à faire évoluer ses pratiques et parfois son business model, à illustrer autant que possible par des exemples concrets, mais aussi à faire sentir l'aspect systémique et transversal d'une démarche vers l'éco-économie qui touche toutes les fonctions et toutes les personnes de l'entreprise.

L'ambition n'était pas d'apporter des réponses toutes faites, mais plutôt de contribuer à la prise de conscience des principaux enjeux et de dégager des lignes de force sur la manière d'agir en conséquence.

Des idées fortes qui ressortent de ce travail

« Tous seront touchés »

Face aux défis et aux menaces que représentent le changement climatique, la raréfaction des ressources naturelles, les atteintes à la biodiversité..., il n'est pas de secteur d'activité ni d'entreprise qui ne doive lancer un processus de changement et s'engager sur la route de l'éco-économie.

« Le risque de l'inaction »

Les enjeux planétaires se traduisent concrètement par des risques émergents pour l'entreprise (rupture d'approvisionnement, réglementations sur les produits ou les procédés, évolutions des modes de consommation avec obsolescence des produits, perte de valeur du patrimoine, image de l'entreprise...). Sous-estimer ces risques et ne s'engager que tardivement sur la route de l'éco-économie revient à s'exposer à un changement qui sera plus cher et plus difficile.

« Une démarche pragmatique guidée par une vision long terme »

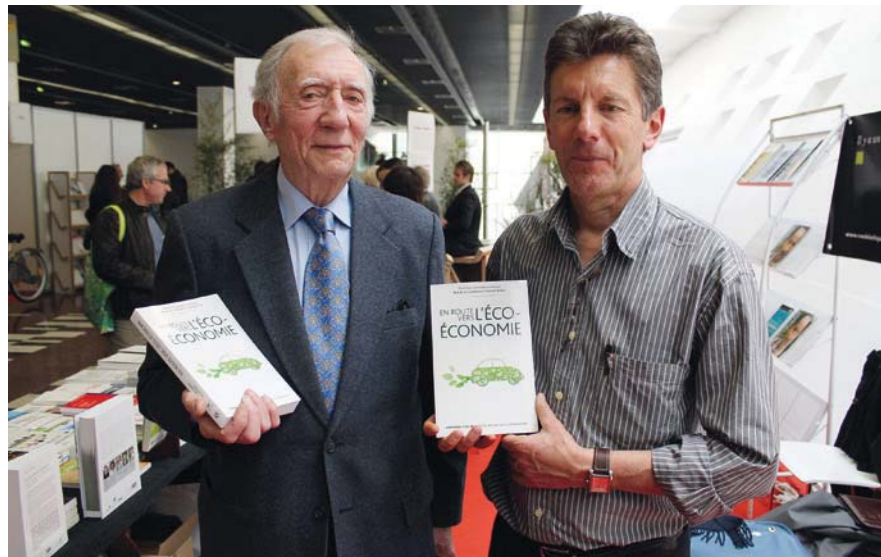
Il est possible de s'engager sur cette route avec des actions simples et limitées au début. Mais il faut avoir une vision claire des objectifs que l'on veut atteindre : s'engager dans l'éco-économie suppose pour l'entreprise de repenser sa raison d'être et sa finalité. L'appropriation de cette vision par tous les acteurs de l'entreprise et leur participation au plan d'action sont indispensables pour progresser sur cette route. Il ne s'agit pas de rajouter un nouveau plan d'action au sein de l'entreprise, mais de mettre en place une démarche systématique à laquelle tous adhèrent.

« L'éco-économie, c'est aussi l'économie »

L'engagement dans l'éco-économie est tout à fait compatible avec la performance économique. Les nombreux exemples d'entreprises engagées présentés dans l'ouvrage en témoignent. À condition peut-être de ne pas se laisser guider par la dictature du profit à court terme.

Alors en route vers l'éco-économie ?

La vision de gouvernants pénétrés des enjeux écologiques de la planète et agissant en conséquence, d'individus convaincus d'abandonner une partie de leur confort individuel au profit du bien commun et d'entreprises œuvrant pour le changement social et environnemental peut paraître idyllique voire complètement irréaliste.



Patrick Nollet et Benoit de Guillebon présentent leur livre.

Et pourtant, sous les apparences, la métamorphose de l'économie en éco-économie est déjà en route. En effet plus que d'une réforme ou d'une révolution, c'est bien d'une métamorphose qu'il s'agit, comme l'a bien décrit Edgar Morin, « un bouillonnement créatif, une multitude d'initiatives locales, dans le sens de la régénération économique, ou sociale, ou politique, ou cognitive, ou éducationnelle, ou éthique, ou de la réforme de vie ».

S'il est déjà présent dans le tissu social, ce bouillonnement créatif est aussi à l'œuvre au sein de l'entreprise et lui fait de plus en plus intégrer au cœur de sa stratégie les enjeux environnementaux et sociaux. Quelques exemples emblématiques sont présentés dans l'ouvrage ; un observateur attentif en trouvera beaucoup d'autres.

Nous sommes donc convaincus que par la combinaison d'actions pragmatiques liées entre elles par une vision systémique, l'entreprise peut faire sa métamorphose et entrer de plain-pied dans l'éco-économie. ■

Benoit de Guillebon (78) est directeur à Pau de APESA, centre technologique spécialisé dans les problèmes d'environnement et de maîtrise des risques.

Patrick Nollet (57) a fait une partie de sa carrière au CEA. Il a créé l'association française des entreprises pour l'environnement dont il a été le premier délégué général.

Ils ont bénéficié de la contribution de nombreux membres du think tank Centraliens : Jacques Millery, Stéphane Boudin, Abigail Rochard, Vincent Darras, Jonathan Riou-Fougeras, Alain Pericaud, Denis Zandvliet, Jacky Sneessens, Sylvain Boucherand, Raymond Nyer, Thierry Marneffe ; et de personnes extérieures comme Nicolas Imbert ou Claire Tutenuit. Ils se sont également appuyés sur des collaborateurs de l'Apesa : Benjamin Tyl, Magali Silva, Hélène Aussignac et Alexandra Bretonnier.

Les chapitres du livre

1. En route vers l'éco-économie : éco-économie et entreprise, risques de l'inaction, une démarche proactive et systémique, éléments pour le futur
2. Les grands enjeux : énergie et climat, écomobilité, raréfaction des ressources métalliques, enjeux de l'eau, restaurer la biodiversité, nourrir l'humanité, évolution des modèles économiques
3. Approches transversales : achats responsables, maîtriser ses impacts, écoconception, écologie industrielle, économie de la fonctionnalité, réglementation et fiscalité, coopération
4. L'éco-économie en pratique dans quelques secteurs d'activité : chimie durable, TIC, distribution, industrie de déchets et des matières premières secondaires

1. Pacte mondial ou Global Compact : pacte par lequel des entreprises s'engagent à aligner leurs opérations et leurs stratégies sur dix principes universellement acceptés touchant les droits de l'homme, les normes du travail, l'environnement et la lutte contre la corruption.

Les enjeux de la croissance verte pour les villes

Face à l'augmentation inéluctable de la population citadine, il devient urgent de penser la ville du futur à travers l'idée de croissance verte. Une ville plus durable, tant sur les plans économique et écologique que social.



Maquette de la tour Elithis de Dijon.

Les villes rassemblent désormais la moitié de la population mondiale et génèrent plus des deux tiers des émissions de CO₂ de la planète. Pourtant, cette urbanisation remarquable ne fait que commencer : d'ici 2050, plus des trois quarts de l'humanité vivra en ville. Le développement d'une économie verte représente donc un enjeu majeur pour ces espaces urbains qui, en s'accroissant, doivent faire face à de nouveaux challenges et des préoccupations environnementales de plus en plus grandes.

L'augmentation de la population urbaine et le fort développement des villes ont des effets notables en termes énergétiques et économiques et affectent également la qualité de vie des habitants. La pollution, la perspective de raréfaction et d'augmentation du coût des ressources énergétiques, la congestion, l'augmentation du volume de déchets ména-

gers sont autant de problématiques qui s'imposent aux villes aujourd'hui. Le territoire urbain est donc au cœur des questions environnementales et semble devenu la maille la plus pertinente pour conduire la transition vers une économie verte.

En France, les secteurs résidentiel et tertiaire consomment environ 44 % de l'énergie et les transports 32 %. Ces consommations découlent directement des modes de vie en ville. Par ailleurs, favoriser le développement urbain durable comporte plusieurs enjeux pour les décideurs locaux. Améliorer la qualité de l'environnement, favoriser les espaces verts et optimiser la mobilité contribuent indéniablement à la visibilité et au dynamisme des villes. De la même manière, les politiques locales de transition énergétique représentent un gisement de développement économique pour celles-ci. Enfin, la lutte

contre la précarité énergétique (concernant près de 15 % de la population française) et la volonté de résilience face à des ressources énergétiques de plus en plus volatiles constituent également pour les villes de fortes motivations pour amorcer une transition vers une économie verte.

Quelle sera la ville du futur ?

Comment concevoir une ville plus durable sur le plan économique et écologique mais aussi social ? Comment imaginer une ville où il fait bon vivre et qui réponde aux attentes des citoyens ? Pour optimiser leur potentiel de croissance, créer des emplois, attirer des populations tout en étant plus respectueux de leur environnement, les espaces urbains doivent trouver de nouveaux modèles. Les villes sont donc devenues des laboratoires de l'économie verte, des espaces d'expérimentation grandeur nature.

Les leviers d'action à disposition des décideurs sont multiples. Compte tenu de l'importance de la consommation énergétique des secteurs résidentiel et tertiaire – évoquée précédemment – la conception et la construction de bâtiments plus sobres en énergie est la solution la plus évidente pour réduire l'empreinte écologique des espaces urbains. Nouvelles normes environnementales pour le bâti, solutions techniques et technologiques exemplaires... C'est l'exemple de la tour Elithis de Dijon, construite en 2009, le premier bâtiment de bureaux à énergie positive et à coût standard au monde. Autre exemple : le concept de murs d'algues – façades bioadaptatives – mis en application à Hambourg, en Allemagne, avec le projet BIQ livré en 2013.

1. Going Green: how cities are leading the next economy, LSE Cities, Philipp Rode, Graham Floater, 2013.

L'écomobilité

Le transport étant le second poste de consommation énergétique en ville, la mobilité durable représente également une condition *sine qua non* au développement d'une économie verte. Ainsi, selon une étude menée par la London School of Economics¹ dans plusieurs villes mondiales, l'écomobilité est la première priorité des plans de transition écologique. Au-delà du développement de la mobilité électrique, de nombreuses autres initiatives permettent de concevoir des transports urbains plus sobres en énergie : optimisation des choix de mobilité en fonction des dépenses énergétiques et émissions de CO₂, développement du covoiturage, mise en place de véhicules (voitures, vélos) partagés, organisation de la mobilité multimodale avec la création de pôles d'intermodalité permettant la connexion entre différents types de transport, mutualisation des places de stationnement... Par ailleurs, de nouvelles solutions technologiques, comme la récupération de chaleur fatale, sont au cœur des réflexions visant à optimiser les transports en commun. Ainsi, au Havre, une ligne de tramway inaugurée en 2012 intègre un système de récupération de la chaleur générée lors du freinage.

Par ailleurs, des solutions de mutualisation et de partage des ressources énergétiques se développent.

- > La récupération de la chaleur des data centers pour assurer le système de chauffage de piscines à Uitikon, en Suisse ;
- > Les bâtiments : chauffage d'un parc d'entreprises à Marne-la-Vallée ;
- > À Stockholm, un système de récupération de la chaleur générée par les voyageurs dans la gare centrale permet de produire une partie des besoins en chauffage d'un immeuble de bureaux.

Compteurs et capteurs

Les NTIC sont indéniablement un outil fondamental pour le développement d'une économie verte en ville. La collecte et le traitement des données énergétiques, grâce à des compteurs intelligents ou des capteurs, permettent ainsi d'ajuster et de maîtriser la consommation. Les TIC permettent d'adapter

l'éclairage public – près de 20 % de la consommation énergétique des collectivités – au trafic de véhicules. La ville de Talant en Côte-d'Or a choisi un système de luminaires à leds adaptatifs, permettant de détecter les véhicules et de réaliser des économies d'énergie de près de 75 %. La ville de Nice expérimente le boulevard connecté équipé de capteurs pour optimiser la gestion de l'éclairage, des déchets, du stationnement. Enfin, le développement des smart grids, de plus en plus courant dans les nouveaux projets urbains comme Smart Community Lyon Confluence, permet d'améliorer la gestion et la distribution des ressources énergétiques à l'échelle du quartier.

Une vision globale des flux

À la lecture de ces bonnes pratiques, une tendance émerge : la transversalité des solutions. L'enjeu aujourd'hui consiste à considérer la ville comme un système et à s'affranchir de la dimension sectorielle au sein de laquelle les solutions écologiques sont imaginées. Cette constatation montre bien l'importance de la forme urbaine pour optimiser les politiques énergétiques et environnementales. La densité et la compacité des espaces urbains sont des éléments essentiels pour le développement d'une économie verte. Elles permettent de développer sur un territoire une vision globale des flux : énergie, matières premières, services urbains et population. Ce principe, qui ouvre la voie à l'économie circulaire en ville, est parfaitement illustré par le projet d'aménagement du quartier d'Hammarby à Stockholm. Il est au cœur d'un vaste projet urbain visant à densifier, reconvertir et optimiser cette ancienne zone industrielle. Grâce à un modèle « d'écocycles », soit le développement de synergies et de mutualisations entre les différents secteurs urbains, les consommations



Le quartier d'Hammarby à Stockholm.



L'îlot A3 du nouveau quartier Confluence de Lyon.

LA FABRIQUE
DE LA
CITÉ

La Fabrique de la Cité est un fonds de dotation créé à l'initiative de Vinci en 2010. La structure a pour objectif de valoriser les initiatives pionnières, en suscitant l'échange entre ceux qui réfléchissent à l'avenir de la ville. Ses trois axes de recherche : l'adaptation de la ville existante, la mobilité durable et l'économie urbaine. La Fabrique de la Cité publie des études et des travaux de recherches en s'appuyant sur des partenariats avec de grandes écoles et des universités.



Rémi Dorval (74)

Président de La Fabrique de la Cité (voir encadré). Directeur délégué de Vinci depuis 2010, il a été PDG du groupe Soletanche

Bachy (travaux publics spécialisés) et président du directoire de Forasol-Foram. Auparavant à la Direction de l'énergie au ministère de l'Industrie et à la Direction du Trésor du ministère des Finances.

énergétiques, le fonctionnement des services urbains et les mobilités douces sont optimisés et parfaitement adaptés au quartier. Un système souterrain de collecte et de traitement des déchets a été mis en place, rendant plus efficaces la gestion et l'entretien de ce service. Le changement d'échelle de l'élaboration des politiques urbaines énergétiques et environnementales est clair : l'îlot et le quartier sont devenus, en lieu et place des bâtiments, les mailles d'expérimentation du développement durable.

Les investissements verts

Malgré l'identification de ces leviers d'action, certaines problématiques de cette transition des villes vers une économie verte sont encore difficiles à résoudre. Le financement, par exemple, représente encore un frein à cette croissance verte. La raréfaction des fonds publics, l'impossibilité de prévoir le coût de l'énergie à long terme et la difficulté d'anticiper les externalités positives des investissements « verts » soulignent la nécessité de trouver de nouveaux modèles économiques pour la ville « verte » ne reposant pas uniquement sur les budgets publics. Les décideurs locaux peuvent pallier les difficultés de financement d'infrastructures vertes sur ces budgets publics grâce à la valorisation du foncier ou au partenariat entre secteurs public et privé.

Par ailleurs, dans la plupart des espaces urbains et notamment en Europe, les villes sont anciennes. Le taux de renouvellement du bâti en France ne représente que 1 % de l'existant. Le problème est certes de concevoir du nouveau mais surtout d'adapter l'ancien. Il faut travailler sur le stock existant : bâti, infrastructures, espaces publics.

Les gains énergétiques réalisés par l'isolation et la réhabilitation sont bien plus intéressants que ceux de la construction *ex nihilo* de nouveaux bâtiments performants.

Changements de comportements

Enfin, pour adapter la ville aux enjeux énergétiques et environnementaux, les pratiques et les comportements des citoyens devront eux aussi évoluer. Les NTIC permettront peut-être une régulation de la consommation énergétique par les usagers eux-mêmes ; le développement, comme à Amsterdam, des lieux de « coworking » ou de l'e-commerce conduira à modeler progressivement une mobilité urbaine optimisée. Ce sont donc aussi des évolutions de comportements qui permettront l'émergence d'une économie verte en ville. Il est donc essentiel de mettre les citoyens au centre cette transition urbaine. Les études montrent qu'ils souhaitent être acteurs de la transformation de leur ville et que le développement des NTIC leur donne des opportunités d'initiatives et d'expression multiples. Ainsi la construction d'une ville durable répondant aux attentes et correspondant aux usages de ses habitants se fera aussi par l'intégration d'initiatives bottom-up, c'est-à-dire venant des citoyens eux-mêmes : la ville verte se construira par les usages.

