



Akademien der Wissenschaften Schweiz  
Académies suisses des sciences  
Accademia svizzera delle scienze  
Academias svizas da las ciencias  
Swiss Academies of Arts and Sciences

## Économie circulaire

Comment améliorer la gestion des ressources naturelles



# Préambule

Les dernières décennies ont vu une hausse importante de la consommation mondiale des ressources naturelles et des déchets liée à la consommation, le tout accompagné de l'épuisement des ressources naturelles. Se pose alors la question de savoir comment gérer les ressources d'une manière plus durable. Non seulement la consommation des ressources et l'élimination des déchets ont de graves répercussions sur l'environnement, mais l'épuisement des ressources naturelles limite également la croissance économique dans sa forme actuelle. Un aspect des plus importants est la réduction de l'utilisation des ressources grâce à une conception intelligente et à un choix judicieux des matériaux et des processus afin d'augmenter globalement la productivité des ressources (moins de kilogrammes par unité de service).

Un traitement durable des ressources naturelles n'est pas seulement une question de technologie, d'écologie et de gestion des déchets, il comprend également des aspects économiques, sociaux, politiques, culturels et éthiques. Ce qu'il faut de plus en plus, c'est optimiser les processus et les systèmes entiers plutôt que les éléments séparés. Cette réflexion systémique est au cœur du concept de l'économie circulaire qui vise à organiser en cycles les flux de matériaux et de produits de manière à ne pas gaspiller les ressources et à diminuer considérablement les déchets. La transformation correspondante des systèmes visant à passer d'une conception linéaire à une conception circulaire exige donc une collaboration étroite entre science, gouvernements, économie et autres intervenants dans la société. De fait, la réalisation d'une économie circulaire est jugée essentielle pour construire une société durable.

Dr Xaver Edelmann  
Président du World Resources Forum

---

## Objectif de cette brochure

Cette brochure donne un aperçu de la mise en œuvre actuelle de l'économie circulaire à des niveaux nationaux en présentant l'étude de cas de trois pays ainsi que leurs approches différentes visant à atteindre le même objectif: une planète plus durable.

La Chine n'est pas seulement une puissance économique considérable: elle a le pouvoir politique nécessaire pour permettre une approche descendante capable de construire un système industriel et social entièrement restructuré. L'Allemagne, d'un autre côté, doit tenir compte de contraintes extérieures sous la forme de directives de l'UE ainsi que d'exigences nationales, régionales et locales. La Suisse quant à elle suit une approche graduelle visant à trouver des solutions grâce à la participation de tous les acteurs concernés.

Dans le chapitre Analyse et comparaison, les trois pays seront étudiés selon un certain nombre d'indicateurs et on examinera quelle sorte d'indicateurs pourrait servir pour vérifier annuellement et de façon rigoureuse la performance de ces pays en matière d'économie circulaire. Dans la dernière section, nous recommanderons quelques actions qu'il sera possible d'entreprendre à l'avenir afin de prendre des mesures appropriées qui conduisent à une économie circulaire.

# Qu'est-ce qu'une économie circulaire?

Le concept d'«économie circulaire» (EC) décrit une économie industrielle dans laquelle les flux de matériaux continuent à circuler avec une qualité élevée (en ce qui concerne les propriétés, les fonctions et les diverses utilisations) sans que ces matériaux entrent dans la biosphère, sauf s'il s'agit de substances nutritives biologiques (Ellen MacArthur Foundation 2013, voir également illustration 1). Ainsi, l'EC est comprise en tant que système restaurateur par définition. Loin d'être neuve, l'idée en elle-même provient de la réflexion à partir du monde vivant. Son application en tant que modèle pour l'économie avait été présentée en

1966 par Kenneth E. Boulding (Boulding 1966). En 1969, le terme apparenté de biomimétique / biomimétisme avait été introduit par Otto Schmitt. Ce terme décrit l'approche plus technique qui vise à imiter des modèles, des systèmes et des éléments de la nature, et spécialement dans le but de synthétiser des produits durables par des mécanismes artificiels qui imitent les mécanismes naturels (Schmitt 1969). S'y apparente également le concept de modèle durable qui vise à mettre en place des produits et des processus capables de diminuer l'impact sur l'environnement et de régénérer les ressources à travers ce modèle.

