

**L' ECOLOGIE INDUSTRIELLE,  
UNE ECONOMIE POUR LA DURABILITE**  
concepts - techniques - terrains

Léo DAYAN \*

**Résumé :** Comment accroître les flux financiers des entreprises et les performances économiques en visant l'équité et la réduction des flux de matière et de déchets ? Ne pas limiter la question des impacts économiques à des problèmes "*end of pipe*" de pollution et de déchets et reconstruire l'économie comme un écosystème. Une économie organisée par boucles de réutilisation des ressources substitue la vente d'un service à celle d'un produit et son efficience doit moins au coût salarial et à l'échelle de production qu'à la productivité des ressources, aux synergies informationnelles et aux segments cognitifs de la production. La richesse se découple du flux de matière, les tâches se dématérialisent et se relocalisent et la coopération, les ingénieries et énergies entreprenantes du local sont les ressources critiques.

Le "*Phillips-Eco-Enterprise Center*", est expérience au Nord des concepts et pratiques de la durabilité, une socialité planétaire déclinée localement à l'aide de populations originaires des cultures du Sud.

**Mots clés :** coopération, durabilité, déchets, éthique, ingénierie locale, information, liaisons éco-industrielles, productivité des ressources

**Classification JEL :** O10 Q01 Q20 Q55 Q56 Q57 R11

---

\* [leo.day@apreis.org](mailto:leo.day@apreis.org) Université de Paris I Panthéon- Sorbonne.

Directeur scientifique du laboratoire mondial APREIS et de l'Université Mondiale Nomade pour le Développement Durable : <http://www.apreis.org>

## .... LE CONTEXTE EN QUESTIONS....

La mondialisation économique, la déterritorialisation de l'information et la globalisation des développements - *qui sont aussi des conditions de la durabilité* - produisent de la croissance mais ne s'accompagnent ni de l'équité ni de la maîtrise de la vitesse et du volume des flux de matière, d'énergie et de déchets.

Le développement technologique de la société de la connaissance au Nord, grâce, en partie, à des composants, à des ressources, au salariat et aux cultures des Sud, augmente la vitesse et les flux d'information. Mais, au lieu de servir à la dématérialisation systémique des activités, il accélère les flux de produits nouveaux et accentue les ruptures des boucles éco systémiques de matière sans réduire pour autant les fractures sociales, les chocs culturels et les distances politiques entre et au sein même des sociétés, au contraire qu'il aggrave.

Le "Nord" consomme plus de 80% des ressources mondiales. Les dangers essentiels de cette surconsommation sont moins le gaspillage que la perturbation des cycles de la biosphère, les heurts culturels et les inégalités sociales inhérents à un mode de développement du système industriel dont la logique entraîne l'accroissement des flux de déchets, l'empoisonnement des écosystèmes et des hommes, la dévalorisation culturelle et la croissance de la pauvreté.

Or aujourd'hui, et plus que jamais, le *plus* économique ne va pas mécaniquement dans le sens du mieux ni ne se confond avec lui. Globalement à l'échelle mondiale, les temps ne sont plus aujourd'hui à la pénurie mais à la surabondance<sup>1</sup> et sont moins à l'accroissement de la satisfaction quantitative des besoins qu'à ceux de la survie de la planète, à la réduction de la pauvreté, à la diffusion des connaissances et à l'élargissement des périmètres de socialité et de citoyenneté.

Si l'économie s' imagine pouvoir internaliser les coûts d'imperfection par les prix, elle ne saurait, avec ses seuls outils, ni faire désirer la vie, ni prévenir les seuils de l'irréversible, ni reconstituer les liens entre la nature et l'activité humaine dont les ressources dépendent d'elle en son origine et en son aboutissement. Si elle sait définir un optimum de

---

<sup>1</sup> De nombreux secteurs d'activité produisent à coûts unitaires décroissants. Toute baisse des prix liée à la surabondance de l'offre impose une réduction des coûts ...qui ne peut être atteinte que par l'accroissement d'une production déjà excédentaire.

production<sup>2</sup> pour un état donné des besoins et de la répartition, elle ignore ce que peut être un optimum économique de la répartition.

La question économique peut et doit donc se déplacer de la production au partage<sup>3</sup>, de la redistribution à la distribution, de la compétition à la coopération, de l'individualisme à la solidarité et de la prescription réglementaire à la responsabilité individuelle sociale.

Comment donc rendre compatible le système industriel avec la biosphère et protéger la santé humaine tout en répondant aux besoins économiques croissants d'une population humaine en augmentation, satisfaite inégalement?

Quelles stratégies de développement permettraient de répondre à une population exigeant localement une plus grande équité dans la distribution mondiale des fruits et des charges de la croissance et désireuse localement d'une plus grande responsabilité dans la définition mondiale des valeurs, des modes de développement possibles et des critères du bien être et de la vie en commun ?

Quel système productif, quelle conception de la richesse, quel fonctionnement du système industriel, peuvent permettre de tisser la trame d'un local capable de produire un mondial respectueux des cultures, économiquement fécond, écologiquement responsable, politiquement viable et socialement équitable ?

L'écologie industrielle, économie pour la durabilité, offre une réponse.

### **... POUR COMMENCER ...**

Un hommage à une des sources culturelles de la durabilité industrielle

L'homme (ou la femme) qui visite les décharges et récupère des biens qu'il "retape" pour ses besoins ou revend "au noir", la femme (ou l'homme) qui raccommode et ravive les pièces de tissus usées par le temps, devront être, de manière rétroactive, socialement et mondialement honorés. Ils se créent une valeur, en nature ou parfois en monnaie, en dispensant la société et l'Etat de porter attention à leurs fins de mois, et préservent les "actifs" en évitant de faire surnombre sur un marché plus prompt à limiter les salaires réels qu'à

---

<sup>2</sup> optimum de Pareto

<sup>3</sup> partage de la capacité à accéder aux moyens de production, à produire et à bénéficier des conditions élémentaires de survie .

protéger contre la misère... Et ils contribuent, modestement mais efficacement, en économisant à l'Etat le risque d'une réglementation pernicieuse et contournable, à protéger l'environnement, au prix parfois de leur santé, plus exposée que tout autre mortel aux polluants nocifs éparpillés dans leurs aires de vie. Resterait à se saisir de la portée d'un travail ignoré ou dévalorisé, à mettre leur fonction au grand jour, à se servir de leur ingéniosité, à s'en inspirer industriellement, c'est à dire à réduire les flux et les stocks de matière qui encombrant la biosphère et à créer une richesse d'utilisation en valorisant les déchets comme une ressource pour allonger la durée de vie des substances prélevées sur la nature et de moins l'encombrer.

**Cependant ...** Une telle généralisation demande au préalable l'étude du métabolisme des substances biophysiques des produits, de déterminer dans une perspective globale ce qui peut être fabriqué avec les déchets, de ne produire que les composants dont les déchets sont éco-réutilisables et de rendre étanche la circulation des polluants nocifs. Et, tout comme notre homme (ou femme) ingénieux, on pourrait accroître la productivité des ressources plutôt que de privilégier la productivité du travail.

**Mais ...** La conciliation durable suppose de prendre exemple sur les cultures de la communication et du partage, sur les éthiques communautaires de la coopération, de la réciprocité et de la solidarité. Reposant sur les synergies informationnelles, les intensités interactionnelles et les coopérations de proximité, la liaison éco-industrielle offre au local une place déterminante à la mise en oeuvre de la durabilité, un local qui apparaîtrait, *techniquement*, comme une communauté productive et distributive de services organisée autour de la gestion mutuelle des flux locaux de matière et de déchets.

**Donc ...** Des townships de Johannesburg aux favellas de Sao Paulo, des natifs d'Amazonie jusqu'à ceux qui survivent debout avec presque rien que l'on rencontre au "Sud" et ailleurs, il y a des gisements de génie qu'il faudrait reconnaître et dont il faudrait méthodologiquement et industriellement s'inspirer. L'ingéniosité économique des gens de pénurie est une des sources culturelles de l'écologie industrielle. Pour poursuivre la boucle des cycles de matière à l'échelle de la terre, pour mieux partager l'effort et répartir les résultats de la création humaine, il faudrait valoriser les savoir faire de cet homme (ou femme).

