

## L'avenir de l'industrie est vert et collaboratif

L'écologie industrielle promeut des stratégies opérationnelles et économiquement viables en poussant aux collaborations entre entreprises. Ces symbioses industrielles où les déchets peuvent devenir une ressource pour d'autres fleurissent en Suisse.

PAR SUREN ERKMAN, PROFESSEUR ET THÉODORE BESSON, DOCTORANT À LA FACULTÉ DES GÉOSCIENCES ET DE L'ENVIRONNEMENT DE L'UNIVERSITÉ DE LAUSANNE

**E**nergies renouvelables par-ci, technologies propres par là: depuis quelques temps, il n'y en a plus que pour l'économie et la croissance «vertes», dernier avatar de la rhétorique du développement durable. À croire que le système industriel se serait brusquement converti à la seule mission de sauver de la planète.

Mais trêve d'angélisme. Jusqu'à nouvel ordre, le modèle économique dominant, qu'on le déplore ou que l'on s'en réjouisse, met les entreprises sous une pression de compétition toujours plus intense, sur des marchés de plus en plus ouverts et globalisés. Dans ce contexte, les écotechnologies (ou cleantech ou greentech, selon les anglicismes à la mode) constituent d'abord aujourd'hui une nouvelle opportunité de croissance. A vrai dire, les écotechnologies n'incarnent pas tant des concepts scientifiquement rigoureux, ni ne se traduisent par des résultats forcément pertinents du point de vue environnemental. Mais elles représentent d'abord des segments de marché potentiel, où l'on trouve, pêle-mêle, les technologies modernisées de traitement de la pollution, une grosse part d'énergies renouvelables, et diverses techniques d'optimisation de l'énergie et des ressources.

Pour tenter d'y voir plus clair dans la rhétorique des écotechnologies, l'écologie industrielle (EI) offre une perspective intéressante. Elle s'appuie sur l'écologie scientifique et son cadre conceptuel large (l'évolution et le fonctionnement des écosystèmes), mais néanmoins rigoureux. Elle développe et intègre des outils permettant de mesurer les performances concrètes en termes de flux de matière et d'énergie, ainsi que d'impacts sur les écosystèmes et la santé humaine, évitant ainsi de ne se payer que de belles paroles. Surtout, l'EI promeut des stratégies opérationnelles, capables de relier ce cadre conceptuel à des solutions économiquement viables. En particulier, l'EI propose aux acteurs de l'économie des approches collaboratives, qui viennent s'ajouter aux règles habituelles de compétition.

### LES BÉNÉFICES DE L'EI

L'originalité de l'EI réside dans son approche systémique de l'évolution technologique. Il ne suffit pas que les entreprises, chacune à titre individuel, adoptent des techniques optimales, aussi propres soient-elles: l'infrastructure du système industriel dans son intégralité doit également évoluer pour devenir compatible avec le fonctionnement durable de la Biosphère. Autrement dit, les choix stratégiques ne portent pas simplement sur des technologies considérées isolément,

## Provins se lance dans la phyto-épuration

En centralisant ses activités sur le site de Sion en 2009, le groupe Provins, premier producteur de vin en Suisse avec à lui seul le quart de la production valaisanne, a du faire face à un épineux problème de saturation de la station d'épuration. Durant les trois semaines de vendanges, les eaux usées émises par le site explosent avec des charges organiques pouvant atteindre l'équivalent de celles rejetées par 35 000 habitants. Pour faire face, l'entreprise a choisi de traiter elle-même ses eaux usées avec un procédé économique et écologique qui ne nécessite aucune énergie et peu de maintenance. Soutenu par le projet Echo d'écologie industrielle en Valais, la société Amethyst

Solutions a ainsi mis en œuvre en octobre 2010 deux bassins de 310 mètres carrés et 90 centimètres de profondeur. Ils sont tapis de zéolithes, des roches poreuses d'origine volcanique (du Vésuve dans ce cas, additionnés d'un cocktail de bactéries qui assimilent la matière organique contenue dans les eaux. L'aération du lit de zéolithes est assurée par des roseaux qui consomment la matière organique devenue assimilable et sont simplement fauchés régulièrement. Après traitement, les eaux sont rejetées dans un canal afin de pouvoir être utilisé directement en aval par les agriculteurs onze mois par an. L'installation sera opérationnelle pour la vendange 2011.