Mettre en place des approches transversales qui intègrent à l'échelle du quartier, puis de la ville, non seulement des aspects techniques multiples, complémentaires et novateurs, mais aussi des considérations sociales, des évolutions de comportements, des réponses aux aspirations des citoyens, voilà sans doute l'un des défis majeurs de la construction de la ville de demain. Cela suppose que se développent des modes de coopération efficaces entre tous les acteurs de la ville, publics, privés et citoyens : la ville « verte » résultera d'une coconstruction. ■

Jean-Louis Jourdan (SNCF)

Stratégie et bonnes pratiques

Responsable de l'écomobilité et du développement durable à la SNCF, Jean-Louis Jourdan évoque les différentes bonnes pratiques de green business que la société a mises en place ces dernières années.

En quoi le green business oriente-t-il aujourd'hui les réflexions stratégiques au sein de l'entreprise ?

Nous avons défini nos priorités dans un programme intitulé « Excellence 2020 ». Le green business nous oblige à nous préoccuper de deux champs stratégiques. Le premier concerne ce que nous appelons les derniers kilomètres. Dans une mobilité de bout en bout – et non de gare en gare –, comment articuler le parcours principal en train et les futurs modes de transport ? Auto-partage, covoiturage, location de vélos, véhicules électriques, taxis propres, transport à la demande, transport partagé privé/public font partie de notre réflexion. La SNCF veut devenir un opérateur global de transport. C'est pourquoi notre branche « Voyages » a racheté en 2013 deux sociétés de covoiturage, Green Cove et Ecolutis, dans le but de faire du covoiturage de proximité B to B.

Le deuxième champ concerne les services de proximité. Quels services pouvons-nous apporter dans les gares, à bord des trains, mais aussi à domicile ? Nous avons déjà lancé les paniers fraîcheur vendus par les maraîchers dans les gares d'Île-de-France. Ou bien les colis livrés en gare, ce que nous appelons le « pick and click », actuellement en phase de mise en place dans une centaine de gares. Toutes sortes de services sont possibles : conciergeries électroniques, crèches, médecins, coiffeurs-minute. Bref, on peut faciliter la vie quotidienne des gens.

Revenons sur le « transport à la carte », ce que vous appelez le marketing de la mobilité.

Notre modèle, c'est la téléphonie mobile. Les clients veulent pouvoir acheter des forfaits de mobilité territoriale. Pour un forfait mensuel, avoir la possibilité de se déplacer en train, en bus, en utilisant éventuellement

du covoiturage ou vélo. Nous en avons une préfiguration en Bretagne avec la carte « KoriGo ». En Rhône-Alpes, ce pass s'appelle « OÙRA ». C'est un support commun aux réseaux TER, départementaux et urbains qui permet d'offrir des tarifications multimodales attractives. Il est soutenu par 14 autorités organisatrices de transport dans la région, dont l'agglomération du Grand Lyon. Ce sont des services nouveaux qui répondent à des demandes régionales. L'étape suivante consiste à centraliser ces services non plus sur une carte, mais sur le téléphone. La SNCF discute avec les opérateurs de télécoms du modèle économique envisageable.



La carte OÙRA en Rhône-Alpes : valable pour les trains régionaux mais aussi pour les bus ou le vélo en libre-service.

Menez-vous des actions en matière d'économie circulaire ?

Nous sommes bien conscients de la nécessité de recycler nos matériels roulants, le ballast, les traverses, les vêtements de travail, et nos déchets électroniques. Nous avons créé à Culmont-Chalindrey, dans la Haute-Marne, un site industriel de démantèlement des matériels ferroviaires qui complète un site déjà existant au Mans. Nous devons démanteler 20 000 tonnes de matériels roulants par an. Ce

nouveau site pourra aussi démanteler des matériels militaires terrestres, une matière première fournie par le ministère de la Défense. Nous récupérons cuivre, métal, tissu, mousses et verre. Autre chantier, celui-ci en association avec Réseau ferré de France : le traitement des 40 000 tonnes de traverses en bois que nous remplaçons chaque année. Ces traverses sont imprégnées de créosote, qui prévient le pourrissement du bois et disparaît avec le temps ou par craquage à 350 degrés. Cette ressource peut être utilisée en cogénération : 50 % de chaleur exportée dans les réseaux à destination des industriels, le reste en électricité pour réinjecter sur le réseau. Les traverses intéressent aussi les industriels du ciment. Elles servent également à fabriquer du charbon de bois. Économie circulaire encore : les tenues des agents, à titre expérimental, sont transformées en panneaux isolants pour le bâtiment.

Avez-vous un exemple d'innovation technologique directement liée à votre démarche de développement durable ?

La gare de Versailles-Chantiers. Nous l'avons équipée d'un réseau électrique intelligent, ou smart grid. Grâce à ces capteurs, nous recevons toutes les 15 minutes notre consommation d'électricité, qu'il s'agisse des automates, de la ventilation ou de l'éclairage (40 % de la consommation électrique d'une gare). Ces informations vont nous permettre de lisser les pics de consommation. Mais cela va plus loin. On peut mutualiser nos consommations d'énergie avec notre environnement proche : le quartier, la ville... L'association des partenaires institutionnels est ici emblématique : le grand Versailles, le département des Yvelines et des industriels (Alstom, GDF Suez...). « Versailles smart city » peut venir un slogan pour eux aussi.



Une rame de RER en cours de lavage : on récupère l'eau de pluie sur le site des Joncherolles, dans la Seine-Saint-Denis.



Labri à vélos de la halte écodurable de Niederbronn-les-Bains, en Alsace. La gare est construite avec une ossature bois.

D'autres exemples dans votre catalogue « bonnes pratiques » ?

L'aménagement de nouvelles gares dans les zones rurales. Nous avons réalisé en 2008 la gare de Niederbronn-les-Bains, en Alsace, en ossature bois et panneaux solaires. L'empreinte environnementale est proche de zéro. Les élus apprécient l'éco-conception de ces haltes. Le modèle est aussi adapté aux gares « simples » de la deuxième et troisième couronne en région parisienne, celles qui n'emploient pas de personnel et qu'on peut construire rapidement avec des matériaux locaux et recyclables.

Un autre exemple : la préservation de la biodiversité. Sur l'ensemble du réseau, l'utilisation de dés herbants sur les voies ferrées diminue chaque année (- 40 % en 10 ans). Nous sommes équipés de dés herbantes intelligentes géolocalisées par satellite. Elles auscultent les herbes et déposent du dés herbant uniquement où il faut, en temps réel, en roulant à 60 km/h. Bref, on n'épand plus n'importe où, on cible. Mieux : le dés herbage s'arrête automatiquement dès qu'on approche d'une nappe phréatique avec des points de captage d'eau potable.

Un troisième exemple : l'eau. Nous récupérons depuis plusieurs années l'eau de pluie dans notre centre de maintenance de matériel des Joncherolles, dans la Seine-Saint-Denis. Nous l'utilisons pour nettoyer nos locomotives et nos wagons. C'est une économie de plusieurs milliers de mètres cubes par an.

Comment le développement durable interfère-t-il sur la politique d'achat du groupe ?

La SNCF achète pour 6 milliards d'euros par an. Nous agissons auprès de nos fournisseurs pour qu'ils mettent eux aussi en place une politique RSE efficace et les habilitons en fonction

de la qualité de leur production. C'est une démarche qui prend du temps : nous avons 60 000 fournisseurs et nous en avons évalué 7 000.

Nous achetons beaucoup dans la sphère de l'économie solidaire. Nous recyclons ainsi une partie de nos déchets électroniques auprès d'ateliers protégés, les Esat, qui emploient des personnes en situation de handicap. C'est un chiffre d'affaires de 60 millions d'euros par an.

La SNCF travaille de concert avec ses fournisseurs dans le domaine de l'innovation comme celui de la sobriété énergétique. Dans les futurs appels d'offres de TGV, le gouvernement fixe aux constructeurs une augmentation d'au moins 30 % de l'efficacité énergétique. Nous encourageons nos fournisseurs à réfléchir sur les nouveaux matériaux, l'allègement des matériels, la refonte de la chaîne de traction, le changement de la ventilation, la régulation de la ventilation des rames par la respiration des passagers...

Avez-vous pris des initiatives dans la formation du personnel, l'intégration à l'évaluation des dirigeants ?

Nous formons tous les conducteurs à l'écoconduite. Fin 2015, 430 TGV seront équipés de compteurs d'énergie permettant d'optimiser les gestes métiers et la consommation électrique. Nous espérons réduire ainsi de 5 à 6 % la consommation de nos trains. L'enjeu est clair : nous devons baisser de 20 % notre consommation d'énergie d'ici 2022.

Une formation des cadres supérieurs au développement durable a pris la forme de sessions de 2 jours. Cette sensibilisation est également réalisée dans certains services, particulièrement interpellés par le développement durable. Et en février, nous avons organisé pour nos cadres dirigeants un séminaire sur la « sobriété éner-

gétique ». Nous n'avons en revanche pas encore adopté de critères RSE dans la rémunération variable des cadres supérieurs et dirigeants.

Que représente le green business dans le bilan global de la SNCF ?

C'est difficilement chiffrable parce que cela concerne l'ensemble des activités du groupe et se calcule dans la durée. Le vrai sujet est celui de l'intégration du DD dans tous les business existants !

Cela reste une priorité malgré la crise économique ?

Bien sûr ! C'est justement en période de crise, alors que les budgets se resserrent, qu'il faut voir l'avenir autrement. C'est même une formidable opportunité pour notre société et pour l'économie en général que d'aborder positivement la transition énergétique et écologique. ■

Propos recueillis par Catherine Verger



Jean-Louis Jourdan
Formation Arts et Métiers et Sciences économiques. Directeur du développement durable à la SNCF depuis février 2008. Début de carrière

dans le nucléaire (Alstom-Framatome). À la SNCF, il a été successivement directeur d'un centre industriel, d'une ligne de banlieue, de la région de Toulouse, des RER B et D, du développement de la branche « transport public », avant de se consacrer à l'écomobilité et au développement durable.

L'économie verte appliquée au domaine de l'eau

Réutiliser les eaux usées

Les eaux usées peuvent tout d'abord être réutilisées après traitement dans leur globalité. Par exemple, l'usine Essilor de Sézanne, dans la Marne, recycle désormais au moins 70 % des eaux consommées, eaux qui seront directement réutilisées en production. Autre exemple, Disneyland Paris est le premier opérateur de parcs à thème en Europe à s'équiper d'une station de recyclage pour réduire sa consommation d'eau potable. La quasi-totalité des eaux usées du site, soit 740 000 m³ par an, est recyclée pour alimenter des attractions, nettoyer les voiries, arroser les espaces verts, notamment le golf, ou encore contribuer au refroidissement de la centrale énergétique qui alimente le site. Le surplus est reversé dans l'un des bassins de rétention d'eaux pluviales de Val d'Europe. Ainsi 330 000 m³ d'eau par an sont économisés. La station d'épuration bénéficie d'une solution technologique performante avec sa filtration membranaire (procédé Biosep) qui assure l'élimination poussée des bactéries, virus et parasites.

De manière générale, la réutilisation des eaux usées est en voie de développement dans le monde. En France la réglementation stricte, qui impose des traitements épuratoires parfois importants, est un des freins possibles à son développement.

Tirer des matières des eaux usées

On peut également produire ou récupérer des matières à partir des eaux usées. Ainsi, Veolia Eau a installé sur la station de traitement Acquiris, en Belgique, un prototype unique au monde qui valorise en bioplastique la matière contenue dans les eaux usées des collectivités. La société contribue ainsi à la préservation des ressources fossiles en pétrole, élément essentiel pour la fabrication du plastique. Le pilote a produit ses premiers bioplastiques biodégradables en 2011, validant ainsi 10 ans de recherches. Reste à atteindre le stade de la production industrielle.

À Wassermansdorf (Allemagne), un traitement innovant par cristallisation MAP

(magnésium ammonium phosphate) récupère l'acide phosphorique contenu dans les eaux usées. Ce produit est employé comme engrais agricole en remplacement, à quantité et qualité égales, de celui fabriqué à partir du phosphore d'origine minière. À Milwaukee (États-Unis), une installation transforme les boues séchées issues du traitement épuratoire des eaux usées en Milorganite (« Milwaukee Organic Nitrogen »), un fertilisant biosolide de haute qualité utilisé en agriculture. Ces procédés sont souvent robustes et éprouvés, la labellisation des produits obtenus est pour sa part en voie d'accélération.

Récupérer la chaleur des eaux usées

Les eaux usées peuvent aussi être valorisées sous forme de chaleur. Ainsi, à Toulouse, sur l'usine de dépollution Ginestous-Garonne, le procédé « Energido » récupère les calories des eaux usées dont la température dépasse les 17 °C. Une station de pompage envoie ces eaux vers un échangeur thermique déporté qui va transférer leur énergie vers un fluide caloporteur. Une pompe à chaleur restitue l'énergie en produisant une eau à la température souhaitée (40 à 60 °C) qui alimentera le réseau de chauffage de la plate-forme de compostage des boues de l'usine. D'une puissance de 250 kW, cet équipement qui a bénéficié de l'aide de l'Ademe permet une économie de 650 000 kWh/an (figure 2).

Ce procédé de récupération de chaleur est en voie de développement dans le monde. Il nécessite cependant des flux d'eaux usées importants (correspondant au moins à quelques milliers d'habitants) sur une même canalisation, afin d'avoir un système de récupération de chaleur efficient.

Produire du biogaz

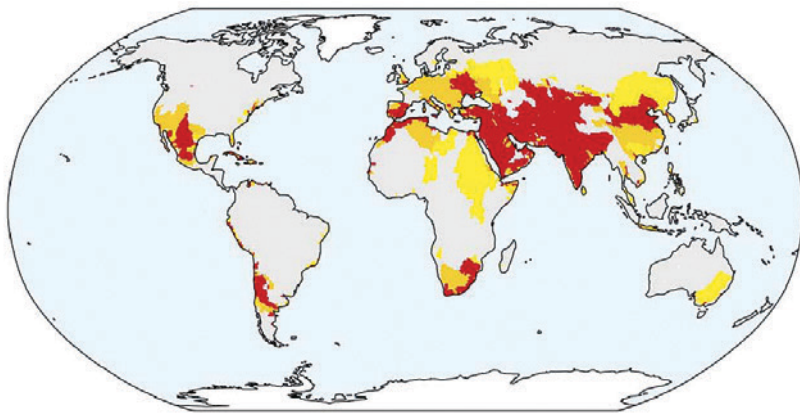
Le traitement des boues d'épuration des eaux usées conduit par ailleurs à la production d'énergie sous forme de biogaz. Dans l'unité hongroise de Pest Sud, qui traite les eaux usées d'une population équivalente à 300 000 personnes, une solution a été développée et brevetée pour optimiser la

Selon l'ONU (2012), les besoins en eau augmenteront de 30 % d'ici à 2030. Dans un contexte mondial où l'eau douce est une ressource limitée et où l'économie circulaire est encouragée, des innovations techniques permettent la réutilisation des eaux usées ou leur valorisation sous forme de matières, de chaleur et d'énergie. S'y ajoutent de nouveaux modèles économiques qui favorisent un accès plus large à l'eau potable ou limitent les prélèvements d'eau dans le milieu naturel.



Figure 1 : Billes de bioplastique.

2050



Severity level
(water exploitation rate)

- No (< 0.1)
- Low (0.1 - 0.2)
- Medium (0.2 - 0.4)
- Severe (> 0.4)

Figure 2 : Zones de Stress hydrique en 2000
source : OCDE 2011, *Environmental Outlook to 2050*.

transformation des boues. Elle a permis de quadrupler la production de biogaz et de tripler la production électrique de la centrale, qui génère désormais 80 % à 90 % des besoins en électricité du site. De même, en Chine, depuis fin 2013, le traitement des 2000 tonnes de boues produites chaque jour par les onze stations d'épuration de Hong Kong produit 20 MW d'électricité. Ces filières connaissent un grand succès mais doivent là encore être installées sur des stations de moyenne et grande importance afin que l'investissement soit efficient.

Récupération de l'eau de pluie

Le recyclage des eaux concerne de surcroît la réutilisation de l'eau de pluie. Ainsi à Marne-la-Vallée, en banlieue parisienne, le Syndicat d'agglomération nouvelle du Val Maubuée a installé un système de récupération d'eau de pluie pour le lavage de l'ensemble des véhicules du centre technique intercommunal. Les travaux ont consisté en la pose de deux cuves enterrées en béton de 20 000 litres chacune, dotées d'un système de supervision en temps réel du niveau de la cuve par un accès Internet sécurisé.

Si la réutilisation de l'eau de pluie se développe principalement dans les pays en stress hydrique, d'autres pays s'en soucient. En Belgique, l'installation de récupérateurs d'eau de pluie est désormais obligatoire pour toutes les constructions neuves. En France, c'est seulement à un échelon local qu'il existe des exemples d'installation généralisée de systèmes de récupération d'eau de pluie¹.