## I. POUR UNE ECONOMIE DE LA DURABILITE

Faire plus mais avec moins, faire sur place mais autrement

### 1. La durabilité ? ... le lien le lié le liant

Le concept de durabilité soulève en pratique la question de la réduction quantitative et de la maîtrise qualitative des flux et des stocks de matière et d'énergie prélevés ou dissipés et l'accompagne d'une double solidarité éthique<sup>4</sup>, horizontale avec les plus démunis, et verticale entre générations, *condition même de sa pertinence scientifique et de sa réalisation pratique*, condition même de toute théorie du développement comme de l'intelligibilité et de l'efficacité des modes d'organisation, d'harmonie et de gouvernance des sociétés.

Si la durabilité s'intéresse à la question des impacts des activités humaines sur les écosystèmes, à l'inverse de la démarche économiciste, elle ne sépare pas le système industriel de la biosphère, ni ne sépare l'économique du culturel et du social. Elle ne considère pas le système industriel en tant que tel extérieur à son objet de réflexion. Elle invite donc l'économie à compléter ses propres instruments d'évaluation, à revoir ses critères de décision et à intégrer dans ses réponses une perspective globale et dans le cadre d'une éthique clairement exprimée.

La mise en œuvre de la durabilité invite à décroquer les hommes, les temps, les énergies et les espaces. Elle s'intéresse aux interrelations, aux interdépendances et aux interactions entre tous les domaines et activités que certains partages disciplinaires, culturels, institutionnels ou organisationnels séparent. Elle concerne un champ global, intégré et transversal, d'interrogations éthiques et d'études scientifiques, stratégiques, techniques et pratiques : ***le lien le lié le liant***.

La durabilité n'est pas une juxtaposition de composantes, économique, sociale, écologique, territoriale et culturelle. Elle est l'action des connaissances qui tiennent intimement l'intelligibilité du monde, les solidarités humaines, l'efficacité des activités sociales et l'unité de la biosphère et qui, de manière transversale, offre, en ces domaines, des cheminements qui s'avèrent respectueux des cultures, équitables socialement et compatibles avec la valorisation locale de l'environnement et la préservation planétaire de la biosphère. Elle

---

<sup>4</sup> La morale commande et prescrit, l'éthique interroge et recommande

intègre, dans la construction de son objet et dans sa progression, l'interdépendance étroite entre terrains, techniques et théories, les liaisons, en genre et en nombre, interdisciplinaires, interculturelles, intersectorielles et intergénérationnelles mais aussi des normes et une éthique qui permettraient au couple marché-état de relativiser ses propres rationalités et sortir de ses incohérences.

Quelle est la cohérence entre les mesures réglementaires prises d'un côté pour réduire les émissions des gaz à effet de serre et de l'autre côté la généralisation de la gestion à flux tendus et stocks zéro ? En quoi la réduction d'un coût individuel et la rationalisation d'un mode de gestion, considérées isolément et hors de toute perspective d'ensemble, seraient-elles spontanément en phase avec la réduction d'un coût global et avec la maîtrise quantitative et qualitative de la diffusion des polluants ? Au Canada, la gestion à flux tendus se traduit, par la baisse du taux de remplissage des camions de fort tonnage et par l'accroissement du nombre des camionnettes en zone urbaine. La progression du taux d'occupation des sols par l'automobile et du volume kilométrique parcouru limitent les efforts accomplis en matière de réduction des disséminations nocives.

Sectoriellement rationnelles, ces mesures sont globalement incohérentes. L'Etat et la réglementation se décrédibilisent et le marché poursuit inexorablement la route de ses (ir)rationalités.

## **2. L'approche cloisonnée et "end of pipe" de la durabilité**

L'effet "*take back*", révèle les perversions des mesures de réduction des émissions dissipatives lorsque la réglementation n'oriente l'investissement que vers la performance environnementale.

Une technologie qui perfectionne celle d'un véhicule augmente la distance totale parcourue et la demande de déplacements en automobile. Malgré la baisse de la consommation de carburant et des émissions par unité kilométrique, l'accroissement des distances augmente d'autres dépenses sociales: congestion de trafic, infrastructures, stationnement, accidents, étalement urbain, pollutions nouvelles et, par, effet volume, élève les émissions que le perfectionnement d'une technologie était censée réduire. Cet exemple, sans besoin de lui ajouter les sept planètes à inventer le jour où l'homme du Sud vivra comme l'homme du Nord ni l'épuisement des ressources pétrolières, illustre les limites des stratégies de la durabilité s'appuyant sur la réglementation ainsi que l'ornière technologique dans laquelle l'investissement "*end of*

*pipe*" enfonce une société au détriment d'une réelle innovation en retardant et en rendant plus coûteux l'arrêt de technologies pourtant condamnées à terme comme par exemple, ici, du moteur à explosion.

Autre exemple. La part d'une facture d'eau consacrée en France aux redevances et taxes de protection atteint en moyenne 60%. Chaque technologie nouvelle d'épuration perfectionne le système... mais les écosystèmes ne sont pas étanches, la dépollution de l'eau conduit à la pollution de l'air et des sols puis à nouveau de l'eau. En effet, que deviennent les filtres des stations d'épuration chargés des substances nocives? La dépollution devrait-elle servir à repolluer ? Quelle véritable innovation autre que le développement d'un marché lucratif de la dépollution ? Quelle autre conséquence que de faire supporter aux plus démunis les effets financiers de leur propre accès à un droit vital ? Les taxes doivent elles servir à mutualiser les dépenses de dépollution de l'eau, sectionnée en produits au lieu d'être tenue pour un "milieu" ? Peut-on traiter la pollution de l'eau comme dissociable de celle affectant tout un système dont elle n'est qu'un élément ?

Plus généralement, que les matières transformées aient perdu leur prix après avoir quitté le marché ou qu'elles n'en aient jamais eu, elles ne disparaissent pas, elles possèdent un état et une dynamique physiques et chimiques. Que leurs impacts aient été internalisés ou non par les prix, les substances continuent d'exister et ont une valeur, leur comportement peut varier, l'innocuité diffuse de leurs substances reste globalement incertaine et peut s'avérer bombe chimique à retardement <sup>5</sup>.

La réglementation, lorsqu'elle se substitue au projet, le marché des droits à polluer, l'internalisation des coûts de la pollution, à travers le principe pollueur payeur, et l'amélioration des performances environnementales peuvent certes être d'un certain effet mais sont les leurres de pratiques déliant le système industriel de la biosphère et cloisonnant les écosystèmes naturels.

La durabilité s'écarte d'une représentation de la sphère économique dans laquelle l'homme, l'industrie et la ville sont pensées hors nature. Le fonctionnement du système industriel resterait extérieur au champ de l'analyse et le souci de la durabilité se réduirait à du marketing, à des innovations incrémentales ou à des réglementations permettant de minimiser les nuisances du système industriel sur "le dehors" qui

---

<sup>5</sup> notamment par effet d'association et par effet de synergie.

l'entoure, son "environnement". Elle se réduirait à une régulation, par la voie réglementaire, ou une monétarisation réparative, par la voie du marché ou de la fiscalité, des impacts négatifs causés par une logique qui demeurerait inchangée.

Les industries environnementales et la réglementation, *en l'état incontournable*, sont l'identité d'une logique qui individualise les gains et accroît globalement les coûts. Le principe pollueur-payeur, censé financer les activités de dépollution et internaliser les coûts au moyen de la sanction monétaire conduit non seulement à l'inéquité : *plus on peut payer, plus on peut polluer*, mais aussi insinue une trajectoire à la croissance qui permettrait localement la pollution: plus on a les moyens de dépolluer, plus on peut polluer et plus le marché offre de nouvelles perspectives de gain en orientant l'investissement dans les innovations "*end of pipe*". La durabilité ne serait pas un projet séduisant et performant mais une charge et une suite d'incohérences. Efficace ponctuellement mais sectorielle, cloisonnée, sans vision, cette approche déplace localement l'effet d'une nuisance et en reporte l'échéance. La valorisation de "l'actif naturel", dont toutes les fonctions ne sont pas substituables, impose des seuils préventifs à son employabilité, à sa reproductibilité, à sa plasticité, à ses rythmes d'absorption et à ses capacités de résilience.