PHOTO: DR



**MONTHEY**  
La chaleur perdue du site chimique est valorisée par un réseau de chauffage à distance.

## Le projet Echo étend les symbioses industrielles en Valais

Le site chimique de Monthey fait aujourd'hui figure d'exemple de bonnes pratiques en matière d'écologie industrielle. Là, Cimo, qui s'occupait du traitement des déchets de ce site chimique regroupant Syngenta, Huntsman et BASF, les valorise, en collaboration avec et pour ces industriels, de diverses manières: récupération de la chaleur pour le chauffage (600 000 tonnes de vapeur par an) et production d'électricité (200 GW/an), gestion collective et revalorisation des déchets (phosphates et ammoniac notamment) ou régénération des solvants. Cette logique rebondit maintenant dans tout le Valais dans le cadre d'ECHO-Valais. A Sierre, la Blanchisserie Centrale recycle des chiffons pour les industriels locaux alors qu'ils étaient précédemment traités en Suisse alémanique. Les STEPs de Granges et de CIMO utilisent des déchets d'alumine d'Alcan pour le traitement des eaux alors qu'ils étaient précédemment exportés en France. Sur la base de ces expériences, le Valais prépare maintenant un symposium international sur l'écologie industrielle pour l'automne prochain à Martigny.

mais ils interviennent à l'échelle des systèmes technologiques et des grandes infrastructures: réseaux de transports, réseaux de distribution d'énergie, chaînes logistiques, urbanisme, etc.

Dans cette optique, les écotechnologies apparaissent comme un aspect certes important, mais très partiel, des dynamiques technologiques qu'il convient de favoriser. Le récent Masterplan de la Confédération se focalise exclusivement sur les «cleantech», mais il gagnerait à adopter une perspective plus large, notamment en intégrant la problématique des technologies dites «critiques», «pivotales» ou potentiellement «disruptives», telles les nanotechnologies et les nouvelles technologies de l'information et de la communication.

Tout d'abord, l'EI donne aux entreprises les moyens de connaître leur «métabo-

lisme», c'est-à-dire de mesurer, quantifier et analyser leurs flux et stocks de matières et d'énergie, en plus des flux financiers. En particulier, les méthodologies de l'EI telles que l'analyse des flux de matière et l'analyse de cycle de vie (qui quantifie les impacts potentiels), permettent d'évaluer les performances de l'ensemble des procédés et des technologies, considérés comme «propres» ou pas. Il est également possible d'évaluer les performances des écotechnologies non seulement aux étapes de la production, mais aussi sur l'ensemble du cycle de vie des produits en incluant les phases d'utilisation, d'entretien, et de fin de vie. Ainsi, l'EI propose une palette d'outils de diagnostic et d'aide à la décision offrant aux entreprises la possibilité d'élaborer des stratégies environnementales adéquates (ce qui peut se traduire par une compéti-

tivité accrue), voire même de détecter et concrétiser des opportunités de nouveaux marchés.

D'une manière générale, l'EI vise à réorganiser en profondeur l'ensemble du système économique industriel afin de le faire évoluer, dans la mesure du possible, vers un fonctionnement compatible avec celui des écosystèmes, notamment en s'inspirant de la biosphère (sans pour autant chercher à la copier purement et simplement). Cette «transition écologique» du système industriel nécessite de nombreuses innovations sociales, économiques, politiques et organisationnelles, pas seulement des innovations technologiques au sens étroit. Par exemple, les synergies éco-industrielles (ou symbioses industrielles): cette stratégie, qui s'inspire du fonctionnement des écosystèmes, vise à valoriser les déchets,



#### ROSELIÈRE

Avec la phyto-épuration les roseaux assimilent les déchets dans l'eau afin de la rendre utilisable par l'agriculture.

coproduits et sous-produits des entreprises (déchets métalliques, gypse, biomasse, solvants, eau, etc.), ces derniers pouvant ainsi devenir des ressources pour d'autres acteurs économiques. Les symbioses industrielles comportent naturellement une dimension technologique importante, néanmoins elles ne peuvent pas se réaliser sans un contexte adéquat sur les plans réglementaire, social et économique.