De nouveaux business models

Enfin, de nouveaux business models s'ajoutent aux innovations techniques. Au Bangladesh,

où la plupart des nappes phréatiques sont contaminées à l'arsenic, Veolia Eau et Grameen Bank ont créé en 2008 une société commune reposant sur les principes du social business² afin de produire une eau potable accessible aux populations rurales les plus démunies. Vingt-trois bornes fontaines approvisionnent 40 000 habitants (communes de Goalmari et Padua) avec de l'eau vendue cent fois moins cher que l'eau en bouteille disponible localement.

Dans les pays occidentaux et notamment en France, les contrats de performance se multiplient dans le secteur de l'eau : une part significative de la rémunération des distributeurs d'eau dépend maintenant par exemple de la réduction des fuites d'eau sur les réseaux publics, de la pollution éliminée ou plus globalement d'indicateurs de développement durable. Soulignons que le modèle français de délégation de service public offre un large espace de créativité contractuelle pour les collectivités qui souhaitent mener une politique volontariste en matière de développement durable.

Repenser les filières de production

Les procédés innovants décrits ci-dessus couvriront-ils la croissance des besoins en eau ? La gestion de l'eau étant locale, la réponse à cette question dépendra de chaque région du monde (figure 2).

Dans les zones en stress hydrique, ils ne suffiront vraisemblablement pas. Il faudra repenser les filières de production qui sont grandes consommatrices d'eau, écarter les produits dont l'empreinte hydrique est élevée (sur l'ensemble de la chaîne, 13 000 litres d'eau sont nécessaires pour produire 1 kg de viande de bœuf, 4 000 litres pour fabriquer



Figure 3 : Images satellites de la mer d'Aral en 1989 (à gauche) et en 2008 (à droite).
Source : Wikipedia.

un t-shirt). Rappelons que le détournement d'une partie des eaux des fleuves qui alimentaient la mer d'Aral pour irriguer une des plus grandes zones mondiales de culture du coton a provoqué son assèchement (figure 3).

La répartition de l'eau entre les différentes filières (agriculture, production d'électricité, industrie, usages domestiques...) pourrait être régie par des juridictions locales, comme le tribunal de l'eau de Valence, en Espagne, qui existe depuis 1 000 ans. ■



Vincent Darras (93)

Actuellement directeur des marchés publics au sein de Veolia Eau Île-de-France, après en avoir été le directeur du développement (2010-2012).

Directeur d'agence chez Veolia Eau successivement dans trois régions : Bretagne, Picardie et Île-de-France (1994-2010).

1. Soulignons qu'en France, les taux de retour sur investissement des systèmes évolués de récupération d'eau de pluie pour remplacer l'utilisation d'eau potable sont souvent très limités, ce qui peut constituer par ailleurs un élément démontrant le caractère modéré du prix de l'eau potable.

2. Le modèle économique du social business (d'après les travaux du professeur Muhammad Yunus, prix Nobel de la paix en 2006) repose sur la production locale de biens ou de services collectifs sans pertes ni dividendes : les bénéfices de la vente sont intégralement réinvestis dans le développement du projet. Ce modèle permet aussi aux populations locales de s'approprier le système entrepreneurial, non seulement par la rémunération du bien ou du service consommé à un prix adapté à leur niveau de vie, mais aussi en contribuant à la production de ce bien ou au fonctionnement de ce service, notamment par la création d'emplois.

L'innovation au cœur d'un complexe agro-industriel



Vue aérienne de la bioraffinerie de Bazancourt-Pomacle en Champagne.

La bioraffinerie de Bazancourt-Pomacle, au nord-est de Reims, valorise les ressources végétales agricoles, forestières et algales. Ses productions sont très variées : ingrédients et compléments alimentaires pour l'homme et l'animal, biomolécules qui relèvent pour la plupart de la chimie verte du végétal et des biotechnologies blanches, bioénergies et agro-matériaux.

Le site est au cœur d'un espace agricole dédié aux « grandes cultures » : blé, orge, betterave à sucre, pois protéagineux, luzerne. L'agriculture de cette région doit principalement son développement à la détermination des hommes, à leur capacité à intégrer les progrès techniques (fertilisation, phytoprotection) et à se regrouper. C'est sur la base du slogan « *Faisons nos affaires nous-mêmes* », lancé par Gustave de Bohan, aïeul d'une lignée d'agriculteurs encore en responsabilité actuellement, qu'une dynamique de coopération a pu se déployer. Elle a permis d'atteindre un niveau de développement exceptionnel, tant sur le plan agricole que sur le plan de la transformation industrielle et de l'innovation.

Le véritable tournant pour le site se situe au début des années 1990. À l'époque, il est occupé par une sucrerie importante et performante propriété du groupe Cristal Union. Le destin du site bascule avec la construction simultanée de Chamtor – amidonnerie-glucoserie appartenant au groupe céréaliier Siclaé –

et d'ARD – Agro-industrie Recherches & Développements – un centre de recherche mutualisé entre les « céréaliers » et les « betteraviers ». Les collectivités locales et territoriales (le département de la Marne, puis la région Champagne-Ardenne et enfin Reims Métropole) apportent alors un soutien majeur à l'innovation, qui n'a jamais fait défaut depuis plus de vingt ans.

Avec la création de la plateforme BRI – Bioraffinerie Recherche & Innovation – le complexe agro-industriel se double d'un pôle d'innovation, ouvert vers d'autres types de partenaires en amont et en aval. La configuration actuelle est quasi unique en Europe. Elle associe agriculteurs, industriels, pouvoirs publics et acteurs académiques. Centrale Paris est présente sur le site depuis fin 2010 et AgroParisTech depuis mi-2012. Elles rejoignent Neoma (anciennement Reims Management School) et l'université de Reims Champagne-Ardenne. Ce site est une des composantes du pôle de compétitivité « Industries et Agro-ressources », source de coopérations diverses et multiples.



Granulés à partir de biomasse.



Futurool produit de l'éthanol à partir de déchets végétaux.

La bioraffinerie à l'interface de l'industrie et de la recherche

Le site industriel de Bazancourt-Pomacle transforme annuellement près d'un million de tonnes de blé et deux millions de tonnes de betteraves. C'est aussi un millier d'emplois, dont près de 150 au niveau de la plate-forme d'innovation BRI. Mais c'est surtout un écosystème industriel intégré dans son environnement agricole, en interaction avec le monde de la recherche et les collectivités. L'ensemble des synergies et des échanges de flux et de matières (eaux, vapeur, énergie, coproduits, capture et valorisation du CO₂, traitement mutualisé des effluents, méthanisation...) en fait une réalisation emblématique, comparable au site danois de Kalundborg, pionnier en matière de « symbiose » industrielle et environnementale.

Un travail systématique d'étude du site sous l'angle de « l'écologie industrielle » a été entrepris depuis quelques années sous l'impulsion d'ARD. L'objectif est double : étudier le métabolisme à l'intérieur même du site et ses interactions avec son environnement. Des enseignants chercheurs et élèves ingénieurs de Centrale Paris sont impliqués dans ces projets : recyclage des eaux de process, modélisation de la dispersion atmosphérique des odeurs, épuration des effluents de la bioraffinerie par algues et microalgues...

Des investissements industriels lourds ont été réalisés ces dernières années. L'usine Cristanol qui produit 280 000 tonnes d'éthanol est dotée d'une centrale de production de vapeur base biomasse et d'une unité de capture de CO₂ financée par Air Liquide. La plateforme a vu se concrétiser de belles réalisations à partir des programmes de recherche d'ARD : création et développement de Soliance, producteur d'actifs cosmétiques devenu une référence pour les plus grands acteurs mondiaux du secteur ; création de BioAttitude et Wheatoleo pour la production de tensioactifs agrosourcés ; création de BioAmber, seul producteur mondial d'acide succinique par fermentation (une joint-venture avec une société nord-américaine). On notera également la présence sur le site du pilote Futurool – production d'éthanol 2^e génération à partir de lignocellulose – preuve qu'on peut produire du biocarburant à partir de déchets végétaux.

Toutes ces réalisations créent un contexte très stimulant pour les chercheurs et étudiants. La plateforme BRI permet d'envisager la conduite d'un projet depuis la phase laboratoire (quelques litres) jusqu'à la démonstration industrielle (quelques centaines de mètres cubes) en s'intéressant à toutes ses

facettes (scientifiques, techniques, économiques, humaines, sociétales).

La participation de Centrale Paris

L'équipe de Centrale Paris, implantée sur la plate-forme BRI depuis fin 2010, comporte aujourd'hui une quinzaine de chercheurs et doctorants qui travaillent sur des problématiques liées aux agro-ressources, en lien avec des industriels et des partenaires académiques et institutionnels ; elle est adossée au Laboratoire de génie des procédés et matériaux de l'École. Les travaux de recherche combinent approches expérimentales et modélisation pour comprendre les phénomènes microscopiques mis en jeu dans les procédés et les transposer à une échelle macroscopique cohérente avec le développement d'applications industrielles.

Ces travaux peuvent être regroupés selon trois axes :

- Production de micro-organismes et métabolites par fermentation ou culture de cellules végétales (production de levures pour l'industrie viticole, de principes actifs d'intérêt cosmétique ou pharmaceutique par culture de cellules « souches » de vigne, production de monomères pour la fabrication de biopolymères).
- Mise en œuvre de technologies séparatives pour la purification des métabolites produits, purification d'acides organiques, de sucres spéciaux, de gaz, d'effluents liquides...
- Matériaux, procédés de préparation de la biomasse végétale avant les étapes de fermentation, devenir des matériaux de construction à base de fibres végétales : modélisation des relations structure/propriétés des matériaux en vue d'applications performantes du point de vue de l'isolation thermique, du comportement hygroscopique ou du meilleur compromis entre propriétés structurales et isolantes.

Ce positionnement est en totale cohérence avec les valeurs de l'École Centrale Paris et sa stratégie de formation, que ce soit la formation « des médecins des usines et des fabriques » chère à Alphonse Lavallée dès la création de l'École, ou le Centralien « leader, entrepreneur, innovateur » de la récente réforme Ariane. Aborder ces problèmes complexes qui mêlent biologie, chimie, physique, génie des procédés, mécanique des fluides, science des matériaux, économie, développement durable sont autant de formidables défis à relever pour nos jeunes.

La biomasse du futur

Le développement à grande échelle des fermentations industrielles est largement conditionné par l'accès à des sources de sucres (hydrates de carbone) à la fois abondantes et au « meilleur coût ». Des progrès considérables ont été réalisés dans les sciences du vivant, notamment biologie de synthèse et ingénierie métabolique. Ces progrès sont tels que l'on peut aujourd'hui envisager de produire par fermentation de très nombreux produits chimiques de type « drop-in », c'est-à-dire directement injectables dans les circuits de la chimie base pétrole – l'accès aux substrats demeure un facteur limitant. Positionnée au cœur d'un grand bassin céréalier et betteravier, la plate-forme BRI offre un accès privilégié aux substrats dit de 1^{ère} génération (amidon, glucose, saccharose). La participation au

projet Futurol ménage un avenir dans lequel pourraient être pris en compte des sucres « pariétaux », c'est-à-dire issus de l'hydrolyse de la biomasse ligno-cellulosique, de type C5 (xylose, arabinose...) et C6 (glucose, mannose...).

Mais les déchets végétaux ou les cultures spécifiques sont en eux-mêmes limités. Les seules sources de carbone non limitées et directement disponibles sont les déchets liés à l'activité humaine : gaz carbonique, effluents d'assainissement urbain, eaux usées industrielles. Peut-on utiliser directement ces sources de carbone ? Comment faire « coup double » à partir de ces nuisances en les purifiant et créant de la valeur à partir de leur contenu carboné ? Seront-ils la biomasse du futur ?

Dans le cadre d'études plus prospectives, l'École Centrale travaille notamment sur

l'utilisation directe du CO₂ par des micro-organismes pour produire des molécules d'intérêt : par exemple des monomères destinés à la production de biopolymères, que ce soit par voie photosynthétique (microalgues) ou non-photosynthétique.

L'avenir

Les perspectives sont multiples ; de nombreux verrous restent en effet à lever, scientifiques, techniques, économiques, industriels, environnementaux, sociétaux... promettant de passionnantes études et réalisations. L'avenir passera donc par une coopération encore plus développée entre tous les talents avec toujours plus d'interfaces porteuses de synergies. Quelle extraordinaire opportunité pour nos jeunes ingénieurs d'être ainsi au cœur de l'innovation et des grands défis du XXI^e siècle ! ■



Dominique Pareau (74)

Docteur ès sciences physiques (81), enseignante chercheur à l'école (génie des procédés) et directrice des études de l'école (2003-2009), elle est depuis 2010 responsable de la chaire d'enseignement et de recherche « biotechnologies blanches ».



Marie Loyaux

Diplômée d'Agro Paris, ex-chargée de mission à la région Picardie, ex-exploitante agricole (produits laitiers), elle est responsable depuis un an de la thématique agro-matériaux au pôle de compétitivité Industries et Agro-Ressources.



Jean-Marie Chauvet

Docteur en biochimie des macromolécules, titulaire d'un DEA d'Écologie appliquée, chercheur au Canada (1988-1990), il a successivement été directeur du Cavisa (Reims) et de l'Adriac. Consultant indépendant auprès d'organismes publics, il est aujourd'hui en charge de la plate-forme d'innovation BRI à Bazancourt-Pomacle.

Les agro-matériaux

Il n'existe pas aujourd'hui de définition officielle. On parle de plus en plus de matériau biosourcé, en référence à l'origine biologique (principalement végétale) de tout ou partie des composants du matériau. Le développement de ces matériaux biosourcés a été relancé dans le cadre du contexte général de prise de conscience de la diminution des ressources fossiles et du réchauffement climatique. Mais depuis la nuit des temps, l'homme a développé des matériaux avec les « ingrédients » disponibles localement comme le torchis, la paille, le bois... Désormais, non seulement l'utilisation d'une ressource locale, mais surtout la valorisation de performances économiques et techniques scientifiquement prouvées sont à la base du développement de ces matériaux.

On les trouve dans une multitude de domaines d'applications :

automobile ; aéronautique ; bâtiment et travaux publics ; emballage ; biomédical ; biomécanique ; plasturgie ; biens d'équipement ; génie électrique ; transport...

Exemples d'applications :

- **BTP** : bétons de lin, de chanvre, isolants à base de fibres naturelles de lin ou chanvre, qui présentent des caractéristiques très intéressantes en termes de régulation thermique et/ou hygrométrique.
- **Transports** : matériaux composites contenant des renforts fibreux naturels (fibres longues ou courtes de lin, chanvre, kénaf, sisal, jute, coco) et/ou des matrices composées de polymères thermoplastiques ou thermodurs (PLA, PBS, PE biosourcé) totalement ou partiellement biosourcés. Les propriétés recherchées sont multiples : allègement, meilleures performances acoustiques, absorption des vibrations, meilleures performances environnementales, design...
- **Emballages** : biodégradation, allègement, recyclabilité, propriétés barrières...

Les avancées sont assez récentes et la palette de produits déjà intéressante (cf. **Agrobiobase**, www.agrobiobase.com). Il reste de nombreux verrous à lever en termes de prix, de cadence de production, d'amélioration des propriétés mécaniques pour répondre à une plus large palette de cahiers des charges. Enfin, n'oublions pas la gestion de la fin de vie qui pourra nécessiter la mise en œuvre de nouvelles solutions.

La certification pour mettre en œuvre des équilibres gagnant-gagnant

« Il ne faut pas faire de confusion de genres et c'est à chacun de prendre ses responsabilités », nous dit le philosophe André Comte-Sponville¹. Une « économie verte » est, et restera, « de l'économie ». Son établissement passe par un équilibre gagnant-gagnant dont la stabilité est fondée sur une relation de confiance. Sans réel intérêt économique, les modèles ne peuvent être durables. Dans ce contexte la certification intervient comme arbitre, par son indépendance et la compétence de son jugement. Illustration avec le cas de l'exploitation forestière.

La forêt est une ressource mondiale vitale mais fragile et menacée. Renouveau en oxygène, biodiversité mais aussi habitat naturel ou garde-manger... la subsistance de 1,6 milliard d'individus en dépend². Or la déforestation, qui est aussi l'un des principaux vecteurs d'émissions de CO₂ (17 % des émissions mondiales³), va grand train : 5,2 millions d'hectares par an ont disparu entre 2000 et 2010, soit environ quatre terrains de football toutes les 5 secondes⁴.

C'est avant tout le développement économique qui fait pression, inexorablement dopé par la mondialisation. Culture de palme à huile, de soja ou besoins pour la construction ou l'industrie, la mobilisation des sols et l'utilisation des matières premières soutiennent l'expansion économique des pays, au détriment de ce patrimoine universel que constituent les forêts primaires. Les pays en développement ont suivi notre exemple : au cours du deuxième millénaire, nos ancêtres ont défriché l'équivalent de 45 % du territoire européen⁵ ! Les prospectivistes de McKinsey tablent sur un besoin de 175 à 220 millions d'hectares de surfaces arables supplémentaires entre 2010 et 2030⁶, de quoi nous inquiéter davantage sur la continuité du phénomène.