### **3. La part déterminante du local**

La durabilité s'intéresse aux interrelations systémiques et les inscrit dans un cadre méthodologique holistique dans lequel l'affirmation de l'unité et de la finitude de l'univers contraint ses divers niveaux et sa diversité, à la responsabilité et à l'imagination.

Sa justification réside dans la prosaïque nécessité de réunir les conditions de survie de l'espèce menacée par les tensions qui apparaissent entre la logique insulaire, linéaire et réversible de l'économie et les discontinuités, la faible résilience et l'irréversibilité des phénomènes dans les écosystèmes. Mais elle tient aussi, face au risque du chaos, à la part de séduction que l'imaginaire de la durabilité porte en elle : la réconciliation de ce que la révolution industrielle avait conduit à séparer en antinomies relationnelles: industrie/environnement économie/écologie, local/global, Nord/Sud, antinomies figeant la représentation du développement au sein du seul couple Marché -Etat. S'agissant de la société humaine, la conciliation requiert de reconnaître



la spécificité et les degrés de liberté de ses diversités... et à développer leurs solidarités, condition de sa propre reproduction.

A une logique centralisatrice, verticale, insulaire ou d'exclusion, la durabilité substitue des espaces d'autonomie, d'initiative et de créativité, là où peut se situer la coopération entre des parties dont les intérêts divergent, les cultures s'opposent, les moyens les séparent ou les places les distinguent mais seraient prêtes à s'entendre sur les compromis à mettre en place et les actions à entreprendre.

Si le concept de durabilité s'inspire de la théorie des systèmes qu'il renouvelle, doit faire appel au holisme méthodologique et conduit à un nouvel universalisme, il ne verse pas dans des stratégies liberticides ni ne remet la planification centralisée à l'ordre du jour. Il dirige vers des modes de coopération décentralisée et de responsabilisation.

Partant de l'observation que pour parvenir à un but donné, un système peut utiliser, *selon les situations données*, plusieurs chemins différents, et qu'aucun de ses éléments ne peut imposer son choix, un développement n'est durable que s'il assure un rôle déterminant au local. Et l'autonomie du local serait d'autant plus grande que celui-ci se rendrait capable, dans le cadre d'une éthique partagée et d'une direction commune, d'élasticité, de résilience et de dynamisme face aux contraintes exogènes. Si la durabilité offre un cadre méthodologique, des voies et une éthique à la transformation des organisations humaines, elle permet de suivre une même direction par des chemins différents <sup>6</sup>.

La durabilité reconfigure qualitativement, sur *un mode de conciliation systémique*, les savoirs scientifiques sans séparer, dans leur recomposition, le scientifique et le projet normatif. Elle appelle à la transparence et à la mise en synergie des connaissances ascensionnelles et descendantes, elle réoriente et élargit les marges locales de décision, libère les énergies civiles et les entrepreneurs du local qui initient des modes de développement équitables, des trajectoires économes en ressources et riches en valeur d'utilisation.

L'intégration affirmée de l'éthique distingue cette tentative des prétentions à la "pure" scientificité des énoncés des disciplines qui pensent pouvoir en échapper. Parmi ces dernières, *les "robinsonnades" économiques* : rationalité sectorielle, incohérence globale, coût globaux croissants, externalités récurrentes, chocs culturels et inéquités.

---

<sup>6</sup> "Tous les chemins mènent à Rome" Il s'agit de définir en commun où est "Rome"

## **HOLISME METHODOLOGIQUE, DEMARCHE SYSTEMIQUE, CHOIX ETHIQUE, APPROCHE TRANSVERSALE**

**\* L'UN N'EST PAS TOUT.** Aucune partie d'un tout, dont les éléments sont mis en interrelation, ne dispose de toute l'intelligence d'elle-même, ni de toute l'intelligence de chacune des autres parties de ce même tout, ni de toute l'intelligence de ce tout-là. Elle ne transmet et ne capte que l'information minimale nécessaire à sa survie et à ses fonctions (*principe de l'effort minimal*). Aucune partie d'un tout ne peut donc représenter, réguler ou s'imposer à l'ensemble.

**UNE PARTIE EST DANS UN TOUT.** La reproduction d'un élément d'un système résultant de l'ensemble des interactions de ses éléments dépend de la capacité du système à maintenir sa structure (*principe de contrainte descendante*).

**LE TOUT EST PLUS QUE LA SOMME DES PARTIES :** La mise en interrelation d'éléments se traduit par l'apparition de propriétés nouvelles (capacités cognitives) inconnues des éléments pris isolément (*principe d'émergence*). Le bon fonctionnement d'un élément dépend de la qualité de l'information que le tout lui fournit (*principe d'interdépendance descendante*)

**LE TOUT EST MOINS QUE LA SOMME DES PARTIES.** Chaque élément mène des activités ignorées du tout (*principe de spécificité*). Le bon fonctionnement d'un système dépend de la qualité de l'information que chacun de ses éléments lui fournit (*principe d'interdépendance ascendante*)

**LE TOUT N'EST PAS TOUT** Pour parvenir à un but donné, un système peut utiliser plusieurs chemins différents (*principe d'équifinalité*). La quantité de contrainte déployée au niveau de chacun des éléments d'un système correspond toujours au strict minimum indispensable pour assurer l'émergence de la finalité du tout (*principe d'autonomie locale*) en même temps que sont préservés les degrés de liberté permettant d'autres finalités possibles (*principe de contrainte minimale*). Aucun élément central d'un tout ne peut par ou pour lui-même réguler, décider ou s'imposer à l'ensemble.

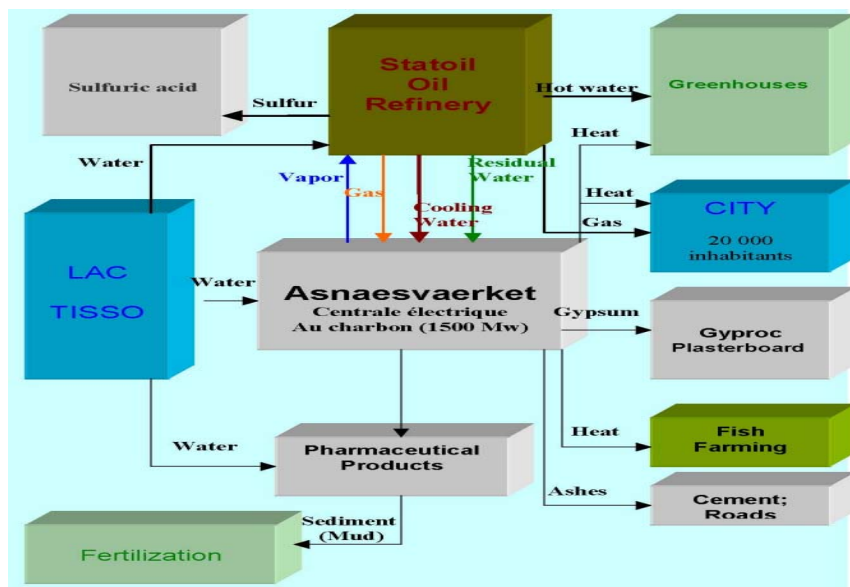
**MAIS LE TOUT RESTE UN TOUT** Le système industriel ne peut être en dehors de la biosphère. Les sciences ne peuvent se dissocier les unes des autres, ni se dissocier de l'éthique, ni se rendre indifférente à la satisfaction des besoins vitaux, au respect de l'équité et de la différence culturelle, à la conservation de l'espèce, à la responsabilité sociale individuelle et à la libération de l'imaginaire humain par la connaissance. Entre une économie riche et inégalitaire ou une économie moins riche mais moins inégalitaire le choix dépend du système de valeurs de chacun. L'économie ne peut contourner cette question dès lors que son *plus* n'est plus à confondre avec le *mieux* et elle ne peut éviter une autre question, celle de la survie de l'espèce dès lors que son *plus* aggrave d'irréversibles menaces.