#### FLORAISON DE PROJETS

Au plan international, on assiste depuis quelques années à une floraison de projets d'écologie industrielle, aussi bien à l'échelle des entreprises que des régions voire des pays. Au plan fédéral, un postulat a été déposé en 2010 pour que la Confédération élargisse et coordonne ces efforts sur l'ensemble du pays mais malgré le soutien du Conseil Fédéral il a été refusé par le Conseil National en mars dernier.

La stratégie des symbioses industrielles inspire pourtant de nombreuses démarches de parcs éco-industriels, en Europe (notamment en Grande-Bretagne) et en Amérique du Nord, ainsi qu'en Asie. A l'échelle nationale, les gouvernements chinois et japonais, par exemple, voient dans ce qu'ils appellent «l'économie circulaire» une stratégie globale d'optimisation de l'usage des ressources, inspirée largement de l'écologie industrielle. De manière similaire, l'Union européenne s'efforce de développer une politique de gestion intégrée des ressources. Des agences spécialisées des Nations Unies (notamment l'organisation pour le développement industriel, ONUDI), mènent des programmes d'EI dans plusieurs pays en développement.

En Suisse romande, l'EI fait l'objet de plu-

sieurs expériences au plan cantonal (Genève, Vaud, Valais, Fribourg) comme au plan communal (Sierre, Lausanne, etc.). Ces projets, qui sont généralement conçus dans une optique de développement économique durable (et non uniquement comme des projets environnementaux), visent à optimiser l'utilisation des flux de matières à l'échelle d'une zone industrielle, d'une ville ou d'un territoire plus large. À ce titre, le site chimique de Monthey représente un bel exemple d'application d'EI: Cimosa SA fournit aux sociétés BASF, Syngenta et Huntsman, des services de maintenance, d'approvisionnement en énergie et de traitement des déchets. Ces mutualisations permettent une valorisation de plusieurs ressources matérielles (brome, ammoniac, phosphore) et énergétiques (vapeur).

#### LES LIMITES DE L'EFFICACITÉ

Dans ce type de projets, l'État peut jouer un rôle primordial, en tant que catalyseur de l'innovation. Par ailleurs, étant lui-même un acteur économique de poids, l'État peut ser-

vir de vitrine à des projets «made in Switzerland», en mettant en pratique les mesures qu'il préconise au reste de la société.

En Suisse comme ailleurs, les milieux économiques et politiques insistent beaucoup sur l'importance de l'efficacité, notamment l'efficacité énergétique. L'économie suisse se classe régulièrement parmi les plus performantes d'un point de vue énergétique (de par ses compétences en énergies renouvelables, en mobilité durable et en «éco-bâtiments»), mais aussi en termes de gestion de l'eau et des déchets. En outre, les écotechnologies sont souvent présentées comme permettant d'accroître l'efficacité environnementale des activités économiques. L'efficacité fait ainsi un peu figure de panacée pour assurer la transition écologique de nos économies. Malheureusement, rien n'est moins sûr.

Comme l'ont montré de nombreuses études empiriques, l'augmentation de l'efficacité des procédés et des produits ne se traduit pas automatiquement par des économies d'énergie et de ressources en valeur absolue. Certes, l'accroissement de l'efficacité diminue la quantité d'inputs (matière, énergie) pour produire un bien; mais elle tend à favoriser l'augmentation de la consommation de ce bien, ce qui peut se traduire en fin de compte par un accroissement de la consommation de ressources et des impacts environnementaux. Ce phénomène, connu sous le nom d'«effet rebond», doit être pris au sérieux. Cela dit, il ne s'agit pas de rejeter en bloc l'efficacité, mais l'EI préconise d'élaborer des mesures d'accompagnement permettant d'éviter cet effet.