Cette évolution est-elle inexorable ? Existe-t-il des alternatives ou des mécanismes pour enrayer cette marche ? Le consommateur vertueux reste mal informé. Si la coupe de forêts primaires fait encore souvent la une des médias, ce n'est pas le cas des solutions aujourd'hui mises en place par la filière bois. Par exemple le Forestry Stewardship Council (FSC), l'un des programmes de certification des forêts gérées durablement les plus répandus dans le monde (187 millions d'hectares, plus de 28 403 certificats), était encore mé-

connu de 85 % des consommateurs français en 2010⁷. Or il est à la fois considéré comme crédible par les ONG les plus actives et satisfaisant pour les entreprises certifiées, 21 % d'entre elles y voyant même un avantage compétitif. De plus, les critères sur lesquels il se fonde sont établis par un collège d'experts et validés lors d'assemblées générales annuelles regroupant plusieurs centaines de membres d'horizons différents.

Les consommateurs ne sont enfin pas toujours conscients qu'ils achètent des produits certifiés. Pour exemple en 2012, plus de 23 % des sources de bois utilisées par Ikea étaient certifiées FSC, alors que le logo du label n'apparaît pas systématiquement sur les produits.

Témoigner de la gestion durable de la forêt

La certification vise à identifier sur l'ensemble de la chaîne de transformation des bois issus d'exploitations forestières gérées durablement, suivant des critères d'économie verte :

- ▶ gestion durable des ressources forestières et préservation de l'écosystème (roulement des zones d'exploitation, prélèvements sélectifs, maintien des forêts à « haute valeur » pour leur conservation) ;
- ▶ conformité réglementaire, reconnaissance et respect des peuples indigènes (consultations publiques, gestion de l'impact environnemental, social et économique des exploitations) ;
- ▶ amélioration des conditions de vie des populations autochtones (protection des droits, maintien d'une inflation basse, projets à impacts sociaux tels que construction d'écoles ou de centres de soin...).

Pour améliorer son image de marque et garantir ses approvisionnements, la filière bois mondiale s'est structurée sous l'impulsion des

grands donneurs d'ordres (grande distribution, papier, packaging, majors de la grande consommation...). Nombre de ces derniers se sont publiquement engagés pour un objectif de 100 % de matières certifiées.

Aujourd'hui les deux programmes de certification de la gestion durable de la forêt (FSC et PEFC) couvrent ainsi plus de 10 % des forêts mondiales. Encore trop peu, certes, mais la dynamique de changement est en marche. La multiplication des sources de produits certifiés réduit les coûts et rend ces produits de plus en plus accessibles.

Le principal vecteur de ce changement est donc bien le marché, et la certification joue ici un rôle indispensable dans la création de cet équilibre gagnant-gagnant.

Soutenir la lutte contre la déforestation

80 % de la forêt mondiale est détenue par les pouvoirs publics⁸. La déforestation, d'usage pratiquée actuellement dans les pays émergents, relève souvent d'un problème de gouvernance locale. Soit les États prennent sciemment la décision d'utiliser les surfaces forestières (projets d'aménagement du territoire), soit ce sont des pratiques illégales d'exploitation. D'après l'Organisation des Nations unies pour l'alimentation et l'agriculture (FAO), le commerce de bois illégal représenterait entre 10 % et 30 % du commerce mondial de bois⁹ et un chiffre d'affaires global équivalent au trafic de stupéfiants dans le monde.

Les autorités de plusieurs pays consommateurs de produits en bois ont pris des mesures pour endiguer ce phénomène. C'est notamment le cas de l'Union européenne :

- ▶ depuis 2003, le programme coopératif FLEGT (Forest Law for Enforcement, Governance and Trade) vise le montage d'accords



Les deux programmes de certification de la gestion durable de la forêt (FSC et PEFC) couvrent plus de 10 % des forêts mondiales.

bilatéraux avec des pays souhaitant exporter leurs produits sur le marché européen, une fois qu'un système de contrôle de l'exploitation forestière et du commerce du bois aura été mis en place. Mais à ce jour seuls cinq pays ont signé un tel accord, et aucun de ceux-ci n'est actif¹⁰ ;

▶ depuis 2013, le Règlement européen sur le bois (n° 995/2010/CE) vise directement les entreprises européennes importatrices de bois ou de produits dérivés (papier, emballage...). Il leur impose un examen systématique de la légalité de l'origine de tous les bois contenus dans les produits importés en UE. Sont en jeu de lourdes amendes, une suspension de licence commerciale et une condamnation pénale.

Des dispositions réglementaires sont aussi en place aux États-Unis et en Australie. D'autres grands marchés de consommateurs (comme le Japon) discutent de mesures similaires.

Dans ce cadre la certification, dont l'un des critères fondamentaux est la légalité de l'exploitation, est un moyen robuste et reconnu de permettre la mise en marché du produit. Cependant, les autorités européennes n'ont pas reconnu comme « automatique » la conformité des principaux schémas de certification (FSC et PEFC), ceci afin que les importateurs européens restent vigilants face aux faux certificats. De plus, les critères de la certification sont bien plus contraignants que la

simple conformité réglementaire, et peuvent se révéler coûteux pour les petits opérateurs. Tout cela impacte la disponibilité de matière certifiée (seules 10 % des forêts sont certifiées). Des approches intermédiaires se développent pour assainir le marché et permettre aux opérateurs de se mettre en conformité.

C'est le cas des « systèmes de diligence raisonnée » souvent fournis par des organismes de certification tel Bureau Veritas :

contrôler simplement l'origine des produits qu'ils souhaitent importer.

Par son indépendance, la certification est un lieu d'arbitrage et de reconnaissance des bonnes pratiques qui permet de créer de la confiance entre les acteurs et d'établir des équilibres gagnant-gagnant, indispensables à l'économie verte. La certification est donc un outil du marché qui doit être davantage valorisé et favorisé, avant tout auprès des consommateurs pour favoriser leurs comportements vertueux. ■



Marc Boissonnet (86)

Depuis 28 ans chez Bureau Veritas, il y a occupé de nombreuses fonctions commerciales et managériales. Il a travaillé au Sénégal, au Mexique et en Afrique du Sud d'où il a dirigé les activités du groupe en Afrique australe. Il est désormais en charge de la sécurité, de la sûreté et de la responsabilité sociale et environnementale, ainsi que du marketing et de la communication du groupe des programmes de changement de culture comme la formation des dirigeants, l'excellence, la culture commerciale et le réseau social de l'entreprise.



Baudouin Hue

Après un début de carrière en tant qu'ingénieur qualité au Canada, Baudouin Hue rejoint Bureau Veritas en 2009. Aujourd'hui responsable des nouveaux programmes de certification au niveau européen, il est notamment en charge des services répondant au règlement européen sur le bois (RBUE). Baudouin Hue est ingénieur de l'université de technologie de Compiègne et diplômé de l'Essec.

Engagement de multinationales pour une politique totale de sourcing de bois durable

- ▶ **Unilever** Sustainable paper and board sourcing
« We will source 75% of the paper and board for our packaging from certified sustainably managed forests or from recycled material by 2015. We will reach 100% by 2020. »
- ▶ **Kingfisher** (grandes surfaces du bricolage : Castorama, B&Q, Brico-Dépôt)
« We aim (...) to reach 100% independently verified sustainable timber sourcing by 2020. »
- ▶ **Tetrapak** sustainability policy
« Therefore, we also have an ambitious goal to have all the paperboard we source FSC certified. »
- ▶ **Ikea** sustainability policy and declaration on labeling of wood products
« All wood used in our products is sourced from suppliers that meet our IWAY Forestry Standard and we've increased the amount of wood we use from forests certified to Forest Stewardship Council (FSC) standards to 23%. »

1. André Comte-Sponville, Le Capitalisme est-il moral ?
2. FAO, facts sheet, Forest & People.
3. UNFCCC fact sheet on greenhouse gas emissions, nov. 2009.
4. FAO, facts and figures.
5. FAO Rapport sur la situation des forêts dans le monde 2012, chap. 2, p. 14.
6. McKinsey, Sustainability & Resource Productivity Practice, Reducing deforestation: The land-use revolution.
7. FSC Global Market Survey, étude Ifop, France, 2010.
8. PNUE, Rapport Vital Forest Graphics, p. 6.
9. Interpol, PNUE, Rapport Green Carbon Black Trade, p. 5.
10. European Forest Institute, FLEGT Facility.



Croissance verte et financement de la transition énergétique

Passage obligé des années à venir, la transition énergétique nécessite des mesures politiques fortes. Plusieurs économistes se sont penchés sur la question et ont déterminé les modalités possibles, comme la taxe incitative.

Parler d'une économie verte suppose d'abord, lorsque l'on aura franchi un certain cap, que cette économie s'auto-entretiendra: la mauvaise habitude d'aller « au plus simple » et d'utiliser l'environnement sera découragée par l'existence de substituts renouvelables moins onéreux, de types éolien ou solaire pour ne citer que le secteur de l'énergie. L'existence d'un substitut n'est donc pas suffisante: son coût de production doit lui-même être assez faible pour inciter les agents à basculer de la ressource non renouvelable, de type fossile, au substitut renouvelable. On doit à William D. Nordhaus, en 1973, la démonstration de cette première condition dans l'article « The Allocation of Energy Resources ».

Dans une économie verte, ensuite, la technologie nous affranchira de la contrainte naturelle puisque nous prendrons rationnellement l'habitude de préserver ce capital naturel, et non plus de produire en l'épuisant. Cette notion fait sens: nous pouvons bien imaginer un monde où les infrastructures seront plus vertes qu'aujourd'hui, ce qui incitera, par complémentarité, le secteur privé à adopter des procédés verts de production.

Cependant, les économistes Daron Acemoglu, Philippe Aghion, Leonardo Bursztyl et David Hemous, dans un article récent paru dans l'*American Economic Review* (2012), mettent en garde contre une vision trop candide en affirmant que la croissance verte pourrait ne pas réussir à s'auto-entretenir si les inputs propres (solaire et éolien) et sales (énergies fossiles émettrices de particules et de CO₂) ne sont que faiblement substituables. C'est la deuxième condition nécessaire à la croissance verte.

Quelle(s) politique(s) pour la croissance verte ?

Le rapport de l'Organisation de coopération et de développement économique (OCDE), intitulé « Towards Green Growth » (2011),

résume la doctrine actuelle en matière de croissance verte. Sont préconisées des politiques orientées vers la demande de produits verts, des politiques d'offres facilitant l'émergence de firmes vertes (notamment par des incitations adressées au secteur financier pour faciliter l'investissement en nouvelles technologies vertes), ainsi que des politiques favorisant l'innovation.

Du côté de la recherche académique, on considère que la fiscalité est au cœur des mécanismes favorables à la croissance verte. Il est en fait équivalent de traiter le problème de la croissance verte du point de vue du capital naturel limité et sale (les énergies fossiles non renouvelables) comme des externalités négatives (les émissions de CO₂ à l'origine d'un réchauffement climatique global). Dans l'article intitulé « Pollution Control and the Ramsey Problem », paru dans la revue *Environmental and Resource Economics* (1991), Rick Van der Ploeg et Cees Withagen montrent grâce à un modèle de croissance avec pollution qu'en l'absence d'intervention publique, les agents n'internalisent pas, ne prennent pas en compte l'effet de la production sur le stock de pollution. Ce comportement conduit à un équilibre qualifié de « sous-optimal » et la solution préconisée est la taxe incitative. Geoffrey Heal, dans toute une série d'articles, est l'économiste de référence sur ces modèles de croissance durable ou verte.

Aujourd'hui, toutes les économies industrialisées sont traversées par des débats sur la taxe incitative, lesquels sont souvent assez houleux. L'écotaxe poids lourds en France, ajournée à la suite de manifestations monstres, est un bon exemple. Le problème de la croissance verte est clairement la transition. Le temps d'adapter l'économie au nouveau régime, de forts coûts et de fortes restrictions sont en principe toujours à envisager. Le problème du financement de la transition écologique est de tenter de minimiser ces coûts de court et moyen

terme (alors que les avantages au niveau collectif seront positifs à long terme). Dit autrement, la taxe carbone, pourtant indispensable pour rapprocher les prix des énergies fossiles vers ceux des renouvelables, vient alourdir le coût de la transition... sauf à prévoir *ex ante* sa réaffectation, comme nous le verrons plus loin.

Mettre en œuvre la taxe environnementale incitative

Le projet de taxe carbone a été voté en France en 2009 puis abandonné en 2010 pour cause d'inconstitutionnalité aux motifs d'iniquité et de difficultés à retranscrire cette fiscalité en droit français. Elle s'élevait pourtant à seulement 17 euros par tonne de CO₂ émise, contre 70 euros environ actuellement en Finlande et 110 euros en Suède. Dans les deux pays scandinaves, on considère que ces montants ne pénalisent ni la croissance ni la compétitivité. C'est même un outil devenu indiscutable qui permet de réduire les émissions de CO₂.

La mise en œuvre de la taxe carbone à la scandinavie s'est faite dans le cadre d'une grande réforme fiscale. Son coût final est nul, grâce à la réaffectation de la taxe sous la forme de réduction des cotisations patronales. Notons tout de même qu'aujourd'hui les entreprises suédoises sont exonérées mais devront payer 60 % du montant de la taxe en 2015.

La Suède a par ailleurs instauré dès 1992 une autre taxe incitative sur les oxydes d'azote (NOx) pour les producteurs d'énergie, à hauteur de 40 couronnes par kilogramme de NOx émis (environ 4,50 euros). Les bénéfices de la taxe sont intégralement reversés aux producteurs en fonction de leur ratio énergie produite/NOx rejetés. Le mécanisme handicape donc les industriels les plus polluants et avantage les industriels les moins polluants: les entreprises plus propres que la moyenne enregistrant *in fine* un profit. Résultat: les installations de combustion ont adopté ou développé



L'électricité d'origine éolienne est encore peu utilisée en France. Et pourtant, nous possédons le deuxième gisement de vent en Europe.



Le projet de taxe carbone voté en France en 2009 a été abandonné en 2010 pour cause d'inconstitutionnalité.

des technologies de production moins émettrices de NOx. Alors que l'énergie produite n'a cessé d'augmenter, les émissions de NOx ont diminué en valeur absolue.

Taxe incitative : la panacée ?

Attention : la taxe incitative peut être à l'origine d'un paradoxe vert. Dans « Public policies against global warming: a supply side approach » (2008, *International Tax and Public Finance*), Hans-Werner Sinn analyse l'extraction d'une ressource non renouvelable, disponible en quantité finie dans le sol, laquelle est polluante et nécessaire à la production. Il s'appuie sur des hypothèses fortes, relatives à l'usage imparfait des outils économiques, et au fait que la ressource non renouvelable puisse être intégralement extraite. Dit autrement, la politique climatique qui est amenée à se développer joue comme une menace sur les droits de propriété. Les propriétaires de ressources fossiles (l'Opep notamment) réagissent en accélérant l'extraction, dans la mesure où la pression actuelle sur les prix conduit à anticiper une pression toujours croissante et incite les producteurs à accroître l'extraction (et leurs recettes). Certaines politiques climatiques destinées à diminuer les émissions de CO₂ pourraient donc, au contraire, les accroître, au moins à court terme, et au final accélérer le changement climatique au lieu de le ralentir !

H.-W. Sinn montre qu'une politique de régulation fiscale peut éviter un paradoxe vert, en calibrant à la fois le niveau initial et le profil temporel de la taxe qui ensemble induiraient un sentier d'extraction optimal. Cependant, le calcul de ce sentier est difficile dans la pratique et, surtout, il est très aisé pour des raisons d'acceptabilité sociale (voire d'équité lorsque l'on considère que des investissements se sont faits dans le passé dans un cadre incitatif ou régle-

mentaire très différent) de pratiquer une taxe faible au départ puis fortement croissante, laquelle a pour conséquence une augmentation immédiate de l'offre de fossiles.

L'extraction de la ressource non renouvelable est donc accélérée à court terme et les dommages sont plus importants. Le paradoxe vert met ainsi en avant le fait que les aspects d'offre sont incontournables et qu'il ne faut pas les négliger dans les analyses de la politique économique de l'environnement.

Un consensus nécessaire

Si les sociétés jugent peu crédibles les annonces politiques ou estiment que les mesures prises ne dureront pas, alors les changements vers des modes de vie plus vertueux et l'adoption de technologies vertes n'auront jamais lieu. Il est urgent que nos dirigeants – à l'image des pays nordiques – se mettent d'accord sur l'utilité des quelques principes et mesures économiques présentés ici. Des mesures isolées et prises sans consensus ne sauraient être assez audacieuses ou au niveau des exigences liées aux enjeux du développement durable. Elles risqueraient également d'être remises en cause à chaque changement de majorité politique.