#### 4. Les liaisons éco-industrielles

L'écologie industrielle offre des liaisons susceptibles d'accroître les flux financiers et les performances économiques sans accroissement des flux de matière : les déchets des uns sont les matières premières des autres. Le parc éco-industriel de *Kalundborg* (Danemark) illustre le cas d'un cycle productif mis localement en boucle autour d'un flux de matière et de ses sous produits.

##### LA SYMBIOSE INDUSTRIELLE DE KALUNDBORG

Mise en boucle d'un cycle productif axée sur l'usage d'un flux d'énergie commun et de ses sous produits .



**PERFORMANCES** (tonnes/an, croisement de plusieurs sources, 2000)

##### Réduction de la consommation de ressources

Pétrole: 19 000 à 45 000; Charbon: 15 000 à 30 000; Eau : 1 200 000

##### Réduction des émissions de polluants

CO<sub>2</sub> : de 175 000 à 200 000; SO<sub>2</sub> : 10 200

##### Recyclage des déchets

Cendres volantes : 130 000 à 135 000; Azote: 1440; Phosphore: 600

Gypse : 80 000 à 90 000; Nitrogène (sous forme de boues) : 800 000

Soufre: 25 000 (dont 3500 t. de soufre pur)

**Retour estimé sur investissements ("pay back") : < à 5 ans**

Ce parc pourrait, *techniquement*, se décrire comme une communauté d'entreprises de production centrée localement autour de la gestion mutuelle des flux locaux de matière, de déchets et d'informations en vue d'accroître simultanément la performance environnementale et économique, individuelle et collective, locale et globale. Forme épurée d'un parc éco-industriel, dont l'origine est inintentionnelle, Kalundborg s'est constitué entre connaissances amies, autour de l'usage d'un flux d'énergie commun et de ses sous produits.

La gestion des transits de matière fait l'objet d'une négociation bilatérale et privée, respecte les lois du marché et intègre la réglementation environnementale. Elle est un exemple de collaborations industrielles locales et de pratiques de travail communes entre toutes les entreprises du site à des fins commerciales et financières mais à effet pro-environnemental et pro-territorial.

Plus une boucle éco industrielle est petite et dense, plus elle est économiquement rentable et écologiquement féconde, c'est le cas de ce parc. Mais plus la boucle est profonde et intègre l'ensemble du cycle économique, plus elle se rapproche d'un écosystème parfait. Cet éco-parc visualise une boucle productive du cycle économique et met en évidence les avantages économiques d'une liaison éco industrielle, son applicabilité aux énergies fossiles et certaines conditions de sa faisabilité. A ce titre, il présente un intérêt pratique fonctionnel et pédagogique. Mais il présente aussi un intérêt heuristique par ses autres caractéristiques dont ses propres limites. Outre que sa boucle productive est partielle, certains inputs étant importés, ce modèle ne réduit nullement l'écoulement de la matière et encourage une dépendance par rapport aux déchets, sa rentabilité exigeant une masse critique d'échanges de sous produits. Par ailleurs, ses infrastructures industrielles souffrent de raideur, en raison des interdépendances techniques. Enfin il peut apparaître comme une stratégie de cartel, limiter l'entrée et restreindre l'innovation.

Une liaison éco-industrielle, *physique ou virtuelle*, vise à accroître la dématérialisation des procédés de fabrication, des produits et des organisations, à valoriser les déchets comme des ressources, à boucler les cycles de matière, à minimiser les émissions dissipatives et à décarboniser l'énergie. Elle induit de nouvelles trajectoires technologiques à la recherche-développement, impose une organisation coopérative et l'échange d'informations.

L' expression d'écologie industrielle, propre à la littérature des physiciens, chimistes et biologistes des années 60-70, s'est répandue au milieu des années 90 dans les milieux d'ingénieurs de l'industrie américaine comme un ensemble de liaisons éco industrielles mises en boucle. En considérant le système industriel comme un cas particulier de la Biosphère, Robert Frosch et Nicolas Gallopoulos, responsables de la recherche sur les moteurs chez GM, s'inspirent des écosystèmes pour identifier les transformations susceptibles de rendre le système industriel compatible avec le fonctionnement de la biosphère.

L'écologie industrielle ne se confond pas avec les industries environnementales et les technologies vertes ou propres, elle s'intéresse à l'évolution globale et à long terme du système industriel<sup>7</sup>. Elle présente celui-ci comme une certaine configuration dynamique de flux et de stocks de matière et fait sortir du débat stérile : écologie contre économie; industrie ou nature; marché ou réglementation ; global sans local et local sans global. En portant attention à l'évolution de la société humaine dans ses interrelations avec la biosphère, les impacts des activités humaines ne se réduisent pas, "*end of pipe*", à des problèmes de pollution et de déchets.

Confluence de très nombreuses disciplines, l'écologie industrielle offre une voie exploratoire, concrète et pratique qui contraint à renouveler les visions du monde empruntées aux rationalités économiques et à une organisation compartimentée des sciences. L'analyse des métabolismes des composants biophysiques du système industriel<sup>8</sup>, "*from cradle to cradle*" est son outil essentiel. Elle décrit

---

<sup>7</sup> notion qui désigne la société industrielle globale dans l'acception anglo saxonne

<sup>8</sup> le métabolisme industriel d'un produit met notamment en évidence le concept de "*Rücksack*" (sac à dos). Ainsi, selon les calculs de l'*Institut Wuppertal*, pour la consommation d'un litre de jus d'orange à base de jus concentré, en cumulant la vapeur d'eau nécessaire au procédé de concentration (à 8% de sa masse initiale), le transport et la congélation (-18°), chaque tonne de jus en provenance du Brésil nécessite près de 100 kilos de pétrole. Et pour chaque verre de jus d'orange, il faut 22 verres d'eau rien que pour la vapeur puis pour la dilution auxquels il faudrait ajouter le volume d'eau nécessaire au raffinage du diesel (entre 0,5 et 20 litres d'eau par kg) employé pour la production de l'énergie et des matières (dont les pesticides et les emballages) liées à la fabrication du jus d'orange. Le jus d'orange américain, quant à lui, est encore plus vorace en consommation de matière et d'énergie : un litre de jus d'orange américain requiert 1000 litres d'eau d'irrigation et deux litres de pétrole (en Floride, l'usage de pompes d'irrigation et de systèmes de chauffage est

les caractéristiques qualitatives et quantitatives des flux et des stocks de matière, repère les états critiques et définit les trajectoires technologiques prioritaires. Elle permet d'évaluer les risques potentiels et les stratégies de prévention des pollutions diffuses.

En organisant l'économie selon des boucles de réutilisation des ressources, elle dissocie croissance de la richesse et croissance des flux de matière. La valeur créée est alors une valeur d'utilisation, le produit prend la forme d'un service rendu tant à son utilisateur qu'à la société toute entière et le niveau des flux financiers devient dépendant de la qualité du service fourni.

## **5. Une économie pour la durabilité**

La durabilité impose de se débarrasser de la vision selon laquelle le souci écologique reviendrait à créer une économie destinée à atténuer ou à réparer les dommages écologiques et sociaux. Il s'agit au contraire de renverser la perspective, partir de l'idée selon laquelle l'activité durable met en œuvre d'autres trajectoires technologiques et sociales. L'écologie industrielle pense ce renouvellement.

Elle donne un outil essentiel à la rigueur scientifique de la durabilité, une assise fonctionnelle à sa composante industrielle, une stratégie de l'optimisation à l'échelle territoriale et du système économique dans son ensemble, un critère opérationnel (eco-efficiency) pour le management des entreprises. Elle décloisonne, dématérialise et déterritorialise le contenu du travail, relocalise l'emploi, transversalise les fonctions et permet l'expression déclinée localement d'une socialité planétaire.