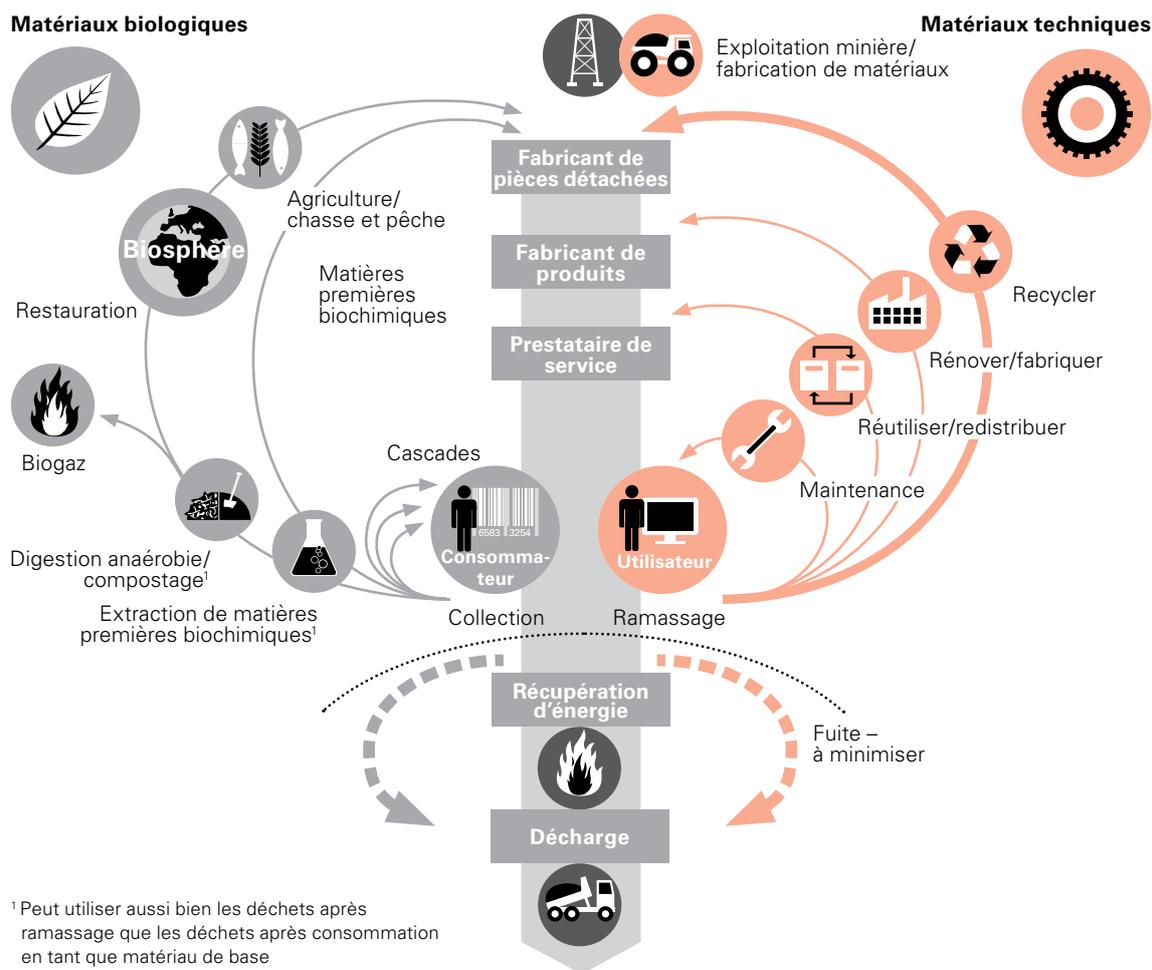


Illustration 1: L'économie circulaire

Source: Ellen MacArthur Foundation, équipe d'économie circulaire, image de Braungart & McDonough et Cradle to Cradle (C2C)

Le concept d'EC n'a pas été mis en pratique immédiatement et il ne s'agit pas non plus du seul concept de développement durable qui existe (voir illustration 2). Au cours des années 1970 et 1980, la croissance économique et démographique a entraîné une augmentation de la quantité des déchets. Le manque de place pour l'élimination des déchets, ainsi que la sensibilisation à l'impact sur l'environnement de la mise en décharge des déchets, ont eu pour conséquence l'intégration d'idées concernant le recyclage dans l'agenda politique d'un grand nombre de pays. Scientifiques, industriels et hommes politiques se sont rassemblés pour faire face aux problèmes de la gestion des déchets et ils ont mis au point des directives de politique en matière de déchets – comme les lignes directrices de 1986 pour la gestion des déchets en Suisse – sur la manière dont les déchets doivent être traités et pour déterminer les responsabilités (principe du pollueur-payeur).