Les écotechnologies offrent des perspectives intéressantes, mais il convient de les considérer dans un contexte plus large (tel que l'écologie industrielle), sans surestimer leur potentiel environnemental et commercial. ■

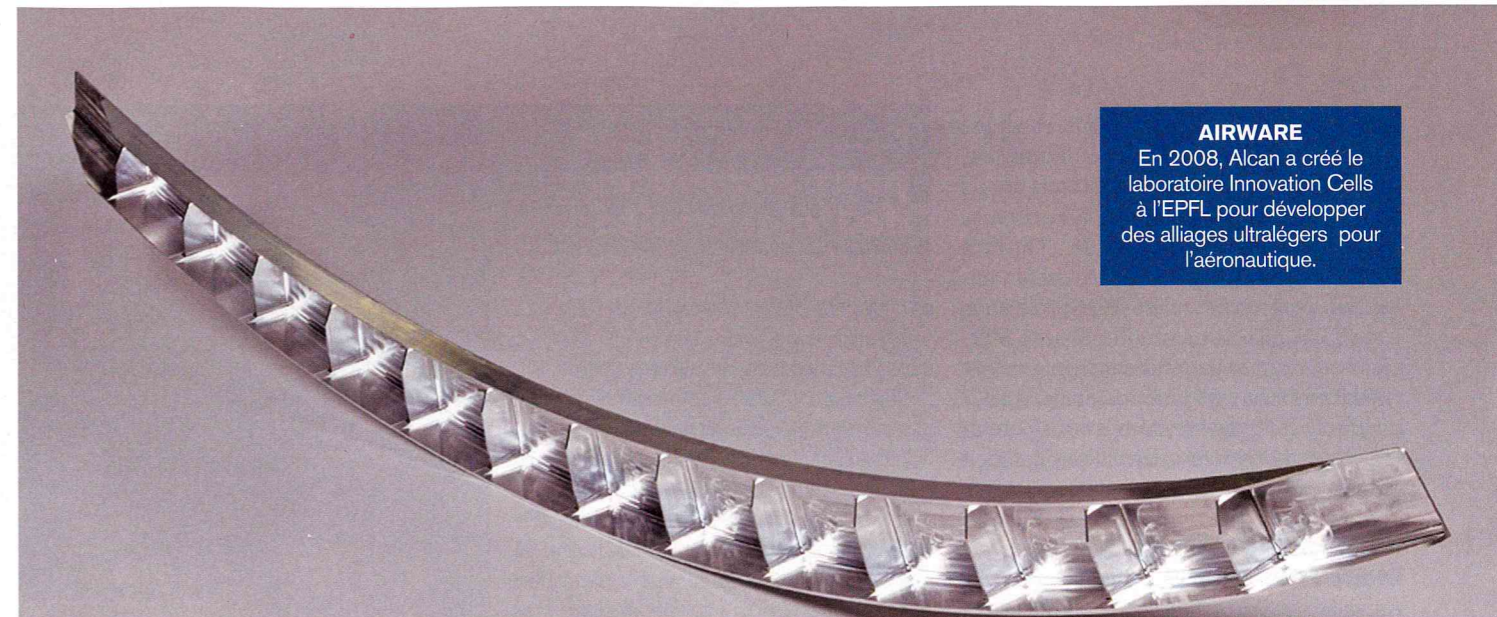
### DEUTSCHE ZUSAMMENFASSUNG

#### Die Zukunft der Industrie ist grün und liegt in der Zusammenarbeit

Die industrielle Ökologie will mit Kooperationen zwischen verschiedenen Branchen operationelle und wirtschaftlich realisierbare Strategien fördern. Sie geht dabei ganzheitlich an die Weiterentwicklung der Technologien heran. Es reicht nicht, wenn die Unternehmen für sich allein optimale Techniken anwenden. Vielmehr muss die Infrastruktur der gesamten Industrie weiterentwickelt werden, um auf Dauer mit der Biosphäre vereinbar zu sein. Die industriellen Symbiosen sind hierfür ein gutes Beispiel. Auf dem Chemiegelände von Monthey (VS) bietet die Cimosa AG den Unternehmen BASF, Syngenta und Huntsman Dienstleistungen in Wartung, Energieversorgung und Abfallverwertung an. Dadurch wird die Aufwertung verschiedener Ressourcen ermöglicht, die bis anhin als Abfallprodukte betrachtet wurden.

PHOTO: MICHELE DANIAU/AFP

## MATÉRIAUX



#### AIRWARE

En 2008, Alcan a créé le laboratoire Innovation Cells à l'EPFL pour développer des alliages ultralégers pour l'aéronautique.

## Le futur des technologies propres dépend des nouveaux matériaux

Nombre de technologies propres sont fortement dépendantes de ressources rares. L'Institut Paul Scherrer donne aux chercheurs suisses les instruments permettant de découvrir de nouveaux matériaux afin de diminuer l'usage de ceux qui deviennent rares ou pour les remplacer.

PAR JOËL MESOT, DIRECTEUR DE L'INSTITUT PAUL SCHERRER



PHOTO: DR

Dans le domaine de l'énergie, notre société moderne dépend presque exclusivement de ressources naturelles constituées il y a plusieurs millions d'années. L'utilisation intensive de charbon, de pétrole et de gaz pour le transport, le chauffage, l'agriculture et notre industrie combinée à une expansion économique rapide de pays tels que le Brésil, Russie, Inde et Chine (BRIC) et à une démographie mondiale galopante, place nos sociétés face à des défis gigantesques. D'un côté nous connaissons les effets néfastes de notre mode de consommation énergétique sur notre climat et l'environnement, d'un autre, l'épuisement des ressources naturelles de notre planète nous oblige à rapidement trouver des solutions politiques, économiques et techniques.