Le développement local des échanges symbiotiques entre les entreprises, la maîtrise du métabolisme "*from cradle to cradle*" des composants et l'utilisation intensive des ressources locales, source d'une réduction exceptionnelle des coûts globaux et d'une gestion optimale des ressources locales, remettent en cause une conception de l'efficacité individuelle et de la compétitivité qui se traduirait par l'augmentation croissante de la productivité du travail, *mesurée par l'accroissement des prélèvements et des déchets*, et par l'allongement des boucles de cycle de matière. Il s'ensuit que la conciliation entre

---

généralisé, ce qui n'est pas le cas du Brésil qui, au surplus, se sert de la bagasse pour une partie de l'énergie). Sans compter le "*Rucksack*", 25 kgs de matière minimum sont requis pour fabriquer et distribuer un litre de jus d'orange

l'économie et l'écologique n'est possible que par la remise en cause de la prévalence accordée dans la décision économique aux critères prisonniers du seul calcul micro: coût individuel, prix de marché, coût monétaire, ...

Une mise en liaison éco industrielle réduit la dépendance des sociétés envers une ornière technologique majeure: l'approche réglementaire et la résolution économique en aval de la question environnementale qui renforcent un système industriel et le perfectionnent à la marge au détriment d'une innovation capable de modifier les trajectoires technologiques cloisonnées.

Carrefour de plusieurs disciplines, offrant les conditions, les modalités, les instruments et les techniques de la dématérialisation systémique de l'activité économique, à savoir la substitution de la productivité de l'information et des ressources (plus de valeur d'utilisation des biens avec la même quantité de ressources) à celle du travail, l'écologie industrielle permet parallèlement à la recherche de la qualité environnementale totale, de modifier le contenu des tâches et de produire les conditions technologiques de la mise en œuvre de l'équité, de l'ingénierie culturelle, de savoir faire populaires locaux et des énergies entreprenantes du local.

L'activité humaine la moins polluante, est celle qui n'est matériellement pas générée, la personne inactive est celle qui dégrade le moins l'environnement. La production de la *richesse d'utilisation* modifie le contenu, la place et le rôle du travail humain et conduit à mettre fin à l'antienne économique qui règle la croissance sur le travail et le travail sur la mesure de sa contribution directe ou indirecte à l'accroissement (monétaire ou non, marchand ou non) des flux matériels. Dans une économie organisée selon des boucles de réutilisation des ressources, le développement et l'efficacité dépendent moins des coûts salariaux et des grandes échelles de production que de l'utilisation optimale des ressources prélevées.

Dans une "*functional economy*", l'augmentation de la richesse globale et la satisfaction durable de la demande réelle, la *richesse d'utilisation*, se mesure par l'accroissement des flux de services rendus pour une même quantité de matière et d'énergie utilisée. L'usage du bien, l'allongement de la durée de vie des substances, la modularité des produits et la réutilisation des composants deviennent des facteurs déterminants de la

croissance économique, de l'éco efficience des organisations et de la qualité environnementale de l'offre. Le savoir faire relationnel, l'intelligence de l'information et la participation de l'utilisateur local deviennent décisifs dans les stratégies d'une entreprise qui tirerait l'accroissement de ses flux financiers des services d'usage et de maintenance et non de la réduction de ses coût salariaux.

Le retour productif des matières prélevées et la refabrication des biens usagés requièrent des synergies informationnelles, la coopération "*over the fence*" et le décroisement des fonctions cognitives. La maîtrise du conceptuel dans ses articulations avec les techniques et le terrain, le design, l'organisationnel, le lien relationnel, la coordination et l'animation deviennent des tâches essentielles<sup>9</sup>.

Cette reconfiguration des activités sur le mode d'un écosystème suscite la décentralisation des tâches et développe les métiers d'entretien, de suivi, de veille, de maintenance et de réparation. Elle conduit au glissement du centre de gravité de la production vers la gestion locale de l'information et des services et au basculement de celui du producteur vers l'utilisateur local des biens.

La demande du consommateur ne porte plus sur l'achat de tous les biens d'équipement et des produits durables à courte durée de vie mais sur l'acquisition du droit d'usage d'un bien d'équipement et de biens de consommation durable, sur ses qualités, sa sûreté environnementale, sa fonctionnalité, sa capacité d'évolution et d'adaptabilité mais aussi son design. Le consommateur change de statut et de fonction, l'utilisateur du service devient un producteur de valeur, ses déchets de consommation, mais aussi citoyen économique localisé de la planète.

## **6. L' éco efficience, un avantage spécifique**

Certaines grandes entreprises sont aussi importantes que de nombreux pays et ont de l' influence sur des secteurs qui font traditionnellement partie du périmètre gouvernemental. Elles doivent anticiper le risque réglementaire, ses incohérences et ses coûts, le risque sanitaire et juridique, l'insuffisance de la connaissance des impacts des substances sur la santé et le risque culturel lié aux transferts Nord-Sud de

---

<sup>9</sup> Cf Dayan L (2002) *Marchés locaux de l'emploi, contenu qualitatif du travail et modélisation du développement durable*, 7 études de cas. CEE (Ministère de l'emploi) n° 21 & MATE n° 99118 (Ministère de l'écologie et du développement durable)



technologies inappropriées et il leur faut faire face aux rendements décroissants du mode d'élimination externe des déchets et intégrer l'intelligence sociale et la demande des citoyens. Elles doivent être considérées comme des acteurs sérieux pour propager les changements économiques, consentis et voulus, vers la durabilité.

L'écologie industrielle offre des perspectives globales et des outils microéconomiques, *l'eco-efficiency*, pour permettre la performance, introduire localement la durabilité dans les stratégies de développement des entreprises et gérer préventivement les risques sur une base quantifiable et vérifiable, plus séduisante car plus cohérente et plus concrète. Concept introduit par le *World Business Council for Sustainable Development*, après avoir été présenté en 1992 au Sommet de la Terre à Rio, l'éco efficience mesure l'impact unitaire des outputs en consommation d'énergie et de matières premières, en émissions, en déchets, en substances toxiques rejetés.

Même si l'amélioration des indicateurs d'éco-efficience individuelle ne signifie pas que l'impact environnemental global diminue, il est un outil stratégique pour stimuler les entreprises à intégrer, de manière volontaire, des liaisons eco-industrielles lorsqu'elle affecte positivement la croissance financière.

Plusieurs expériences significatives d'entreprises appliquent en réseaux certaines démarches de l'écologie industrielle.

**3M** identifie et réutilise les matières premières non utilisées, les produits obsolètes, les machines inutiles ou trop vieilles et les déchets de valeur. **Dell** vend par correspondance et sur mesure des ordinateurs. **Eastman Kodak et Fuji** récupèrent les appareils photos jetables conçus pour être facilement démontables, récupérables et ré-usinés après utilisation. La récupération est assurée par le fait que l'appareil doit être retourné par l'utilisateur pour que la pellicule photo soit développée. **Xerox** a opté pour le désassemblage, la refabrication, la recirculation et l'entretien des appareils existants, conçus par segments modulables. 90% de ses équipements sont conçus pour que les éléments réutilisés et recyclés représentent jusqu'à 90% du poids de la machine. Le reconditionnement des équipements, la réutilisation et le recyclage des éléments réduisent les déchets, l'économie se chiffre à des centaines de millions de dollars/an. **Interface**, développe des systèmes de récupération des actifs qu'elle loue pour fermer la boucle des composants et matériaux à partir du fabricant, en passant

par l'utilisateur, le recycleur avant de retourner encore au fabricant. On remarquera la dématérialisation de leur activité et la relocalisation de leurs emplois par l'accroissement des tâches locales d'entretien, de veille et de maintenance.

D'autres entreprises mondiales appliquent des stratégies fondées sur la vente de performances plutôt que des marchandises.

**Safety-Kleen** vend les services de produits et non les substances elles-mêmes. **Dow** vend la fonction d'une molécule et le concept de "*Rent a molecule*" pour les solvants chlorés et ses clients la retournent après usage pour être régénéré. **Schindler** vend du transport ascensionnel plus que des ascenseurs et génère 75% de son chiffre d'affaire grâce aux services. **GE Capital** et **ILFC** vendent en leasing des avions.