La pénurie croissante de matières premières a suscité l'intérêt économique pour les déchets en tant que ressource de matériaux et c'est ainsi qu'ont démarré les investissements dans la réutilisation et le recyclage des déchets. Ce développement est également abordé dans le nouveau terrain de recherche de l'«Écologie industrielle» depuis 1989 (IS4IE 2013). La durabilité

et l'EC sont devenues un sujet d'actualité dans la politique internationale et on en a beaucoup parlé lors d'importantes conférences politiques internationales des Nations Unies (sommets mondiaux sur le développement durable en 1992 et 2002), ainsi que dans des conférences, rapports et directives décisifs de l'OCDE et de la Commission européenne.

Dans les années 1990 et par la suite, la perception s'est peu à peu réorientée, passant de produits et de processus simples à une réflexion d'approche plus intégrée et holistique. Cela signifie que ce sont les systèmes qui doivent être optimisés plutôt que leurs composants, ce qui a mené par exemple à l'élaboration de la «politique intégrée des produits» (PIP). Ces idées ont été intégrées dans plusieurs initiatives nationales dans le monde entier, depuis la stratégie de développement durable fondée sur la négociation en Suisse (2002) jusqu'à la ratification d'une loi entière sur l'EC en Chine (2006). Des concepts apparentés ont fait l'objet de plus en plus de discussions à l'ONU, et c'est tout particulièrement le programme des Nations Unies pour l'environnement (PNUE) qui est devenu très actif avec des initiatives internationales comme le Cadre décennal de programmation concernant les modes de consommation et de production durables, le Cycle de Vie et le Panel international des ressources.

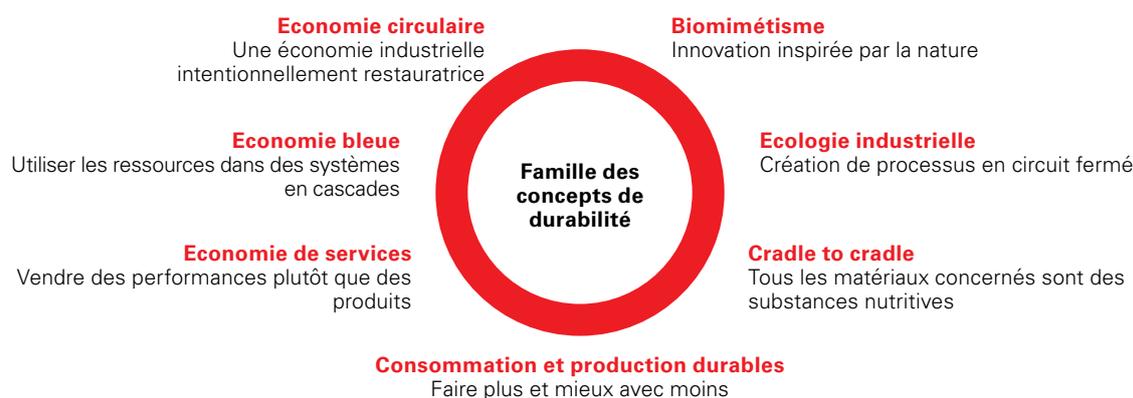


Illustration 2: EC dans le cadre d'autres concepts durables  
Source: WRF, informations basées en partie sur Wikipédia