Pour terminer sur une note plus optimiste, insistons sur le fait que la transition vers un sentier de croissance verte est possible. En précisant immédiatement que certaines conditions de substituabilité et de coûts des ressources s'imposent à nous, et que le niveau, la dynamique et la réaffectation des incitations fiscales nouvelles devront être clairement annoncés. De plus, la baisse du coût du travail et le soutien à l'innovation des entreprises, que permettrait la réaffectation des nouvelles taxes environnementales, entraîneraient un regain de compétitivité bienvenu pour l'emploi et les industries nationales. ■

Pour aller plus loin...

Modèles économiques :

F. Henriot, N. Maggiar et K. Schubert (2014), « La France peut-elle atteindre l'objectif du Facteur 4 ? Une évaluation à l'aide d'un modèle stylisé énergie-économie », à paraître : *Économie et Prévision*.

Aspects énergétiques :

E. Iacona, J. Taine et B. Tamain (2011), *Les enjeux de l'énergie, après Fukushima*, Dunod.

Politique de croissance verte :

A. de Serres, F. Murtin et G. Nicoletti (2010), « A Framework for Assessing Green Growth Policies », OECD Economics Department Working Paper, n° 774.

Coûts du dérèglement climatique et solutions :

N. Stern (2007), *Stern Review Report on the Economics of Climate Change*, HM Treasury.



Pascal da Costa

Docteur en économie de l'université de Paris 1 Panthéon-Sorbonne. Enseignant-chercheur à l'École Centrale Paris (ECP).

Coresponsable de l'équipe de recherche en économie et gestion (Epocc) du Laboratoire de génie industriel. Responsable des cours d'économie ainsi que du MOOC – cours en ligne ouvert à tous – développement durable de l'ECP.

Changer de gouvernance

Face aux difficultés d'inclure l'économie verte et le développement durable dans les projets actuels, que ce soit dans le cadre public ou privé, un changement de gouvernance incluant un management du risque et une vision à long terme devient nécessaire.

L'économie verte ou développement durable (DD) a toujours autant de mal à s'inscrire dans les projets de nos entreprises et même de nos collectivités. Ces dernières années ont vu beaucoup d'effets d'annonce: un plan éolien qui s'effondre, des capteurs solaires qui voient difficilement le jour, un projet de transport en commun qui n'avance pas...

Quelle causalité pour ces échecs? La crise! «*L'environnement, cela commence à bien faire*», a-t-on entendu... D'autres sujets plus graves étant à traiter. C'est surtout une certaine «écolo-écologie», à visée idéaliste très idéologique, qui était visée. Si la recherche d'un idéal est louable, c'est trop souvent au détriment de la réalité et, malheureusement, de l'objectif même recherché.

Des erreurs dramatiques ont été commises au nom de l'idéal écologique. Exemple: la production de biodiesel à l'aide du maïs; ce premier biocarburant, d'un rendement énergétique douteux, a contribué fortement autour de l'année 2008 à la flambée des prix du maïs, nécessaire à l'alimentation de nombreux pays

en voie de développement... grave manque d'études et d'anticipations quantitatives et économiques.

Trop souvent des projets DD se heurtent à une dure réalité économique. Parfois du fait d'une vision simpliste, mais surtout d'un choix financier. En effet les entreprises, mais aussi les États et les collectivités, ont des obligations économiques de plus en plus drastiques. Nombre de projets verts s'échouent sur le critère-écueil de la rentabilité. Or la rentabilité d'un projet ou d'une activité se mesure en solde financier sur une durée. Rentabilité que l'on compare alors à un taux de référence: au-dessus, le projet peut passer, en dessous, les décideurs recalent le projet.

Les critères environnementaux

Pour contourner cette problématique, des critères environnementaux et sociétaux ont été mis en place pour évaluer les projets, parfois aux côtés de critères économiques déjà examinés. Par exemple les marchés publics intègrent de plus en plus les critères environnementaux suite à la directive européenne 2004/18/CE. Mais

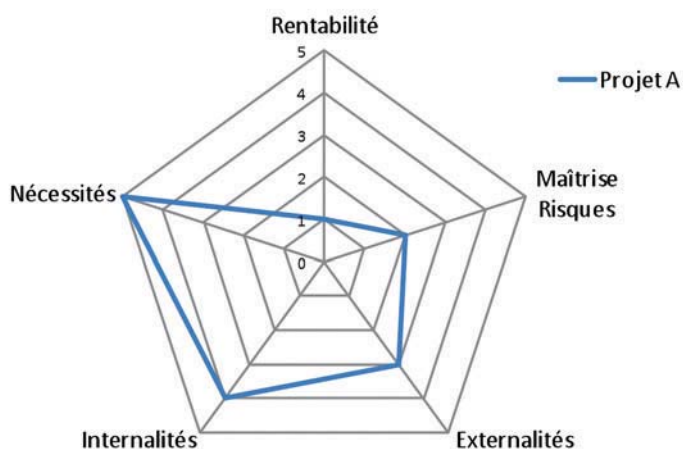
ceux-ci ne pèsent généralement que quelques points, autant dire peu de choses, le prix restant le critère essentiel *de facto*. Et ces marchés «verts» ne représentent eux-mêmes qu'une part mineure de l'ensemble des marchés publics lancés. Pire, le Conseil d'État a même retoqué un de ces marchés verts en arguant que les critères choisis étaient insuffisamment précis et inadaptés à l'objet du marché (ECLI: FR: CESSR: 2013 :363921,20130215: demande du «bilan carbone» sans en préciser le contenu et les modalités d'évaluation, critère «volet social» sans rapport avec le marché). La morale étant ici, *a minima*, qu'une augmentation du professionnalisme sur de tels sujets est nécessaire de la part des organismes publics.

Les critères environnementaux et sociétaux sont souvent de bons indicateurs qualitatifs, mais peu savent les quantifier, encore moins les valoriser en termes financiers. Et là, le bât blesse. Comment peser des critères environnementaux et sociétaux au regard de critères purement économiques? La technique du «radar multicritère» permet de comparer des projets, mais n'induit pas de prise de décisions: il n'existe pas de vraie méthode générale d'agglomération des critères pour obtenir un critère de classification unique et admis par tous (la méthode de la somme pondérée faisant parfois l'hérésie).

Bien des acteurs, trop politiciens ou pas assez compétents en matière technico-économique, choisissent des critères environnementaux et sociaux pour leur impact médiatique et fondent leur argumentation sur l'anecdote pour frapper les esprits. Mais lorsque leurs projets arrivent au pesage économique, ils échouent.

Sortir de la rhétorique

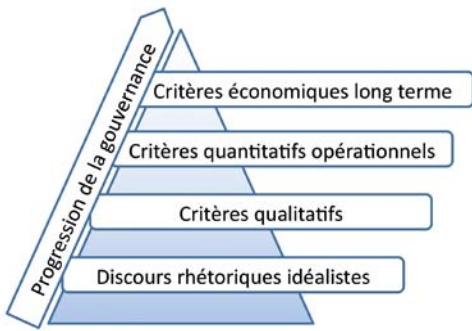
Il faut convaincre les acteurs économiques d'oser quantifier, de sortir de la rhétorique. L'argument massue contre l'approche quantitative est alors: «*trop complexe!*» Et pourtant, il faut avoir une méthode de décision claire et transparente. La valeur économique d'un objet a été inventée à ces fins il y a des millénaires pour permettre les échanges et les évaluations des activités. Pourquoi dès lors



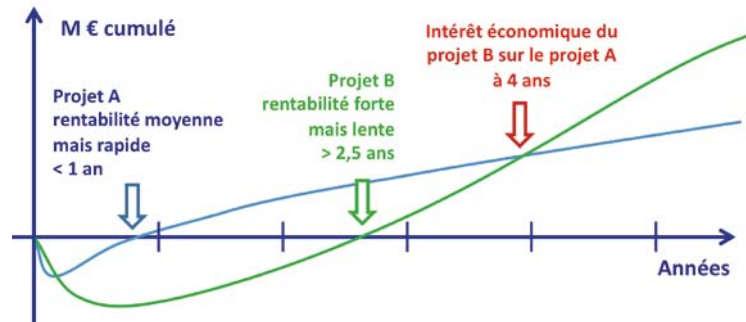
Radar Mareva - Méthode d'Analyse et de Remontée de la Valeur.

(Direction interministérielle pour la modernisation de l'action publique).

La méthode repose sur des questionnaires et une analyse financière de rentabilité.



Progression de la gouvernance.



Comparaison du retour sur investissement (ROI).

accepter de s'en passer, ou pire la refuser, dans l'évaluation des aspects environnementaux et sociétaux des projets et activités ?

Considérant les externalités environnementales, une méthode consiste à quantifier les impacts de chaque choix possible (technologie, projet, stratégie...), puis à valoriser la réparation des dégâts anticipés consécutifs à chacun de ces choix. Que ce soit en termes de santé, de nature... On peut toujours quantifier des dégâts potentiels (dépollution d'un terrain...). La difficulté classique des prédictions exactes se lève en travaillant en fourchettes d'estimation. Si ces dernières sont trop larges, aux ingénieurs d'approfondir pour sérier les quantifications. Le coût des dégâts évités devient alors un bénéfice dans le calcul du retour sur investissement (ROI).

Une approche « management du risque » est alors profitable à l'émergence des projets activités DD. On s'appuiera sur les normes ISO 31000/31010: le risque y est redéfini comme tout ce qui peut nuire à l'atteinte des objectifs. C'est une vision technique, économique voire stratégique. L'établissement des registres de risques donne une vision complète des impacts d'un projet ou d'une activité. Chaque risque est à quantifier suivant des critères opérationnels, puis financiers. Cette approche d'étude des risques invite à l'étude des opportunités.

Si valoriser les bénéfices des aspects environnementaux et sociétaux se heurte à quelque difficulté, une approche technico-financière opérationnelle la résout. Parmi les exemples classiques, les économies de carburant obtenues par tous les grands acteurs du transport routier: mise en place d'une écoconduite avec formation des chauffeurs et versement de primes en fonction des réductions de carburant obtenues. Les augmentations des coûts des carburants, représentant plus de 20 % de leur chiffre d'affaires, ont facilité cette mise en place. 5 % d'économies représentent alors 1 % de bénéfice en plus, et ce d'une façon récurrente. L'approche management en risque/opportunité n'est pas si complexe, mais demande juste des compétences. La vision économique

montre que des entreprises « vertes » ou « durables » progressent sur leurs marchés, tout en réalisant les marges nécessaires à leur croissance et pérennité. On voit que dans le cas des transports la décision a été prise parce qu'une rentabilité rapide allait être obtenue. Mais les « quick wins » dans le DD ne sont pas légion. Une méthode fondamentale et nécessaire pour permettre aux projets DD d'émerger est de travailler sur un paramètre de base des calculs de rentabilité: le temps. Le ROI est calculé par définition sur une durée: le solde financier du projet ou activité entre un T_0 et un T_n , temps arbitraire choisi par le décideur. À noter qu'en France le ROI est souvent interprété – à tort – comme le temps nécessaire pour qu'un projet devienne rentable. Conserverons la méthode anglo-saxonne bien plus pertinente, mais ayons une vision « long terme ».

La vision à long terme est la clé majeure

En effet, les projets verts nécessitent souvent des investissements importants, car recherchant une pérennité du projet et de ses composants. Un effet direct est souvent la réduction pérenne des coûts d'exploitation (par exemple l'isolation de bâtiment). L'inverse de la société de consommation.

En fin d'exploitation d'un investissement, il faut tenir compte des démantèlements et recyclages. Ces coûts sont souvent importants, voire plus importants que les valeurs résiduelles des biens démantelés. Plus longue sera la durée de vie des composants d'un système, moins important sera l'amortissement préventif du coût d'arrêt et donc meilleur le rendement.

La vision à long terme apporte aussi des éléments précieux sur l'évolution des impacts sur l'environnement, impacts que l'on ne voit pas forcément dans les deux premières années d'exploitation et qu'on oublie d'envisager dans la prise de décision.

Donc, seule la vision à long terme permet de réellement prendre en compte au mieux la réalité technico-économique d'un projet ou activité.

Le rôle majeur des ingénieurs

Les ingénieurs pluridisciplinaires ont un rôle majeur à jouer. L'économie globale du DD est un sujet multivariable par essence. Projet ou activités récurrentes mettent en œuvre des technologies diverses dans des environnements variés, le tout en évolution permanente et rapide. Seule une approche systémique pluridisciplinaire permet alors de construire la vision technique et de calculer les quantifications nécessaires à la juste compréhension globale amenant à la prise de décision: faire ou ne pas faire.

C'est bien un changement profond de la gouvernance qui est proposé ici. Afficher une gouvernance se traduit par la transparence du « comment » des prises de décisions. La mise en place de critères technico-économiques long terme a un impact modéré sur l'organisation: elle ne demande que la création de compétences et de fonctions pour la collecte et l'audit de l'information de pilotage. On trouve cette organisation déjà sous-jacente dans nombre de grandes entreprises avec les « risk officers ». Il ne s'agit donc pas d'une révolution: ce changement de gouvernance est donc possible, bénéfique et, en tout cas, nécessaire pour la survie à long terme des entreprises. ■



Denis Zandvliet (79)

Fondateur de Valu€ 360, Denis Zandvliet est consultant indépendant depuis plus de 6 ans.

Il a occupé des postes de responsabilité et de direction dans des grandes entreprises comme Ernst & Young, Olivetti et Logica.

Il opère aujourd'hui dans le management du risque et est membre de la commission quantification de l'AMRAE.



La revue des Arts et Manufactures

Centraliens

Dossiers

Les métiers de l'ingénierie

Pages 14 à 27



Économie verte (2^e partie)

Pages 29 à 41

Nouveau président de l'AECF



Jean-Georges Malcor (79)

Page 8



L'économie verte, nouvelle composante de l'efficacité économique et sociale



En ouvrant ce dossier, notre ambition était de faire partager à notre communauté l'importance de se positionner de manière stratégique sur une économie économe en ressources naturelles et environnementales, permettant simultanément de fournir à la société les services attendus pour son développement.

Dans un monde dont les modèles en crise nécessitent de réinventer des schémas de développement partagés, plus résilients et respectueux des contraintes sur les ressources, le concept d'« économie verte » occupe un rôle central. Dans sa mise en œuvre effective, nous réaffirons que l'ingénieur doit apporter une contribution essentielle en élargissant le champ des possibles tout en tenant compte des moyens disponibles.

Après le dossier paru en mai dernier (Centraliens n° 633 : « L'économie verte - le temps des ingénieurs »), nous commençons cette seconde partie par deux analyses actuelles du CESE, qui préparent ainsi l'orientation de lois sur la transition écologique. Puis une introduction à l'économie de fonctionnalité complétant l'approche par l'économie circulaire¹, qui fait elle aussi l'objet d'un travail des pouvoirs publics². Nous sommes ainsi au cœur des transformations proposées pour répondre aux défis de soutenabilité et de compétitivité de nos économies.

L'économie de fonctionnalité permet d'analyser la chaîne de valeur d'un service rendu par un bien, et ainsi d'analyser la pertinence de l'utilisation de ressources. Elle dégage de nouvelles perspectives pour les modèles économiques, fondées sur le découplage entre création de valeur et consommation de ressources. Elle se combine avec l'approche par le cycle de vie pour une analyse approfondie de la soutenabilité³.

C'est dans ces perspectives que doivent être analysées les contributions appliquées.

Cette seconde partie est aussi l'occasion pour nous de vous faire part de notre retour sur

notre expérience de comité de préparation de cette série sur l'économie verte.

Nous avons beaucoup débattu avec les auteurs autour de ces thèmes, discussions riches et intéressantes. Comment comprendre sa contribution à la soutenabilité ? À quelle chaîne de valeur contribue l'activité ? Quel est le service final rendu ? En effet, dans ce cadre élargi, l'entreprise et ses produits ne sont qu'un élément d'un cycle collaboratif qu'il faut maîtriser.

Nous espérons que ces dossiers auront suscité l'intérêt de tous les groupements professionnels, et conduiront à inclure systématiquement des critères d'appréciation de l'efficacité d'usage des ressources, de pertinence sociale du service rendu et de sa résilience dans les démarches d'innovation. ■

1. *Towards the Circular Economy: Accelerating the scale-up across global supply chains*, Ellen MacArthur Foundation and McKinsey & Company. World Economic Forum. Janvier 2014, texte téléchargeable sur www3.weforum.org

2. Table ronde n° 1 : Économie circulaire. La Conférence environnementale, 20-21 septembre 2013, palais d'Iéna, Paris, consultable sur le site : www.developpement-durable.gouv.fr

3. *The New Industrial Model: Greater profits, more jobs and reduced environmental impact*, Lavery/Pennell, février 2014, consultable sur le site : laverypennell.com



Marc Darras (75)

Président du groupement professionnel des centraliens « QSE performance durable », consultant indépendant et conseiller auprès de l'Observatoire méditerranéen de l'énergie.



Céline Derrien (02)

Analyste stratégie-marketing dans le secteur de l'énergie.



Jacques Millery (90)

Vice-président et responsable du développement de l'activité « réseaux intelligents » pour les régions Europe du Sud et Amérique latine au sein de Capgemini.