Il s'agit de montrer, ici, l'étendue des applications de l'écologie industrielle et l'importance des bénéfices résultant de stratégies qui tirent les flux financiers des services d'usage et de maintenance sans impliquer *ipso facto* la croissance des flux de matière. Les vagues de nouveaux produits font place aux vagues de perfectionnement de produits existants conçus modulairement et déclinés localement. Les améliorations incrémentales des technologies existantes s'effacent devant les trajectoires technologiques qui permettent moins de vendre ou d'acheter le produit lui-même que le service qu'il peut fournir, le producteur devient responsable du bien "*from cradle to cradle*".

En mettant en place des boucles de réutilisation de composants et de matériaux et concevant ou s'approvisionnant en produits modularisés l'entreprise bénéficie de la baisse des coûts des inputs, de réglementation, de gestion des stocks (standardisation modulaire) et de traitement des déchets. Cet investissement éco-efficient peut créer et exploiter des avantages spécifiques liés aux segments cognitifs de l'éco production. Il affecte directement les domaines de la gestion, du management, du processus décisionnel, de la formation, de la communication, des technologies de fabrication, du design des produits et les politiques d'achat et de vente.

La compétitivité de l'entreprise repose alors sur la qualification et la polyvalence de son personnel, l'étendue de son réseau d'échanges relationnels et cognitifs, la qualité de ses coopérations scientifiques, industrielles et commerciales stratégiques, ses déclinaisons informationnelles locales, la flexibilité de son organisation, les compétences du management et la motivation de son personnel.

Les connaissances mises cumulativement en boucles, dont le prix ne serait qu'une des composantes, l'organisation par projet "*over the fence*", le partenariat stratégique dans la recherche-développement, la coopération décentralisée et la maîtrise des éco ingénieries cognitives rendent possible la compétitivité et la croissance durable mais aussi l'attractivité des territoires.

L'entreprise, qui ne vend plus un bien mais un service responsable, ne privilégie plus l'internalisation des coûts mais les prévient en développant des biocénoses industrielles dans des espaces dont elle rapprocherait les zones d'approvisionnement des zones de désapprovisionnement. Elle dessine donc de nouvelles configurations territoriales d'éco projets, *territoires d'éco réseaux d'échanges et des éco-réseaux de territoires*, s'appuyant sur l'éco-efficience et la valorisation intensive des ressources, et elle relocalise les tâches dont elle développe le sens de la responsabilité sociale et de l'initiative personnelle. Et par les projets d'éco liaisons locales, elle dessine un mondial dans lequel la ressource critique d'un territoire devient le projet, la qualité de l'information, la confiance, les énergies entreprenantes du local, l'intelligence humaine et le savoir faire.

## **II. DE LA RECONCEPTUALISATION DE L'ECONOMIE EN TERMES D'ECO SYSTEMES A LA RECONSTRUCTION LOCALE DES LIAISONS DE LA DURABILITE**

L'écologie industrielle émerge à travers des projets de "*sustainable communities*", qui intègre une volonté d'innovation technologique associée à l'insertion sociale, à l'emploi local et à la cohérence régionale, ou à travers des initiatives privées qui intègrent, dans leurs méthodes de travail, la coopération "*over the fence*" en matière d'informations et de réglementation et la mutualisation de la gestion de leurs déchets en vue de combiner la performance économique locale, la croissance des flux financiers propres et la performance environnementale.

Les éco liaisons mises en place peuvent être physiques ou virtuelles, s'appliquer sur un même territoire ou donner naissance à des territoires de réseaux qui permettent de rapprocher zones d'approvisionnement et de désapprovisionnement et d'accroître la productivité des ressources et la qualité de l'information.

En privilégiant la réutilisation des matières et la mise en étanchéité des polluants, des entreprises dématérialisent systématiquement leurs technologies (plus de valeur d'utilisation avec la même quantité de matière), font prévaloir l'ingénierie humaine et le capital immatériel et limitent l'empreinte écologique de leurs activités par la mise en boucle du cycle productif ou, plus encore, en stimulant ou en s'orientant vers celle de cycles économiques locaux. C'est le cas du "*Phillips Eco-Enterprise Center*", expérience essentielle d'écologie industrielle locale aux Etats Unis. Auparavant, il faut mentionner quelques exemples de mises en boucle de cycles de matière

Outre la mise en boucle du seul cycle productif de Kalundborg, déjà présentée, il faut signaler les avancées de l' "*Eco-Efficiency Centre*" dans un vaste parc industriel déjà existant, "*Burnside Industrial Park* " à Halifax au Canada, le plus grand de la côte atlantique du Canada : 1200 ha, 1300 entreprises dont 90% de PME, 17 000 emplois. Le pionnier canadien d'écologie industrielle, Raymond Côte<sup>10</sup> qui dirige ce centre, tente avec succès depuis 1995 d'identifier et de promouvoir les synergies viables entre activités apparemment inefficaces et disparates au moyen de la coopération entre les entreprises, de la circulation de l'information, de la mutualisation d'équipements, d'échanges de déchets et de leur mise en réseau local.

On signalera, le parc éco-industriel virtuel de Brownsville, ville située dans la vallée de Rio Grande dans le sud du Texas et qui réunit des populations dont la pauvreté, le taux de chômage et les impacts des problèmes environnementaux sur leur santé sont parmi les plus sérieux de l'hémisphère nord. Fondé sur une approche régionale et sur une base de donnée s'appuyant sur une analyse des métabolismes des processus industriels et agricoles, il permet d'identifier des liens virtuels entre entreprises existantes et potentielles. Les partenaires ne sont pas réunis physiquement en un même site mais tenus par la composition des flux de déchets constituant leurs entrants, facteur de leur rentabilité.

Enfin on citera un projet d'échanges régionaux de sous produits en Grande Bretagne sous la forme initiale d'un éco-parc industriel virtuel, "*Humber Industrial Symbiosis Project*", qui fait partie d'un programme national.

---

<sup>10</sup> Professeur de la "*School for Resource and Environmental Studies*" de l'Université de Dalhousie à Halifax , Canada

## UN ECO POLE D'ACTIVITES DURABLES ET DE SERVICES ECO INDUSTRIELS

The Phillips Eco Enterprise Center  
Minneapolis, Minnesota, USA

90% de ressources locales, 79 % de matériaux usagés et refabriqués  
240 emplois dans un quartier déshérité  
18 eco-entreprises échangent déchets ou informations



### **Avec un budget limité, trois objectifs :**

- Se servir des ressources locales et du savoir faire des populations déshéritées
- Minimiser l'usage de l'énergie fossile et de matières neuves dans sa construction et son exploitation.
- Offrir un environnement de travail sain

On rapporte, ici, un aperçu concret et l'analyse d'une démarche de durabilité, une innovation sociale et technologique dont la portée méthodologique, pratique et conceptuelle pour le système industriel est considérable. Il concerne le "*Phillips Eco-Enterprise Center*", achevé et mis en activité en 2000 et réalisé par le "*Green Institute*", une association locale à but non lucratif créée en 1993 par des énergies entrepreneuriales civiles locales dans un quartier déshérité de la ville de Minneapolis, victime d'un développement non durable et menacé par un projet d'installation d'une usine de stockage et de transit des déchets auquel manquaient efficience économique et écologique et pertinence humaine et géographique.

Dans ce quartier, "*Phillips*", traversé par la détresse sociale, les autoroutes, des fonderies et les fumées des usines, le chômage y atteignait au milieu des années 90 plus de 15 % de la population active,

soit trois fois et demi plus que la moyenne nationale aux Etats Unis. Une centaine de programmes sociaux dans le secteur se chevauchaient pour aider ses 18000 habitants. De multiples organisations fournissaient l'alimentation, l'abri et des vêtements et les fonds sociaux distribués étaient dépensés sans effets sur l'emploi et la richesse locale.

Aujourd'hui, la conception, le mode de construction, les bâtiments, l'exploitation des 6000 m2 d'éco-activités font de ce centre un des plus économes et efficaces au monde en matière de gestion des ressources, un modèle en cascade de liaisons et de services intégrés et croisés d'écologie industrielle, d'eco revitalisation urbaine, d'innovations technologiques et d'insertion sociale.