#### LES NOUVEAUX MATÉRIAUX, BASE DE L'INITIATIVE CLEANTECH

La recherche, aussi bien fondamentale qu'appliquée dans le domaine des nouveaux matériaux est à la base des développements nécessaires à l'établissement de l'initiative cleantech. C'est pourquoi le domaine des écoles polytechniques a défini ce thème de recherche comme faisant partie d'une des cinq priorités principales pour la période 2012-2016. Car la recherche en matériaux est de nature à avoir un impact déterminant sur les cleantechs. Par exemple, les cellules photo-

voltaïques permettant de convertir l'énergie solaire en électricité, font actuellement principalement appel à une technologie basée sur des cristaux de silicium. Des développements remarquables faisant appel à des couches minces composées de diverses molécules organiques ou inorganiques permettront dans le futur d'augmenter l'efficacité des cellules avec comme conséquence d'en diminuer les coûts et de les rendre plus compétitives.

Un deuxième exemple démontrant l'importance de la recherche sur les matériaux concerne les piles à combustible. Cette technologie permet à partir d'hydrogène et d'oxygène de produire de l'électricité et... de l'eau, générant ainsi une source d'électricité quasiment idéale. Afin de rendre cette technologie compétitive, il est crucial de développer des membranes meilleur marché, contenant une faible quantité de platine, le matériau essentiel du processus catalytique. De même, pour développer des batteries ayant des durées de vie plus importantes, les chercheurs combinent des éléments tels que lithium, cobalt, nickel, ou magnésium.

D'autres exemples concernent les matériaux adaptés aux très hautes températures pour les réacteurs nucléaires de quatrième génération qui promettent une utilisation plus efficace du combustible voir, à plus long terme, pour la fusion thermonucléaire.

Tous ces exemples et bien d'autres font l'objet d'intenses recherches en Suisse, aussi bien dans le domaine des écoles polytech-