Sylvain Boucherand

(Centrale Lille 2010) Cofondateur de B&L évolution, scop spécialisée dans l'accompagnement des démarches RSE, énergie et biodiversité. Il est aussi secrétaire général de l'institut Inspire.



Jean Desrousseau (77)

Directeur associé chez Mensia Conseil, Jean Desrousseau est expert de la gestion d'infrastructures.

Sommaire

p 30 Transitions vers une industrie économe en matières premières

Yves Legrain

p 32 La transition énergétique : 2020-2050 un avenir à bâtir, une voie à tracer

Catherine Tissot-Colle et Jean Jouzel

p 33 L'économie de fonctionnalité, une réponse pertinente à l'inversion des raretés ?

Emmanuel Delannoy

p 35 L'isolation thermique : un projet qui doit accompagner la vie du bâtiment

Pierre-Manuel Patry (09) et Jean Desrousseau (77)

p 37 Certification et valeur verte

Antoine Desbarrières (85)

p 38 Cité lib : l'auto-partage, une opportunité d'innovation sociale

Martin Lesage (83)

p 40 Et s'il était temps de mettre de l'eau dans son vin ?

Alice Peyrard (00)



Transitions vers une industrie économe en matières premières

Avis du Conseil économique social et environnemental. Rapporteur : Yves Legrain



Réduire la consommation de matières premières en agissant à la fois sur les modes de consommation et les systèmes économiques est indispensable pour assurer un développement durable, tant du point de vue économique, en contribuant à la compétitivité des entreprises et en anticipant les difficultés d'approvisionnement, que du côté environnemental en réduisant les impacts liés à la production.

Après avoir été multipliée par dix au cours du siècle dernier, la consommation totale de ressources naturelles le sera encore par trois d'ici 2050 si l'évolution se poursuit au rythme actuel. Cette augmentation quantitative s'accompagne d'une grande diversification des matières mobilisées pour les nouvelles technologies, dont celles relatives aux énergies renouvelables.

Toutefois, la question principale pour la plupart des ressources minérales n'est pas encore celle de leur épuisement, mais celle de leur accès, fortement conditionné par l'augmentation et la volatilité des prix, par des considérations géopolitiques (comme le contrôle des terres rares par la Chine, qui ne dispose pourtant que du tiers des réserves mondiales connues) ainsi que par les impacts sur l'environnement des processus de leur extraction, de leur traitement et de leur transport (consommation d'énergie, rejets de gaz à effet de serre, atteintes à la biodiversité, émissions de polluants et de déchets).

De nombreuses initiatives qui témoignent de l'intérêt des entreprises

De nombreux projets conduits dans les entreprises, d'importants travaux d'expertise

et de recherche ou encore le déploiement de différents dispositifs de soutien publics et privés s'inscrivent aujourd'hui dans cette perspective et montrent que la transition vers un fonctionnement plus circulaire de l'économie est engagée :

- dans le domaine de la réparation, où l'on voit se développer de nouvelles formes d'organisation industrielle. Néanmoins, les difficultés de démontage, la disponibilité insuffisante des pièces de rechange et les surcoûts constatés par rapport aux produits neufs représentent encore de sérieux handicaps ;
- dans le domaine de l'écoconception, qui bénéficie de différents dispositifs de soutien, et de travaux de recherche et de formations. Cependant, la vitesse de la diffusion de ces méthodes dans les entreprises reste encore insuffisante, notamment dans les PME ;
- dans le domaine de la collecte, du tri et du recyclage des déchets et produits en fin de vie, où l'automatisation des process et les recherches sur les méthodes de préparation et d'affinage permettent aujourd'hui d'obtenir des matières premières recyclées de plus haute valeur ajoutée. De nombreux freins technologiques restent à lever et les conditions de viabilité économique de certains segments de retraitement ne sont pas totalement stabilisées.

Des réalisations se multiplient dans le cadre de partenariats qui marient des logiques industrielles et des logiques territoriales. Mais les projets sont limités par la méconnaissance des flux de déchets et produits existants, par les difficultés de communication entre les différents acteurs concernés et par certains freins réglementaires.

Enfin, le développement d'une économie de l'usage qui repose sur le service de mise à disposition d'un bien ou d'un équipement, et non plus sur la vente du produit lui-même, propose un nouveau modèle économique. Toutefois, il implique des évolutions des stratégies des entreprises, des relations

entre clients et fournisseurs, des métiers et des compétences... qui en limitent la vitesse de diffusion.

Des propositions du CESE

Les propositions faites par le Conseil économique, social et environnemental (CESE) visent à généraliser la transition engagée, à transformer les initiatives ponctuelles en pistes durables et à coordonner différentes actions visant à lever les freins technologiques et culturels rencontrés. Deux d'entre elles sont présentées ci-dessous.

Le CESE recommande en premier lieu d'inscrire l'engagement vers une économie plus circulaire dans la prochaine « Stratégie nationale de transition écologique » (SNTE). La nature des engagements pris et la nécessité de mobiliser la classe politique justifieraient une délibération du Parlement pour qu'il adopte formellement la SNTE.

La deuxième recommandation majeure concerne l'écoconception. On estime que 80 % des impacts environnementaux et sociétaux d'un produit sont déterminés au moment de sa conception. C'est donc durant ce processus qu'il faut agir selon une approche, globale et multicritère, couvrant la totalité du cycle de vie, incluant le choix des matières premières utilisées (selon leur mode d'extraction et de transport), les caractéristiques des matériaux (renouvelables sans danger pour l'environnement et les utilisateurs), l'efficacité des processus de fabrication (consommation d'énergie, production des déchets, incorporation de matériaux recyclés...) et celle des processus de récupération, désassemblage, traitement et recyclage. Une attention particulière doit être par ailleurs portée dès la conception du produit à sa maintenabilité, de façon à en allonger la durée de vie.

Le CESE propose de promouvoir l'écoconception en incitant les acheteurs publics et privés à favoriser l'achat de produits écoconçus et en augmentant l'écocontribution pour

la moduler en fonction de critères d'écoconception. Il demande également de réorienter des crédits de recherche sur les méthodes d'écoconception afin, entre autres, de répondre aux besoins spécifiques des PME.

De nouveaux modèles économiques à inventer

Toutefois, plusieurs analyses soulignent les limites des démarches d'économie circulaire et appellent à inventer d'autres modèles économiques pour parvenir au découplage radical du développement économique et de la consommation de matières. La recherche de nouvelles interfaces entre l'industrie et les services dans le cadre du développement de l'économie de l'usage répond déjà à cette préoccupation.

Mais l'émergence spontanée de multiples propositions pour développer de nouveaux modèles économiques de société (économie positive, collaborative, contributive, horizontale, quaternaire, symbiotique ou en open source...) révèle une aspiration largement partagée à trouver des modèles qui accroissent la prospérité et le bien-être en diminuant l'impact environnemental et la consommation de ressources. ■



Yves Legrain

Conseiller désigné par la CFDT (Confédération française démocratique du travail), Yves Legrain est rapporteur du CESE et membre de la section

des activités économiques et de la section de l'environnement.

Il a été chercheur dans l'industrie pharmaceutique, puis secrétaire confédéral de la CFDT.

Il en est désormais chargé de mission.



Les missions du CESE

Assemblée consultative, représentative et constitutionnelle de compétence générale, le Conseil économique, social et environnemental (CESE) remplit les principales missions suivantes :

- Conseiller le gouvernement et le Parlement,
- Participer à l'élaboration de la politique économique, sociale et environnementale ;
- Favoriser, à travers sa composition, le dialogue entre les catégories socioprofessionnelles dont les préoccupations, différentes à l'origine, se rapprochent dans l'élaboration de propositions d'intérêt général.

La publication des études, rapports et avis du CESE contribue à l'information du citoyen.

Source : Transition vers une industrie économe en matière premières, rapp. : Yves Legrain, *Les avis du CESE, Journaux officiels, janvier 2014.*

La transition énergétique : 2020-2050 un avenir à bâtir, une voie à tracer

Avis du Conseil économique social et environnemental. Rapporteurs : Catherine Tissot-Colle et Jean Jouzel



L'exploitation des énergies fossiles pose de plus en plus de problèmes environnementaux et sociétaux.

Au cœur de l'actualité, la transition énergétique s'affirme comme la seule réponse possible aux défis du changement climatique, de la raréfaction des ressources naturelles facilement accessibles et de l'évolution de la demande en énergie.



Catherine Tissot-Colle
Entrée chez Eramet en 2001, Catherine Tissot-Colle en est membre du comité exécutif et directrice de la communication et du développement durable depuis janvier 2007.

Présidente de la Fédération française des métaux non ferreux et membre du conseil exécutif du Medef, elle est vice-présidente du comité stratégique de filière des industries extractives et de première transformation dans le cadre du Conseil national de l'industrie mis en place par Arnaud Montebourg.

Elle est membre du Conseil économique social et environnemental (CESE) au sein du groupe des entreprises et participe aux travaux de la section environnement.



Jean Jouzel
Directeur de recherches au CEA, Jean Jouzel a consacré sa carrière à la reconstitution des climats du passé à partir de l'étude des glaces de l'Antarctique et du Groenland.

Il a participé aux travaux du Giec (il est membre du bureau et vice-président du groupe Sciences physiques). Il a présidé le Haut Conseil de la science et de la technologie de 2009 à 2013. Il est membre du CESE depuis 2011. Ses travaux ont été récompensés par des prix et distinctions dont, conjointement avec Claude Lorius, la Médaille d'or du CNRS en 2002. En 2012, il a reçu le prix de la Fondation Albert II de Monaco et le prix Vetlesen.

Dans un contexte énergétique mondial où la croissance de la demande est tirée par les pays en développement et où l'offre d'énergies demeure principalement fossile, les problèmes environnementaux et sociétaux posés par leur exploitation ne font que croître. Ce contexte mondial est aussi caractérisé par une grande instabilité des prix et de l'approvisionnement.

Il est nécessaire de mettre en place une transition énergétique au service de la performance économique et sociale, notamment en clarifiant la définition de la sobriété énergétique et en définissant son rôle dans la transition énergétique. Cette réflexion doit intégrer l'ensemble des facteurs : risques et pollutions liés aux systèmes énergétiques, respect des engagements climatiques de la France, vision à long terme de l'État, préservation de la compétitivité des entreprises, protection des ménages modestes et précaires, réduction de la facture énergétique.

L'évolution des métiers doit être anticipée afin de limiter les destructions d'emplois, en favorisant la transmission des compétences et leur valorisation de manière collective, notamment lors des reconversions de sites. Dans un cadre national et européen ambitieux en matière de normes et d'objectifs, les filières du recyclage doivent être structurées et l'éco-innovation généralisée pour que les entreprises puissent utiliser tous les gisements de l'efficacité matière.

Par ailleurs, le mix énergétique doit être redéfini par un questionnement et une évaluation des besoins et de leur adéquation avec la

fourniture d'énergie dans le cadre de l'optimisation de son utilisation, et en intégrant de manière prioritaire la problématique des transports dans le débat national.

Les acteurs et les moyens à la hauteur du défi climatique doivent être mobilisés en développant dans le cadre de la formation à l'éducation au développement durable tout au long de la vie les questions relatives à la transition et en particulier à l'efficacité et à la sobriété énergétiques. La Banque publique d'investissement doit devenir un outil de financement privilégié de la transition énergétique dans le cadre d'un véritable pôle financier public ; de même, le secteur bancaire, notamment coopératif, doit être encouragé à intégrer la transition énergétique dans sa stratégie.

Une feuille de route favorisant et développant l'innovation doit être établie. Elle favorisera le fonctionnement harmonieux d'un écosystème du savoir associant recherche fondamentale, recherche appliquée, innovation et développement. Elle déterminera également les montants des investissements de R&D en fonction de l'état de la recherche et non en pré-déterminant les financements en volume, et permettra de développer et structurer la recherche des sciences humaines dans le secteur de l'énergie afin d'accompagner les mutations sociales attendues. ■

Source : La transition énergétique : 2020-2050, un avenir à bâtir, une voie à tracer. Rapp. : C. Tissot-Colle, J. Jouzel, Les avis du CESE, Journaux officiels, janvier 2013.

L'économie de fonctionnalité, une réponse pertinente à l'inversion des raretés ?

Faire face aux enjeux environnementaux et à la raréfaction des ressources tout en soutenant la compétitivité des entreprises et la création d'emplois nécessitera plus qu'une simple adaptation des modèles économiques : il sera nécessaire de les modifier en profondeur. L'économie de fonctionnalité, parce qu'elle implique de repenser la relation client afin de mieux répondre à leurs attentes, offre une réelle opportunité d'impulser un découplage entre la création de valeur et la consommation de ressources naturelles.

Critères et approches possibles de l'économie de fonctionnalité

L'économie de fonctionnalité est un concept émergent. En s'inspirant de la classification proposée par Aurélie Marre et Éric Fromant, nous retiendrons trois profils :

Vente d'usage : Il s'agit de faire évoluer le modèle économique de l'entreprise de la vente de biens à la vente d'usage, en intégrant dans l'offre la prise en charge de l'ensemble des coûts associés, notamment la maintenance. Ce modèle est particulièrement pertinent si le coût total de possession est élevé et que l'attachement « affectif » du client au produit est faible ou modéré. La société Arcane Industries, spécialisée dans la chimie verte, a ainsi développé un solvant miscible à l'eau et recyclable qui peut remplacer le perchloroéthylène (classé potentiellement cancérigène) pour l'activité de nettoyage à sec. Reste que les machines de nettoyage à sec représentent un investissement important, de l'ordre de 50 000 euros.

Aussi Arcane Industries réfléchit-elle à une offre en économie de fonctionnalité : la machine reste sa propriété et les pressings sont facturés à l'usage, pour chaque cycle de lavage effectué. Dès lors, Arcane Industries est poussée à optimiser l'écoconception de la machine. Ce n'est plus la machine elle-même qui crée de la valeur pour Arcane, mais son usage.

Engagement de performance : il s'agit de proposer aux clients un engagement reposant sur une garantie de performance, incluant la prise en charge des coûts cachés et des externalités, pour décharger le client des contraintes liées à l'exploitation. Ce modèle suppose une connaissance fine des besoins du client. Il sera d'autant plus pertinent que la disponibilité opérationnelle du produit constitue pour lui un facteur critique de performance.

Soutenue par la région PACA, la méthode Novus (Nouvelles opportunités valorisant les usages et le service) est une méthodologie structurée, libre de droits, permettant d'accompagner les entreprises dans leur transition vers l'économie de fonctionnalité (www.methode-novus.net). La méthode Novus a été testée par des entreprises aux profils variés : chimie, énergie, agro-alimentaire, procédés industriels... Elle est structurée en cinq étapes : diagnostic d'opportunité, analyse stratégique, conception de la nouvelle offre, élaboration du business plan et planification de la transition.

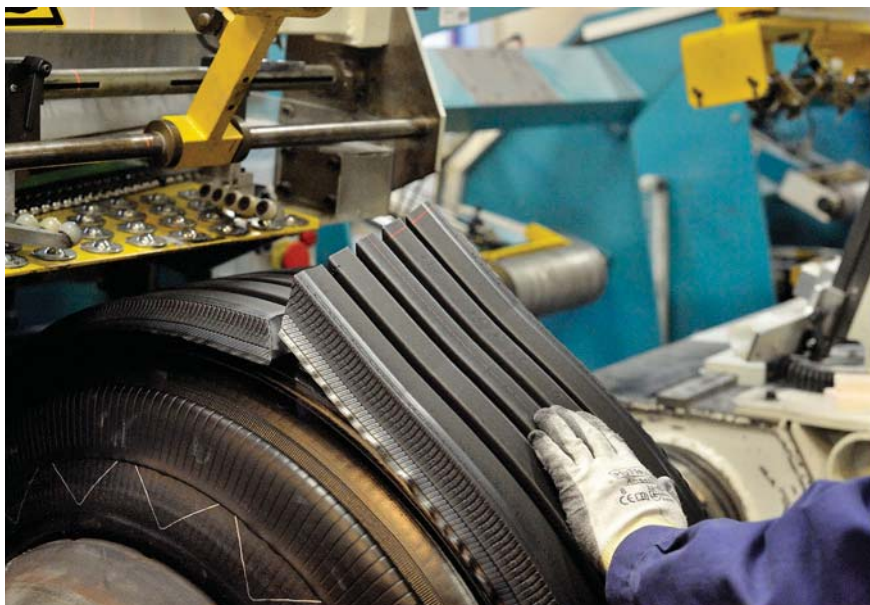
Consommation collaborative : Il s'agit d'optimiser le taux d'utilisation de produits dont l'usage est rare ou occasionnel, ou dont le coût de possession est élevé en regard de leur fréquence d'utilisation. Le rôle de l'opérateur sera de garantir la confiance afin de lever les freins liés au partage d'un équipement entre utilisateurs.