Le centre est situé sur le site même où était prévue l'usine de déchets, accueille actuellement une grappe de dix huit entreprises "vertes" coopérantes et permet 240 emplois. Son coût de construction, supérieur de 10% par rapport à une construction traditionnelle, a été amorti en 4 ans grâce aux économies de fonctionnement. Et c'est la coopération solidaire entre habitants, environnementalistes, professionnels du développement commercial, architectes, ingénieurs, banques, experts du bâtiment, associations de locataires et étudiants, qui a permis de réunir l'expertise, l'énergie créatrice et l'argent. Et c'est grâce aux équipes, de démontage et de récupération des structures et matériaux usagés de valeur, que les coûts de construction du nouveau centre n'ont dépassé que de 10 % les coûts d'un bâtiment classique du même type. Ces équipes étaient composées des populations "ethniques" déshéritées de la ville, formées et employées par le "*Green Institute*", dirigée à l'époque par une femme noire, Annette Young.

Cet éco-centre, un service mis à la disposition par le "*Green Institute*" aux entreprises résidentes, et dont certains des cadres se sont formés dans l'histoire de cette coopération réussie, apparaît maintenant comme un éco-pôle, un incubateur d'activités, une grappe d'éco technologies, une association caractéristique d'entreprises stratégiques "vertes" clés, essaim de liaisons eco-industrielles appliquées notamment à l'énergie, à la géothermie, au chauffage, à l'eau, aux espaces verts, aux modes de production propres, au management environnemental, à l'éco construction, à la santé et aux stratégies globales et pratiques de la durabilité urbaine. Sa réussite matérialise l'aboutissement d'une longue lutte de la population résidente et consacre la réussite d'une association, ancrée culturellement,

économiquement et socialement sur son territoire. Elle a été capable d'associer l'innovation technologique "verte", la performance financière, le savoir faire populaire local, dont l'ingénierie des populations déshéritées, l'emploi local, la mise en réseau du capital immatériel, le management des ressources humaines et la coopération partenariale. Elle a valorisé un territoire par un projet global, intégré et cohérent, a relié innovation et insertion, traduit la protection environnementale par la réduction des coûts de réglementation, du traitement des déchets et des inputs et par l'émergence locale d'un capital social translocal.

### **1. Le bâtiment : phase d'une mise en boucle d'un cycle économique**

La construction est faite à 72% de matériaux usagés et refabriqués et 90% de ressources locales. L'intégration de l'énergie solaire, du vent et des systèmes géothermiques mécaniques dans son exploitation, ont non seulement réduit le gaspillage des ressources et de l'énergie mais instruisent sur les options alternatives locales à l'usage de l'énergie fossile et du combustible nucléaire. Modèle de design eco-industriel pour ses équipements et ses activités, sa stratégie sociale a anticipé l'alignement du centre sur un couloir vert urbain qui le met à environ à 5 minutes d'une nouvelle station de train. Des douches ont été installées pour encourager l'usage du déplacement professionnel à bicyclette. Grâce à des miroirs rectangulaires, à des détecteurs de lumière et à des prismes, le soleil éclaire la plupart des intérieurs. Un ensemble de sondes mesure le degré de lumière de ventilation ou de chauffage à diffuser. Beaucoup d'autres exemples, comme le système de chauffage et de climatisation géothermique ou le recyclage intégral de l'eau pluviale font de cette construction un ensemble cohérent de trajectoires technologiques nouvelles. Le bâtiment est également refroidi par un toit recouvert de plantes qui aident aussi à l'écoulement et au captage de l'eau de pluie. Le centre emploie environ 55 % de l'énergie qu'une construction de ce type de taille emploierait. Les coûts annuels d'électricité du centre se montent à 25.000 \$, soit 5% de son budget de fonctionnement à comparer aux 20% en moyenne pour un bâtiment comparable. De même, les frais d'entretien s'élèvent à 17% du même budget comparé à une moyenne nationale de 23% <sup>11</sup>. Certaines de ces technologies environnementales sont si révolutionnaires qu'il n'existe aucun code réglementaire précis.

---

<sup>11</sup> BOMA (association de propriétaires et de gestionnaires immobiliers), 2004

## 2. L'histoire locale fécondatrice d'une stratégie et d'une dynamique

À la fin des années 70, le Comté de Hennipen rasait cinq bâtiments et 28 maisons dans le secteur de Phillips pour libérer de l'espace et mettre à la place une station de stockage et de transit de déchets avant enfouissement et incinération en ville.

Pour les "activistes" du futur Institut, le projet était un non-sens économique, environnemental et humain dans une zone habitée et pour des populations à faible revenu. Environ 40 % du volume des déchets enfouis dans le Minnesota sont des matériaux et du matériel de construction et cette station aurait englouti plus de 4 hectares de sols, fait circuler 720 bennes à déchets par jour et aggravé la pollution et les gaspillages. Les habitants étaient capables de mettre en œuvre des stratégies performantes de réutilisation des biens usagés, de produire un environnement propre et d'améliorer leur situation sociale.

La dynamique du projet d'éco centre s'est élaborée d'abord par la création en 1995 du "*Re-use Center*", un magasin de vente sur 2500 m<sup>2</sup> de matériaux et de matériels de construction usagés et réutilisables et obtenus gratuitement. En 1997, est créé le "*Déconstruction Warehouse*", une activité de démontage des bâtiments domestiques et commerciaux, comme alternative à la démolition mécanisée et qui vend<sup>12</sup> ensuite le matériel à des fins de réutilisation domestique ou professionnelle. Quand ses équipes démontent des bâtiments, environ 60% des matériels sont réparés et vendus sur site, 30 % vont au magasin pour inventaire et réparation et 10% enfouis de manière responsable.

Ce programme de Déconstruction, qui avait reçu sa première subvention de 250 000 \$ du Ministère de l'Environnement en 1998, est devenu un modèle. Des administrations fédérales ont demandé aux responsables de ce programme de les aider à le transposer dans d'autres villes et notamment dans le Connecticut.

La dynamique s'est aussi appuyée sur le "*Green Ed*", un programme d'éducation et d'informations environnementales pour démontrer comment les citoyens peuvent jouer un rôle clé dans la mise en œuvre de la durabilité et des éco-pratiques et montrer comment une population informée peut parfaitement réaliser des choix responsables de produits et de services et faire pression sur les marchés. La

---

<sup>12</sup> en 2004 : 1,1 millions \$. 60.000 clients. 18 emplois locaux



dynamique de l'Institut s'est alors concentrée sur le développement urbain par l'entreprise durable, la création d'emplois durables et l'information environnementale. En l'espace de quelques années, il s'est fait reconnaître comme un modèle d'éco-entrepreneur.

Ce sont les garanties offertes par l'Etat du Minnesota (1,5 millions \$) et par la Bremer Bank (3 millions \$) ainsi que les baux signés d'avance par les entreprises vertes candidates à l'installation dans le centre qui ont réussi à lever les réticences des banques face aux caractères spécifiques des activités de l'institut vert et à ses innovations.

L'association s'est servie aussi des dispositifs publics de financements sociaux conçus pour aider les communautés déshéritées à développer des activités d'écologie industrielle<sup>13</sup> et à créer leurs emplois et d'exemptions fiscales en direction des propriétaires qui effectuent des donations de structures et des matériaux de construction usagés pour susciter localement un réseau d'entreprises technologiques commerciales ou industrielles, d'expertises et d'énergies civiles et pour développer son autonomie financière par ses propres emplois et activités dans les domaines de la récupération et de la refabrication des structures, matériaux et matériels de construction usagés, de l'investissement immobilier éthique et du transfert de technologie.

Le Comté a économisé des millions de dollars en retirant son projet de déchetterie au profit d'un service utile : la réduction des nuisances. L'institut emploie environ 1/4 du total des 240 emplois créés, les entreprises locataires du centre environ près de la moitié de ce total dont près des 2/3 sont occupés par la population locale.