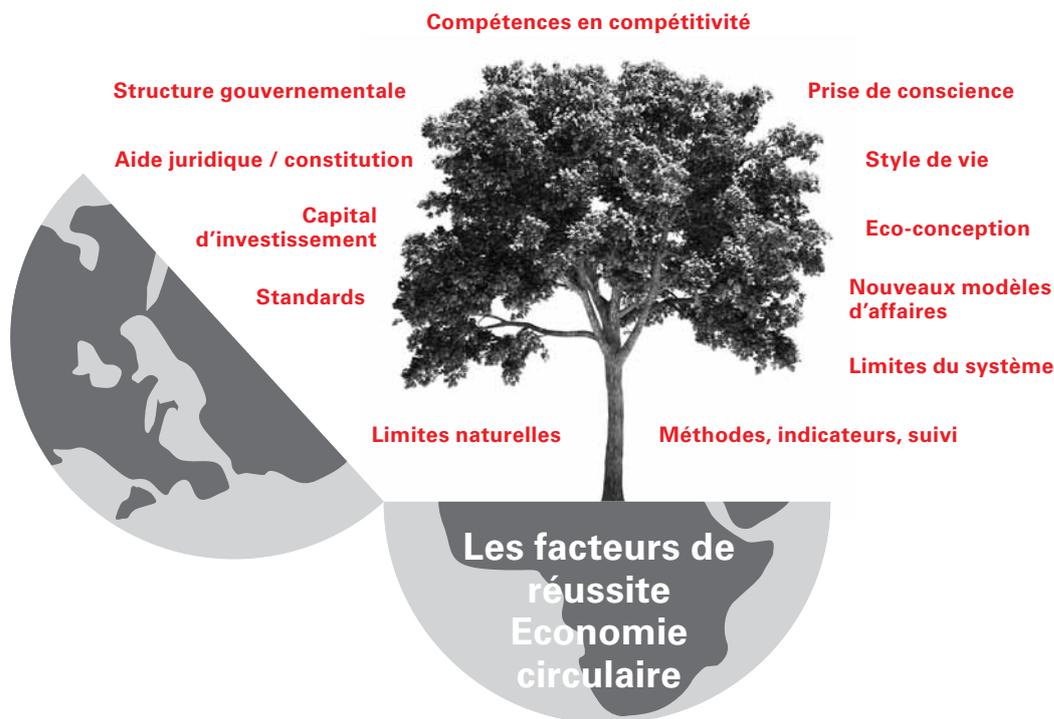


Illustration 3: Importants facteurs de réussite pour une économie circulaire  
Sources: WRF, basé sur des informations fournies par Indigo Development 2009 et la Ellen MacArthur Foundation 2013

De nos jours, l'EC est communément considérée comme l'exigence de base pour parvenir à une économie durable et une société porteuse d'avenir. Plus récemment, sous le terme d'«économie verte», des aspects sociaux ont également fait leur entrée dans ce concept et il est entendu (voir PNUE 2011) qu'un développement durable doit prendre en compte les aspects écologiques, économiques et sociaux.

La mise en œuvre d'un concept EC solide dépend d'un certain nombre de facteurs de réussite qui sont présentés à l'illustration 3. Tous ont leur importance, mais ce qui est vraiment essentiel, c'est une structure gouvernementale non restrictive, de nouveaux modèles pour les affaires, des experts à la formation spécialisée (compétences), un ensemble d'indicateurs comparables, un système de suivi fiable et des standards internationaux.

Cela fait bien des années qu'aussi bien le World Resources Forum (WRF) que l'Académie suisse des

sciences techniques (SATW) ont porté leur attention sur les progrès atteints dans l'analyse et la mise en place du concept de l'EC. Ensemble, les deux organisations ont présenté aux parlementaires suisses un briefing sur l'efficacité des ressources en 2012 (ASST/WRF 2012) et elles ont publié une brochure sur les indicateurs des ressources naturelles sous l'égide de l'Académie suisse des sciences (a+) (a+/Empa 2012).

Les chapitres suivants présentent l'étude de cas de trois pays ainsi que leurs approches afin de mettre en œuvre l'EC à différents niveaux. La Chine a été choisie parce qu'elle est la plus grande économie mondiale et qu'elle doit faire face à des problèmes importants afin de résoudre les impacts de plus en plus marqués sur l'environnement. L'Allemagne, elle, a été retenue en tant que force motrice en Europe en matière d'efficacité des ressources tandis que la Suisse, petite puissance économique et non-membre de l'UE, essaye de trouver le bon équilibre entre les intérêts nationaux et internationaux.



## Chine: Township Building

La stratégie de développement de l'économie circulaire (EC) a été officiellement acceptée par le gouvernement central chinois en 2002 et elle a été mise en application puis perfectionnée dans un certain nombre de zones pilotes. Le concept de l'EC a été introduit en tant que nouveau modèle de développement afin d'aider la Chine à passer d'un coup dans une structure économique plus durable (Zhu, 2008; Geng et Doberstein, 2008). Intégrée dans la stratégie de développement initiale de 2002, la politique de l'EC en Chine a graduellement passé du recyclage étroit des déchets à un large contrôle basé sur le rendement à toutes les étapes de la production, de la distribution et de la consommation afin de passer à des circuits fermés dans les flux de matériaux. Hormis les problèmes de ressources et de déchets, cette stratégie améliorée compte également comme autres facteurs clés l'efficacité et l'économie des ressources énergétiques, la gestion du territoire et la protection des sols ainsi que la gestion intégrée des ressources en eau (Su et al. 2013). L'annonce récente des «Circular Economy Development Stra-

tegies and Near Term Action Plan» (Stratégies de développement de l'économie circulaire et plan d'action à court terme) va encore plus loin pour définir en détail les objectifs par secteur industriel ainsi que les mesures des 3R (Récupérer, Réutiliser et Recycler) dans les divers segments.