Par exemple les régions Rhône-Alpes, PACA et Nord-Pas-de-Calais ont chacune lancé, à l'aide de partenaires, des opérations d'expérimentation de ce modèle économique en accompagnant des entreprises. Au niveau national, le Club de l'économie de fonctionnalité est un espace de rencontre entre cadres d'entreprise, membres d'institutions territoriales, consultants et chercheurs. En Belgique, dans la région de Bruxelles-Capitale, une recherche-action autour de l'économie de fonctionnalité a été lancée en 2013.



Novus, une méthodologie libre de droits pour accompagner les entreprises dans leur transition vers l'économie de fonctionnalité.

Concept émergent, l'économie de fonctionnalité implique de repenser la relation client pour mieux répondre à leurs attentes. Elle pourrait permettre de modifier les modèles économiques modernes en profondeur.



Chez Michelin, la gestion de pneus de camion permet de réaliser une économie de matière et d'énergie de près de 50 %.



Emmanuel Delannoy

Après une formation en biologie et en management et un début de carrière dans le secteur des technologies de l'information, Emmanuel

Delannoy dirige depuis 2008 l'institut Inspire. Cette association développe des projets pour réconcilier développement économique et biosphère, en resynchronisant les flux économiques avec ceux du vivant, en dématérialisant et en relocalisant les flux.

Ces trois profils impliquent la mise en œuvre de tout ou partie des cinq axes de service suivants :

- la vente d'usage, avec un focus sur la réduction des coûts cachés,
- la mutualisation pour accroître le taux d'usage,
- la maintenance afin d'accroître la durabilité et la performance du produit,
- la modularité pour une adaptation aux besoins du client,
- la gestion de la fin de vie afin de réduire les déchets et valoriser les ressources.

Les bénéfices de l'économie de la fonctionnalité

L'économie de la fonctionnalité permet de mieux relier les modèles de valeurs (la façon dont le produit ou le service crée de la valeur pour le client) aux modèles d'affaires (leur valorisation formalisée par un contrat et un transfert monétaire). Dans le cas de la vente d'un bien, la monétisation intervient au moment du transfert de propriété alors que pour le client, son usage effectif pourra créer de la valeur pendant plusieurs années. L'économie de fonctionnalité, en faisant reposer le modèle d'affaires sur l'usage, permet une resynchronisation des deux composantes du modèle économique. Ce faisant, elle sécurise le fournisseur, qui percevra des revenus pendant toute la durée d'utilisation.

Le rapport entre le fournisseur, le produit et le client sont profondément modifiés. Les déterminants de compétitivité se déplacent du volume vers la personnalisation du service. La performance d'usage et le nombre d'unités de service rendu par produit deviennent plus pertinents que son prix de revient unitaire. L'intérêt des deux parties est donc que le produit soit conçu pour être durable, maintenable et adaptable aux besoins du client.

Avec ce déplacement des déterminants de performance et de compétitivité vers l'usage, il ne s'agit plus de produire en volume au plus bas coût possible, mais de garantir un service performant, réactif et personnalisé au client. De nombreuses activités de maintenance et de services se devront donc d'être, pour limiter les délais et les frais liés aux déplacements, situées à proximité des clients, ce qui devrait avoir un impact positif sur la relocalisation de nombreux emplois.

Enfin, le découplage entre création de valeur et production de biens génère des économies financières et de matières premières, réduisant l'impact environnemental de l'économie. À ce titre, l'exemple connu de Michelin et se son service de gestion de pneus pour les camions annonce une économie de matière et d'énergie de près de 50 %.

Freins et limites de l'économie de fonctionnalité

L'économie de fonctionnalité, en ce qu'elle implique de nombreux changements dans les organisations et les habitudes de travail, peut générer une incompréhension de l'offre de la part du client ou d'un autre acteur de la chaîne de valeur. Elle suppose aussi un changement du rapport à la possession, ce qui pour les particuliers peut constituer un frein.

Pour le fournisseur, le passage à l'économie de fonctionnalité modifie le modèle de revenu et impacte la trésorerie, ce qui nécessite des financements d'accompagnement appropriés. Mais l'économie de fonctionnalité implique aussi et surtout que le fournisseur reste propriétaire du bien tout au long de son cycle de vie, impliquant un financement du stock. Il nous faut donc sans doute réfléchir à une ingénierie financière innovante ! ■

L'isolation thermique : un projet qui doit accompagner la vie du bâtiment

Face aux importants enjeux économiques et environnementaux que représente le parc du bâtiment ancien, il est important d'optimiser en amont les travaux de rénovation afin qu'ils incluent de manière judicieuse l'isolation thermique.

Le parc du bâtiment ancien concentre le gros des enjeux de la rénovation thermique : il comprend 33 millions de logements environ, pour un volume de construction neuve qui peine à dépasser les 370 000 logements annuels. Pourtant, malgré les incitations fiscales diverses de ces dernières années, le volume des opérations de rénovation énergétique reste faible (150 000 logements par an en 2012), bien en deçà des objectifs du gouvernement. Une nouvelle approche s'impose face à ce besoin, faisant de la rénovation thermique un projet continu et à long terme, inscrit dans le processus de maintenance évolutive courante du bâtiment.

Se fixer des objectifs globaux

La question de la rénovation énergétique d'un bâtiment ancien a longtemps été considérée en elle-même, indépendamment des événements qui jalonnent la vie dudit bâtiment (ravalement, changement de chaudière, réaménagement, etc.). Ainsi les politiques de soutien de l'État conçoivent la rénovation énergétique comme une opération globale conduite d'un seul tenant : travaux à réaliser dans les deux ans après achat pour bénéficier de l'écoprêt à taux zéro, label BBC Rénovation attribué à un projet d'ensemble, crédit d'impôt majoré pour les travaux réalisés conjointement... Cette approche est très contraignante pour le particulier (poids du budget, dérangement, modification brutale du cadre de vie...), si bien que les projets sont souvent repoussés ou arrêtés. Les réflexions menées par le ministère de l'Écologie pour créer un carnet de vie des bâtiments pourraient ouvrir la voie à une meilleure prise en compte des opérations étalées, mais cela reste du domaine prospectif.

Plus grave, l'idée persiste qu'une opération de rénovation se conçoit (c'est vrai) et se conduit (c'est faux) nécessairement de façon globale. Pourtant, insérer autant que possible la rénovation thermique dans les projets de maintenance, de rénovation ou d'évolution du logement :

- inscrit les opérations conduites, quelle qu'en soit l'échéance, dans une démarche globale et cohérente. Les techniques choisies sont alors adaptées. Ainsi on préférera une isolation de la toiture par l'extérieur si la couverture du bâtiment doit être remplacée, tandis que s'il existe un projet d'aménagement des combles, on privilégiera l'isolation par l'intérieur ;
- réduit les nuisances ;
- modifie radicalement l'économie globale de ces opérations en étalant les besoins en financement et en maximisant la rentabilité d'un ensemble d'opérations. Ainsi une isolation par l'extérieur coûtera environ 180 euros par mètre carré de façade, ce qui rend ce type de travaux peu rentable pour des déperditions moyennes (taux de rentabilité interne d'environ vingt ans). Mais si ces travaux sont réalisés dans le cadre d'un ravalement de façade, qui coûte environ 60 €/m², alors le surcoût lié à l'isolation est de 120 €/m². La rentabilité du surinvestissement est alors beaucoup plus intéressante, avec un TRI d'environ douze ans.

Cette approche est d'autant plus intéressante pour les bâtiments construits avant 1948 : conçus et bâtis de façon non industrielle et ayant beaucoup évolué au fil des ans, ils constituent aujourd'hui un parc d'objets singuliers et hétéroclites dont l'isolation est souvent problématique et peu rentable.



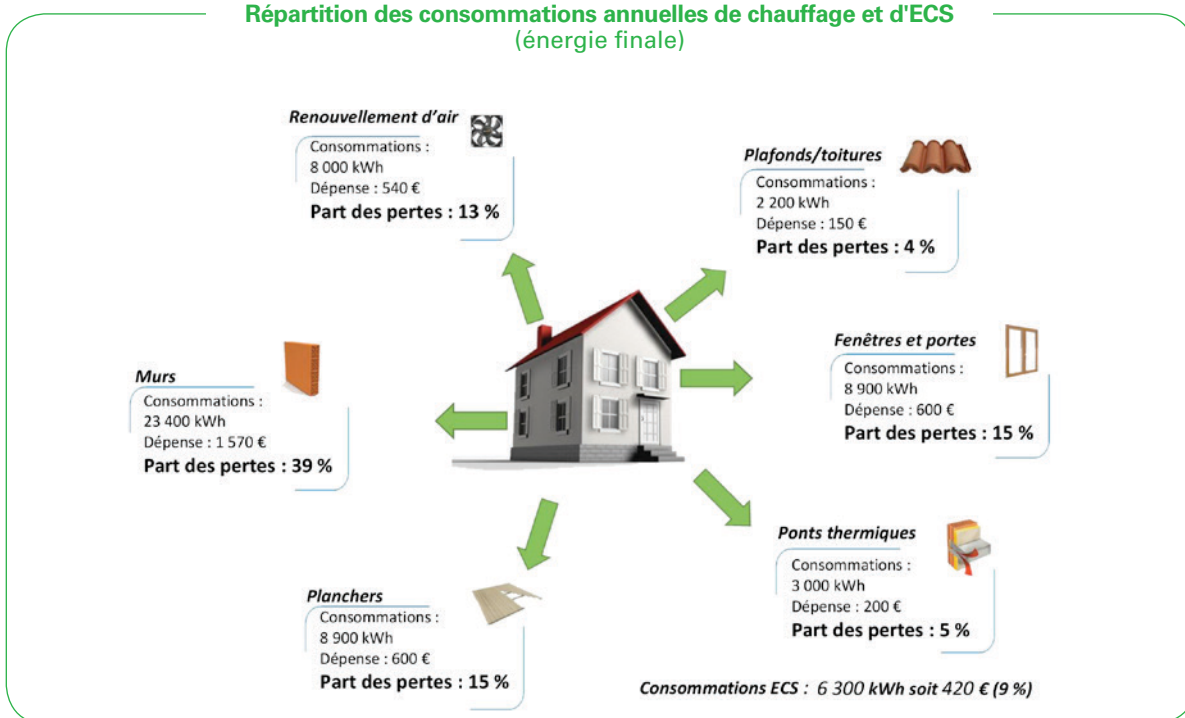
Si la conception d'une opération de rénovation est nécessairement globale, il n'en est pas de même de sa conduite.

Une démarche en six étapes

Six étapes doivent pour nous jalonner la préparation d'un projet pluriannuel de rénovation thermique.

- 1. Conduire un diagnostic de l'existant** pour évaluer d'une part l'enjeu global et, d'autre part, l'apport, l'articulation et le niveau de rentabilité des différentes opérations envisageables (voir schéma).
- 2. Identifier les opérations susceptibles d'affecter le bâtiment** à un horizon raisonnable (dix à vingt ans) : extensions, réaménagements, remplacement d'équipements (en se fondant sur les temps d'obsolescence moyens), ravalement, toiture...
- 3. Se fixer un objectif global de performance énergétique** : de préférence ambitieux puisqu'une démarche initiale trop limitée peut obliger à réaliser par la suite en fonction de la réglementation ou du coût de l'énergie des opérations complémentaires, souvent beaucoup plus coûteuses que si elles avaient été prises en compte dès le départ. Décliné en niveaux de performance à atteindre pour chaque poste (parois, fenêtres, ventilation...) qui dépendent évidemment de l'objectif global fixé, mais également du type de bâtiment et de sa localisation géographique.

Répartition des consommations annuelles de chauffage et d'ECS (énergie finale)



Diagnostic énergétique d'une maison construite dans les années 1930, en meulière, briques et bois, de 240 m² environ, avec un sous-sol total semi-enterré. La consommation énergétique annuelle est évaluée à 60 700 kWh, soit 4 080 €. Répartition en énergie finale, chauffage et eau chaude sanitaire.



Pierre-Manuel Patry (09)

Diplômé de la promotion 2009, Pierre-Manuel Patry s'est associé à Dimitri Molle pour fonder sa société dès sa sortie d'école.

Sénova est un cabinet de conseil en économie d'énergie indépendant et spécialisé dans le logement.

Dès sa création, l'entreprise s'est fixé pour mission de favoriser la rénovation énergétique du parc français d'habitation.

Aujourd'hui Sénova compte quinze collaborateurs.



Jean Desrousseaux (77)

Directeur associé chez Mensia Conseil, Jean Desrousseaux se consacre aux organisations et entreprises de service public : stratégies de mise en œuvre des politiques publiques, efficacité des fonctions de contrôle. Spécialiste des projets complexes, il a développé une expertise spécifique de la gestion d'infrastructures.

4. Construire un programme de maintenance évolutive combinant isolation et évolution du bâtiment. L'ordonnancement des opérations se fera sur la base de critères classiques : synergies des coûts, gestion de la trésorerie, minimisation des nuisances occasionnées... Ainsi une isolation thermique peut profiter d'un projet d'isolation phonique, une panne de chaudière offre l'opportunité d'étudier l'utilisation d'énergies renouvelables pour le chauffage et l'eau chaude... En pratique, la réflexion portera d'abord sur les opérations à la fois les plus efficaces et les plus coûteuses.

5. Identifier les aides disponibles (dispositions fiscales, subventions) permettant de réduire le coût effectif des opérations si ces avantages ne sont pas captés par les intermédiaires. Ces mesures sont néanmoins peu prévisibles à moyen terme, conçues pour des opérations d'un seul tenant, et enfin elles ne suffisent pas seules à justifier de l'intérêt d'un projet.

6. Trouver des entreprises (ou un maître d'œuvre) compétent(e)s. En tout état de cause, dans le domaine de la rénovation, le critère prix doit passer après le critère qualité, ce dernier étant certes plus difficile à apprécier. Il peut y avoir loin des économies sur papier aux économies réelles, surtout dans le domaine de l'ancien où la qualité de la réalisation est primordiale. Il existe des qualifications professionnelles, RGE

(Reconnu Grenelle Environnement) par exemple, mais elles ne sont pas toujours un gage de qualité.

L'exemple de la rénovation thermique des bâtiments montre une fois de plus que l'optimisation de l'utilisation des ressources limitées en énergie et matériaux disponibles sur terre passe par un changement structurel de nos approches de long terme (gestion de la vie d'un bâtiment). Des mesures plus radicales et immédiates pourraient nous donner bonne conscience mais n'auraient qu'une efficacité réduite, l'intégration des externalités pouvant par la suite amener à recommencer les travaux.

L'exemple souligne également l'importance de la réglementation, qui doit prendre en compte la vie effective des systèmes réglementés pour ne pas conduire à des opérations contre-productives. ■

Certification et valeur verte

Créée en 1974 à l'initiative du secrétariat d'État au Logement, l'association Qualitel a pour vocation de promouvoir la qualité de l'habitat par la certification et l'information au grand public.

Son directeur, Antoine Desbarrières (85), explique ce qu'apporte l'activité de certification.

Dans l'immobilier, la certification est l'activité par laquelle un organisme tiers, impartial et indépendant, atteste à la demande d'un maître d'ouvrage (promoteur, constructeur, collectivité, bailleur social...) qu'un bâtiment est conforme à des caractéristiques décrites dans un cahier des charges appelé le référentiel. Ce dernier est établi par l'ensemble des parties prenantes, professionnels et usagers. Issue d'une démarche volontaire de la part des maîtres d'ouvrage, la certification accompagne l'innovation et fait progresser les filières du bâtiment grâce à un cadre rigoureux et rassurant, valorisant une performance supérieure aux pratiques courantes. Par exemple, le label BBC a préparé le secteur au passage à la réglementation thermique 2012, en favorisant l'émergence de solutions innovantes en termes d'isolation, d'énergies renouvelables, de métrologie, de calcul...

L'exemple de la filière bois

Il en sera de même avec le label Bepos qui préfigure les bâtiments à échéance de 2020. Autre exemple avec la filière bois. Cette ressource pourtant abondante en France a longtemps été délaissée. Elle ne répond pas aux contraintes réglementaires du logement collectif, notamment acoustiques. La certification a incité la filière à faire émerger des solutions techniques respectant ses exigences, tout en s'assurant de leur pertinence par des contrôles et mesures systématiques.

La valeur verte est la prise en compte par le marché de la survaleur patrimoniale d'un bien immobilier du fait de ses performances environnementales. Une de nos études menée en 2011 faisait état en Suisse et aux États-Unis de survaleurs comprises entre 3 et 9 % dans le secteur résidentiel. Plus récemment, une observation réalisée par l'association Dinamic constatait une survaleur comprise entre 14 et 27 % pour des

logements étiquetés A ou B d'un point de vue énergétique. Des résultats comparables existent dans l'immobilier d'entreprise où l'on observe le plus souvent une décote rapide des biens non certifiés.

La certification offre des outils objectifs d'évaluation et d'aide la décision. Nos référentiels intégreront mieux à partir de 2015 les évolutions normatives : CEN TC 350 (contribution des ouvrages de construction au développement durable) et l'association HQE. Ils vont notamment contribuer au développement des filières locales, des matériaux sains et de nouvelles innovations en valorisant l'approche en coût global et l'analyse du cycle de vie du bâtiment. Ce sont là, à n'en pas douter, de véritables promoteurs de l'économie verte. ■



Antoine Desbarrières (85)

Il dirige l'association Qualitel depuis fin 2002.