### **3. Les obligations de son développement**

Le "*Green Institute*" est devenu une multitude de liens, de réseaux relationnels et d'informations qui offrent aux entreprises résidentes et à la population des occasions de créer de la richesse réelle et de la réinvestir localement. Il offre à la population des services, des emplois de qualification croissante et de nouveaux projets pour éco-restructurer la

---

<sup>13</sup> Par l'intermédiaire du fécond "*The United States National Center for Eco-Industrial*" et avec l'aide de Ed. Cohen Rosenthal, aujourd'hui décédé, ancien directeur du "*Work and Environment Initiative*" au "*Cornell Centre for the Environment*" à Ithaca (Etat de New York) à qui je dois mon apprentissage à l'écologie industrielle.

ville, modifier ses modes de consommation, promouvoir des liens et revitaliser ses paysages. Là, l'écologie industrielle est en prise directe avec des lieux dont l'objet concret et perceptible est la durabilité locale. Là, ses liaisons sont concrètement perçues par la population.

La promotion des énergies renouvelables, des technologies vertes et des liaisons éco-industrielles et sa collaboration avec les entreprises résidentes, industrielles, technologiques ou commerciales, qui échangent leurs informations ou leurs déchets, établissent des synergies entre elles et offrent une large gamme d'emplois locaux des plus simples au plus qualifiés, fournissent dorénavant à l'association des opportunités d'activités dans des domaines nouveaux pour elle: le conseil en gestion, le marketing, l'aide au montage technique et financier de projets verts et le développement de nouveaux produits et services.

Cette proximité avec les besoins d'une ville et les liens entre l'éthique sociale, la valorisation des savoir faire et le brassage professionnel de communautés "ethniques", la performance économique et la prévention environnementale, qui lui ont donné son excellence, sont inscrites dans le cadre de sa différence avec une entreprise classique: le terrain local ne se réduit pas à un marché, il est son lieu de fécondation, son champ d'expérimentation, son laboratoire d'apprentissage, le site de la démonstrativité opérationnelle de nouveaux éco-métiers et de nouvelles trajectoires technologiques et sociales.

Cette éthique de la réciprocité requiert la proximité. Elle est inscrite dans l'histoire même de la gestation locale du centre, dans la genèse de ses principes fondateurs et dans la complémentarité des rôles des partenaires. Mais si cette éthique suppose le maintien des proximités et d'autres expériences et réalisations communes, elle n'implique pas que ses partenaires du centre ne puissent pas développer leurs propres réseaux et leurs propres marchés avec des clients et des fournisseurs non locaux. Ces proximités ne s'entendent donc ni en termes géographiques ni en termes physiques. Mais l'organisation de cet essaim d'activités éco industrielles fait naître une obligation stratégique, celle de maintenir la convergence entre la performance financière et économique, son utilité culturelle, sociale et environnementale locale et son développement translocal.

#### 4. Un grand service éco industriel reliant le local et le translocal

L'Institut travaille avec l'université du Minnesota, le gouvernement fédéral et d'autres villes, pour aider à incorporer des liaisons éco-industrielles dans des projets comparables, le centre agissant ainsi comme un catalyseur pour la revitalisation des zones urbaines. Un projet coopératif biomasse doit être mis en ligne en 2007. Il utilisera un incinérateur actuellement fermé près du centre pour co-générer de l'électricité<sup>14</sup> et de la chaleur en brûlant les structures de construction en bois non récupérables, les coupes urbaines d'arbres et les résidus agricoles et se servir du gaz naturel. L'offre de chaleur et d'électricité s'adresse à un centre commercial et 3000 logements et s'accompagne d'équipements permettant la conservation et l'efficacité énergétique. Un projet d'écologie urbaine, "*Greenspace*", emploiera 40 personnes pour préserver les espaces verts et les forêts urbaines et gérer rationnellement les ressources en eau. On retrouve un des principes de l'écologie industrielle, l'utilisation en cascade d'une technologie et d'un produit.

Le centre tente aussi d'étendre sa surface pour attirer d'autres entreprises commerciales, industrielles et artisanales, concevoir des éco-équipements communs et leur permettre d'échanger leurs déchets. Une usine d'asphalte et une entreprise de toiture sur site complétée par une entreprise capable de réutiliser la porcelaine, employée par l'entrepreneur de toiture comme substitut du sable, sont programmées pour resserrer la boucle éco technologique.

Le "*Green Institute*" crée une chaîne partenariale d'activités locales durables, des réseaux d'échanges ou des marchés nouveaux et sait nourrir son autonomie et développer ses savoir-faire: les technologies éco industrielles, l'éco construction, l'information environnementale, l'éco réingénierie de la base industrielle urbaine et les stratégies sociales urbaines éco-efficientes.

L'acteur associatif local indépendant et à but non lucratif est devenu un acteur non négligeable de la création de la richesse du secteur de Phillips, son budget atteint les 4 millions \$ en 2004, et un acteur qui transfère son savoir faire acquis et éprouvé sur le terrain local à la confédération de l'industrie indienne pour développer un centre "vert" d'affaires dans la ville de Hyderabad.

---

<sup>14</sup> 20 mégawatts, 20.000 ménages et une réduction de gaz à effet de serre équivalent au volume dégagé par 40.000 voitures. 200 emplois pour les travaux + 20 emplois stables

## Sélection bibliographique

- Ayres R.U. 1989. *Industrial Metabolism*. In: *Technology and Environment*. Edited by J. H. Ausubel and H. E. Sladovich. NAP.Washington, DC.
- Allenby B.R. & T.E. Graedel, 1995 *Industrial Ecology*. Englewood Cliffs: Prentice-Hall
- Atlan H,1972 *L'organisation biologique et théorie de l'information*. Dunod Paris
- Von Bertalanffy L.1972, *Théorie générale des systèmes*. Dunod. Paris
- Cote R & Edward Cohen-Rosenthal, 1998.Designing eco-industrial parks: a synthesis of some experience. *Journal of Cleaner Production*, 6, 181-188.
- Dayan L, 2004. Proposals to implement strategies for industrial sustainability in Europe, in Report of INERIS , 7 th European outline program of R&D.
- 2003: Ce que le développement durable veut dire in Regards croisés. Edition d'Organisation, Paris. 2002: Marchés locaux de l'emploi, contenu qualitatif du travail et modélisation du développement durable, MATE (Ministère de l'écologie et du développement durable) n° 99118 & CEE n° 21.1989: Le développement en questions in Tiers-Monde n°100.Paris
- Dosi G, 1982 *Technological paradigms and technological trajectories*. Research Policy, Vol.11
- Erkman S, & Ramesh Ramaswamy, 2004 *Applied Industrial Ecology : A New Platform for Planning Sustainable Societies*. Aicra Publishers.
- Erkman S,1998. *Vers une écologie industrielle*. Ed. Charles Léopold Mayer,
- Frosch RA & Nicholas E. Gallopoulos, 1989. Stratégies industrielles viables. *Pour la Science* n°145,
- Georgescu-Roegen N,1976-1986. Economics and Mankind's Ecological Problem. in *US Economic Growth*. 1972 : *The entropy law and the economics process*. Harvard Univ. Press,
- Gertler N, 1992 "Industrial Ecosystems: Developing Sustainable Industrial Structures. MIT.
- Grinevald J, 1987 On a holistic concept for deep and global ecology: The Biosphere, *Fundamentae Scientae*, Vol.8, n°2
- Keoleian Grégory A. & Dan Menerey, 1994 . Sustainable Development by Design in *Review of Life Cycle Design and Related Approaches*, Vol 44,
- Korkohen J, 2004. Industrial ecology in the strategic sustainable model. *Journal of Cleaner Production* 12,
- Lowe E, 2001. Eco-industrial Park Handbook for Asian Developing Countries. A Report to Asian Development Bank, Environment Department, Indigo Development, Oakland, CA,
- Maréchal J.P. & Béatrice Quenault, 2005 *Le développement durable : Une perspective pour le XXIe siècle*. Presses Universitaires de Rennes
- Passet R , 2000. *L'économie et le vivant*. Ed. Payot
- Prigogine I, 1972. La Thermodynamique de la vie. La Recherche, juin 1972.