Au cours des dix dernières années, le gouvernement chinois a encouragé de nouvelles stratégies et innovations afin d'améliorer les technologies, c'est-à-dire les différents composants plutôt que les processus ou les systèmes entiers. Cependant, des spécialistes et des experts ont soutenu que le fait de restreindre les efforts à un niveau micro serait insuffisant pour une mise en œuvre réussie de la politique d'EC. Ils ont proposé d'étendre également les efforts au niveau méso et au niveau macro (Yuan et al., 2006; Zhu et Huang, 2005). Inspiré par le travail de Zhu et Huang (2005), Su et al. (2013) ont catégorisé les pratiques d'EC de la Chine en quatre domaines principaux (voir tableau 1): la production, la consommation, la gestion des déchets et les autres

	Micro (objet seul)	Méso (association)	Macro (ville, province, état)
Zone de production	Production plus propre; éco-conception	Parc éco-industriel; système éco-agricole	Réseau éco-industriel régional
Zone de consommation	Achat et consommation verts	Parc respectueux de l'environnement	Service de location
Zone de gestion des déchets	Système de recyclage de produits	Marché de commerce des déchets; parc industriel veineux*	Symbiose urbaine
Autre support	Politiques et lois; plateforme d'information; renforcement des capacités; ONG		

\*Les «veinues industries» (industries veineuses) sont des industries qui transforment des déchets industriels solides en ressources réutilisables qui seront alors à nouveau utilisées dans la production (China Daily, 2007)

Tableau 1: Structure des pratiques d'EC en Chine

supports. Les pratiques au niveau micro sont toujours plus dynamiques que celles des niveaux méso et macro étant donné la complexité des tâches de ces dernières.

Selon Jaikun Song (2012), un des stratèges des ressources nationales de l'Académie chinoise des sciences, il existe deux problèmes majeurs causés par le développement économique en Chine. Premièrement, la Chine était trop focalisée sur le développement de l'industrie et de l'infrastructure au cours des vingt dernières années à un moment où le développement économique était rapide. Les conséquences: un gaspillage de l'énergie et une mauvaise répartition des ressources. Par ailleurs, au cours des dix dernières années, le gouvernement chinois a essayé de faire passer l'objectif économique des industries fortement consommatrices en main-d'œuvre et marchandises à celui d'industries de haute technologie. Il en est résulté un développement industriel important, un fort mouvement d'urbanisation et, en conséquence, un grave dépeuplement rural accompagné par le passage de pratiques agricoles traditionnelles, et généralement plus écologiques, à des méthodes industrialisées mais non durables.

Lors du World Resources Forum 2012 à Pékin, Song a présenté le nouveau concept de township building (formation de canton) qui pourrait jouer un grand rôle dans la réalisation de l'EC en Chine. Le concept en lui-même diffère de l'idée traditionnelle de l'urbanisation et il devrait encourager la population rurale à rester dans les zones rurales et à s'y développer, tout en visant à éviter les déchets et le déséquilibre des ressources. Song a fait remarquer que la philosophie de base du township building est de stimuler les interactions entre les différentes autorités administratives comme celles qui régissent l'agriculture, les ressources et l'industrie. Pour ce faire, le township building doit optimiser l'efficacité de la structure spatiale de la région concernée en prenant en considération trois «facteurs spatiaux»:

1. Comment différentes ressources, comme les matériaux, l'énergie et les ressources humaines, peuvent circuler de façon plus efficace dans la région;
2. Comment l'espace, la terre et les ressources environnementales peuvent être utilisés de façon plus efficace et collective dans la région;
3. Comment il est possible, à l'intérieur de la région, de changer rapidement différentes structures, comme celles de l'industrie, du travail, de l'écologie et de l'environnement, afin de répondre aux objectifs du développement.