Il préside également deux filiales de l'association : Cerqual et Cerqual Patrimoine.

Auparavant, il a participé à la direction et au développement de plusieurs entreprises du bâtiment : CCB.dufaylite, Dezellus Guerra Tarcy, Bouygues.

Selon Cerqual, l'organisme certificateur de l'association Qualitel, 125 000 logements ont été certifiés en 2013.

97 800 ont reçu la certification « neuf » et 16 300 la certification « existant ».



EN SAVOIR PLUS
www.qualite-logement.org
rubrique « Référentiels et documentation »



Les « essentiels », des brochures pour s'informer sur l'habitat : performance énergétique, basse consommation, labels, certification...

Cité lib : l'auto-partage une opportunité d'innovation sociale



L'humain au cœur de l'entreprise durable, l'économie sociale et solidaire au service de la mobilité douce : à travers la société d'auto-partage rhônalpine Cité lib, c'est un laboratoire de la vie démocratique de demain qui se met en place.

Cité lib réalisera en Rhône-Alpes une première mondiale en partenariat avec Toyota et EDF : 70 véhicules électriques ultra compacts s'ajouteront au parc de 130 véhicules conçus pour de plus grandes distances.

Cité lib, société d'auto-partage active en Rhône-Alpes, a choisi le modèle de la Scic (société coopérative d'intérêt collectif), une variante récente du modèle coopératif développé au XIX^e siècle¹.

Contrairement à une entreprise classique au service des intérêts de ses actionnaires, une Scic est avant tout un groupement de personnes qui créent un outil pour satisfaire leurs besoins et ceux de leurs concitoyens. L'argent n'est alors qu'un instrument au service du projet, la mesure de l'acceptabilité du service rendu et la condition de sa durabilité : il n'est pas sa finalité. Ce choix répond bien sûr à des valeurs éthiques chères aux fondateurs de Cité lib (gouvernance démocratique, économie sociale et solidaire, participation des salariés à la gestion de la société), mais il se révèle également particulièrement performant pour l'auto-partage et a joué un rôle important dans le développement de la structure.

Favoriser l'implication des parties prenantes

La Scic est le seul mode de coopérative permettant de réunir dans un tour de table – tout en gardant le principe « 1 homme = 1 voix » – à la fois des individus, des entreprises, des groupes d'individus réunis en cigales² ou associations, et des collectivités. Or l'impli-

cation des diverses parties prenantes dans le capital et la gestion de la structure optimise son fonctionnement :

➤ la participation des collectivités territoriales et des autorités organisatrices de transports permet une bonne intégration du service dans leurs politiques de déplacements (installation des stations Cité lib à proximité des gares et des principales stations de tramway ou bus, abonnements combinés à tarifs réduits...);

➤ offrir aux usagers et potentiels souscripteurs la possibilité de devenir sociétaires et de s'impliquer dans la gouvernance de la Scic favorise une relation de confiance ;

➤ société à capital variable, la Scic peut facilement s'ouvrir à de nouveaux partenaires, un atout pour le développement de l'offre à l'échelle départementale et régionale.

Chacun des cent cinquante sociétaires est appelé à s'impliquer bénévolement dans le développement de la Scic. Outre les démarches de communication (bouche à oreille, parrainage, témoignage d'utilisateurs dans les médias, animation de stands, exemplarité des collectivités territoriales associées), des sociétaires ont encouragé la fidélisation des abonnés par des offres spéciales sur des produits connexes (abonnements transports en commun, location de

vélos, équipement de montagne, offres bio ou équitable ou local). Les compétences des sociétaires en innovation, achats, marketing et communication, ressources humaines, finances, gestion... sont aussi mises à contribution pour le développement de la société.

Enfin le choix de modèles de l'économie sociale et solidaire influe sur le mode de management et de développement de l'entreprise, et la qualité des relations porte des fruits visibles par tous.

Ainsi, le modèle coopératif demande d'inventer un nouveau mode de gouvernance en regroupant diverses parties dont les intérêts ne sont pas toujours convergents. Sur les neuf salariés de la société, une personne travaille à mi-temps à la mise en œuvre de la démocratie participative, à savoir l'écoute, l'information, la sensibilisation, la formation des abonnés et des sociétaires, et les relations avec les autres entreprises de l'ESS. Des enquêtes sur les besoins, les objectifs et la satisfaction des parties prenantes sont conduites quasiment en permanence.

Soutenir le développement économique de la structure

Les résultats économiques et financiers sont éloquentes : Cité lib constate une accélération de la croissance de son chiffre d'affaires (multiplié par 3,25 entre 2009 et 2013). Son capital social est également en pleine croissance : 386 250 euros en 2014 contre 64 500 en 2010, 132 usagers sociétaires de la Scic sur 3 600 adhérents. En termes macro-économiques, les sept années d'activité de Cité lib ont permis d'économiser 1,2 million d'euros de voitures, 1,5 million d'euros de places de parking et plus de 150 000 euros de carburant par an, soit un bilan carbone de plus de 450 tonnes d'équivalent CO₂ économisées par an.

Avec 200 voitures à la fin 2014, Cité lib aura multiplié par six sa flotte depuis sa transformation en Scic en début 2010. Loin de freiner le développement de la structure, le choix de ce modèle a d'ailleurs joué un rôle important dans son développement en lui permettant d'accéder à des possibilités de gestion innovantes, favorisant sa solidité financière.

La survie d'une société d'auto-partage passe en effet par une taille suffisante du parc et par un mix prix permettant de couvrir les charges variables et les frais de la structure.

De plus, un montage financier innovant facilite la mise en place des nouvelles stations, par le biais de partenariats avec les communes ou les bailleurs. Cité lib finance, avec ses fonds propres, l'installation matérielle des stations. En contrepartie le partenaire subventionne la Scic à hauteur d'un forfait équivalent à la première année de pertes d'exploitation du service. Une station met en moyenne un an à atteindre son niveau d'équilibre d'exploitation. Ce modèle économique original évite à Cité lib une perte financière pendant la période de montée en puissance de la station et assure au partenaire la mise en place rapide du service dans sa commune ou dans son quartier. Il est particulièrement apprécié par les bailleurs et promoteurs impliqués dans les projets d'écoquartiers, ainsi que par les petites communes.

L'exemple de Cité lib démontre que l'économie solidaire et sociale peut être vue comme un laboratoire de la vie démocratique de demain. Son succès repose dans l'équilibre qu'il faut sans cesse chercher entre une durabilité économique responsable, des rémunérations correctes, des innovations et des progrès de qualité de service permanents, et une vision à long terme pour éviter des erreurs de positionnement stratégique. Le dialogue permanent, respectueux, éclairé, ouvert entre les acteurs leur permet de se remettre en question en permanence pour savoir comment contribuer à l'équilibre durable de l'entreprise. Entre le service public et les limites qu'on lui connaît d'une part, et les entreprises purement privées d'autre part, la Scic publique/privée est une alternative durable qui fait école. ■

1. Pour en savoir plus, rendez-vous sur le site www.les-scic.coop, rubrique « Qu'est-ce qu'une Scic ? »
- 2- Un club cigales (club d'investisseurs pour une gestion alternative et locale de l'épargne solidaire) est une structure de capital-risque solidaire mobilisant l'épargne de ses membres au service de la création et du développement de petites entreprises locales et collectives (SARL, Scop, Scic, SA, association...). Plus d'informations sur www.cigales.asso.fr

L'auto-partage

Répondant à des besoins urbains et périurbains peu ou pas couverts par la location traditionnelle (courses, loisirs, transport d'objets pondéreux ou volumineux, etc.), l'auto-partage consiste en la mise en commun d'une flotte de véhicules au profit d'utilisateurs abonnés : un même véhicule en libre-service permet à plusieurs utilisateurs de se déplacer pour effectuer des trajets distincts, adaptés aux besoins de chacun.

Le système se développe à un rythme soutenu, supporté par l'équipement des véhicules en services connectés, améliorant la gestion des réservations et favorisant un trajet combiné avec les transports en commun.

Le regroupement de la plupart des acteurs dans le réseau Citiz permet aux abonnés de bénéficier d'une offre de service sur l'ensemble du territoire français grâce à l'abonnement souscrit auprès de leur ville d'appartenance (www.citiz.coop).



Martin Lesage (83)

Après une carrière chez Sanofi et Lafarge, Martin Lesage a repris plusieurs structures dans le secteur du service aux entreprises. Il a par la suite créé successivement en 2007 et 2008 deux entreprises dans le secteur du développement durable. Il anime désormais deux PME en Rhône-Alpes (Eneos et Cité lib) dans le domaine de l'urbanisme durable.

Il a cofondé l'incubateur de l'innovation sociale AgiSens en Savoie aux côtés du Medef, de l'université de Savoie, du Secours catholique et d'autres entrepreneurs de l'économie de proximité.

Et s'il était temps de mettre de l'eau dans son vin ?



**Utiliser des eaux usées et traitées pour irriguer des vignes...
L'expérience est menée par Veolia et Aquadoc, sur des parcelles de l'Inra, dans la région de Narbonne.**

La sécurisation des ressources hydriques, soumises à des besoins toujours croissants et un renouvellement de plus en plus incertain avec l'évolution du climat, est un enjeu important pour les agriculteurs... et pour Veolia qui souhaite favoriser un développement durable du milieu rural¹.

La réutilisation des eaux traitées, aujourd'hui techniquement maîtrisée, offre une piste prometteuse. Qu'il s'agisse de réutilisation directe pour la production d'eau potable (c'est le cas à Windhoek, en Namibie) ou de réutilisation indirecte via l'injection/réalimentation en réservoir aquifère (comme en Australie ou aux États-Unis), afin de maintenir la réserve renouvelable ou de lutter contre l'intrusion saline (voir en Espagne ou en Israël). Le marché mondial de la réutilisation, estimé à 23 millions de dollars en 2017, est en pleine croissance. L'irrigation représente un tiers de la demande².

Le projet Irri-alt'eau³ poursuit l'objectif original d'irriguer en goutte à goutte des vignes avec des eaux usées, traitées en quantité et qualité maîtrisées. Depuis 2013, Veolia Eau produit à partir d'une des stations d'épuration de la communauté d'agglomération du Grand Narbonne une eau épurée, filtrée et désinfectée⁴. Celle-ci irrigue deux parcelles du vignoble expérimental de Pech Rouge, propriété de l'Inra. Outre ces parties prenantes, le projet de recherche collaboratif associe une PME spécialisée dans les systèmes d'irrigation (Aquadoc) ainsi que la cave coopérative de Gruissan.

Une région durement touchée par le changement climatique

Selon un bilan dressé en 2012 par l'Agence de l'eau Rhône Méditerranée Corse, le climat méditerranéen se fera de plus en plus aride d'ici 2080 : déficit pluviométrique estival important (jusqu'à - 80 % sur certains bassins comme celui de l'Aude), augmentation des températures en moyenne annuelle (+ 3 °C), chute de débit des cours d'eau (- 30 % à - 80 %) ... Les besoins en eau de l'agriculture augmenteraient de 40 % à 65 % à assolements inchangés.

Les conséquences pour la viticulture en Languedoc-Roussillon sont dès à présent lourdes : outre la diminution des rendements (- 9 % entre 2000 et 2006⁵), la qualité du vin élaboré est également touchée : augmentation du degré alcoolique (+ 2 à 3 % entre 1980 et 2009⁶), baisse significative de l'acidité, maturité du raisin plus difficile à atteindre lorsque la vigne est en état de stress hydrique. Ceci conduit à des vins moins équilibrés au niveau sensoriel, parfois plus agressifs en termes gustatifs (astringence).

Dans ce contexte, l'utilisation d'eaux traitées comme ressource alternative de proximité pour l'irrigation des vignes apparaît comme une solution pour préserver la qualité d'une AOC et la pérennité d'une filière.

De l'expérimentation à l'échelle industrielle

Reste à faire la preuve de l'innocuité de l'utilisation d'eaux recyclées sur la vigne et le vin



Les vignes dédiées au projet Irri-alt'eau, visant à déterminer si l'eau usée traitée peut être utilisée pour l'irrigation.

sur un ensemble de critères identifiés. Sur les mêmes parcelles irriguées avec des eaux traitées, d'autres cepages reçoivent de l'eau potable et de l'eau de surface. On peut ainsi comparer l'impact des différentes eaux sur la vigne, le sol et l'eau souterraine. De même, des analyses sur les vins produits sont intégrées à l'étude : physico-chimiques, bactériologiques et... gustatives. « *Après une première vendange, nous sommes très optimistes* », annonce Brigitte Goral, superviseur du projet Irri-alt'eau chez Veolia Eau.

Le projet sera mené sur trois vendanges et, une fois validée l'expérimentation sur les cepages de l'Inra, progressivement étendu jusqu'à 200 hectares sur le vignoble de la cave coopérative de Gruissan. Il sera alors possible de valider définitivement un procédé et une conduite d'irrigation qui pourront avoir leur utilité dans bien d'autres cultures que celle de la vigne.

Reste à adapter les réglementations...

L'irrigation de la vigne est très encadrée. Dès 2014, un projet de modification du code rural spécifique aux vignes sera proposé au vote des professionnels. L'origine de l'eau ne sera pas, pour l'Institut national de l'origine et de la qualité (Inao), un critère discriminant dès lors que sa qualité sanitaire est établie.

Quant à la normalisation de l'utilisation d'eaux usées issues de stations d'épuration urbaines⁷, elle est déjà discutée tant au niveau européen⁸ qu'au niveau international autour du comité « Réutilisation pour l'irrigation des eaux usées traitées »⁹.

... et à optimiser les aspects techniques et logistiques

Trois pistes de travail ont été lancées :

- assurer la disponibilité en quantité et qualité maîtrisées de la ressource en eau traitée,

dans une région où les volumes d'eaux usées sont très influencés par la saison touristique ;

- optimiser la quantité d'éléments nutritifs apportés à la plante (azote, phosphore, etc.) par l'intermédiaire de l'eau recyclée (fertirrigation). Développer une stratégie d'irrigation en goutte à goutte qui compense le stress hydrique et bonifie l'apport en nutriments permettra d'obtenir une récolte de qualité, sans induire de problèmes de salinité des sols sur le long terme ;

- assurer la viabilité économique en valorisant à l'année l'eau traitée sur d'autres types de cultures (alimentaire, énergétique...), tout en faisant en sorte que les traitements restent adaptés à l'usage spécifique sur la vigne. L'amortissement des infrastructures dédiées (traitement tertiaire final et réseau de distribution) pourrait ainsi être réalisé en complément des aides de l'Agence de l'eau. Ceci passe par une analyse multicritère attentive des projets de réutilisation.

De la faisabilité à l'acceptabilité ?

Un des principaux facteurs de succès du projet réside cependant dans l'acceptation sociale de la réutilisation des eaux traitées. Dans certains pays confrontés à des pénuries en eau chroniques ou saisonnières, cette pratique apparaît aujourd'hui comme incontournable. En France, elle reste attachée à certains contextes particuliers de ressources en eau localement limitées, avec une bonne acceptabilité en ce qui concerne les projets les plus anciens (golf, maïs, forêt). Usagers et riverains ne différencient plus ici l'eau recyclée d'une eau d'irrigation agricole conventionnelle.

Le vin est un produit porteur d'images fortes : l'acceptation sociale du recours à une ressource alternative pour l'irrigation de vignoble, tant de la part des viticulteurs ou des professionnels de la filière que du grand

public est un réel challenge. Le maintien de l'activité et de la compétitivité du territoire le mérite bien. Les amateurs éclairés de bons vins aussi ! ■



Alice Peyrard (2000)

Chef de projet climat chez Veolia, Alice Peyrard est entrée dans le métier par la porte de la R&D. C'est ensuite sur les contrats internationaux qu'elle prend des responsabilités opérationnelles. Elle a par la suite été opération manager d'usine en build-operate-transfer, auditeur corporate puis directrice de contrats industriels en facilities management.

1. Rapport de Philippe Martin sur la gestion quantitative de l'eau en agriculture, juin 2013.
2. Global Water Intelligence : « Municipal water reuse markets 2010 ».
3. Labellisé par le pôle de compétitivité Eau de Montpellier
4. Eaux traitées de qualité sanitaire de niveau B et C (arrêté du 2 août 2010 relatif à l'utilisation d'eaux usées du traitement d'épuration des eaux résiduaires urbaines pour l'irrigation de cultures ou d'espaces verts).
5. Chambre régionale d'agriculture, 2010.
6. Communication orale au colloque VINO Latino, « Les vrais enjeux de l'irrigation pour la vigne et le vin en région méditerranéenne ».
7. Loi sur l'eau de 1992 ; arrêté du 2 août 2010 ; avis et rapport de mars 2012 de l'Anses.
8. Comité technique de normalisation CEN/TC165 « Technique des eaux résiduaires ».
9. Comité de projet ISO/PC253 : 18 pays participants et 14 pays observateurs.