En même temps, il a expliqué qu'en regroupant 7 à 10 villages qui diffèrent par leur éco-production ou leur gestion des déchets, il est possible d'utiliser leurs compétences pour créer de petites villes à côté des grandes cités existantes. Quand les gestionnaires des villages comprendront qu'ils ont besoin les uns des autres et qu'ils coopéreront, il sera alors possible de traiter plus efficacement les ressources et les déchets. Finalement, ces villages séparés à l'origine peuvent être gérés comme un système intégré et une chaîne créatrice de valeur ajoutée.

Il est effectivement possible d'utiliser certaines des pratiques les plus récentes aux niveaux méso et macro, comme la mise en place d'un marché du commerce des déchets, afin de soutenir le développement de cantons. D'un autre côté, le township building peut être perçu comme un concept dont le but est de favoriser davantage une mise en œuvre méso et macro de l'EC. Il est considéré comme une des stratégies de développement les plus importantes proposée par l'Académie chinoise des sciences. C'est l'idée que semble soutenir le gouvernement central chinois et il est déterminé à promouvoir le township building, selon les mots du Premier ministre chinois Li Keqiang: «Notre objectif est de faire progresser notre demande intérieure et de stimuler notre potentiel en matière de township building» (Keqiang, L. 2012).

# Allemagne: découpler la production de déchets de la croissance économique

Avant la première loi sur les déchets en 1972, chaque ville et chaque village en Allemagne disposait de sa propre décharge, soit près de 50'000 au total dans tout le pays. Ce nombre a été fortement réduit pour tomber à moins de 2'000 dans les années 1980 et 1990. Il n'existe plus aujourd'hui que 160 décharges pour les déchets municipaux. À la place, un grand nombre d'installations d'incinération des déchets a été construit.

Durant les années 1980, on s'est de plus en plus rendu compte que les ressources devraient être à nouveau intégrées dans le cycle économique grâce à une collecte séparée, au tri et à la réutilisation. C'est dans les années 1990 qu'a été mise en œuvre la «loi sur l'économie circulaire et les déchets» basée sur le credo politique de la «distinction hiérarchique des déchets» et passant par «la prévention, la réduction et l'élimination». La responsabilité du produit a été placée par là au cœur de la politique allemande des déchets. Il s'est produit un changement de paradigme: on est passé de l'approche politique de la gestion des déchets au modèle de l'EC (Karavezyris 2010). Cela signifie que les producteurs et les vendeurs sont dans l'obligation de concevoir leurs produits en respectant les critères suivants:

1. Minimisation de la quantité de déchets découlant de la production et de l'utilisation;
2. Possibilité de récupérer la qualité la plus haute et la plus complète possible et
3. Possibilité d'éliminer des parties non utilisables des déchets en respectant l'environnement.

Cette responsabilité n'est pas seulement un devoir; elle est également susceptible de présenter un bénéfice. En 2010, ce sont plus de 250'000 employés, allant d'ingénieurs et d'assistants administratifs jusqu'à des professionnels ayant suivi un programme de formation spécialisée, qui ont travaillé dans le secteur de l'économie circulaire et l'économie des déchets en Allemagne. Le volume d'affaires annuel a dépassé 50 milliards d'euros

en 2010, ce qui montre que les déchets sont devenus un important moteur de l'économie. L'Allemagne s'est placée en tête des marchés internationaux concernant les biens destinés à la gestion des déchets, avec une part de marché d'environ 25 pour cent (Karavezyris 2010).

En Allemagne, le poids total des déchets envoyés au recyclage est égal à 239 millions de tonnes (2010), ce qui correspond à plus de 3 tonnes de déchets recyclés par habitant. La part la plus importante, 173 millions de tonnes, provient du secteur de la construction qui a un coefficient de recyclage de 89 pour cent. De nos jours, ce sont plus de 60 pour cent des déchets municipaux et issus de la production qui sont recyclés. De 1996 à 2011, le volume total des déchets a diminué de 11 pour cent alors que l'économie a connu une hausse de 25 pour cent (Stat BA 2013; voir illustration 4). Ainsi, l'Allemagne a-t-elle réussi à découpler le volume des déchets de la croissance économique. Cependant, ces statistiques décrivent la situation à l'intérieur des frontières allemandes, ce qui ne correspond pas à l'objectif global du concept d'EC qui vise à prendre en compte le cycle de vie entier des produits et services. Étant donné qu'une quantité considérable de déchets est produite en dehors de l'Allemagne avec des produits allemands, il faut continuer à réduire le volume des déchets et mieux utiliser le potentiel en énergie et en ressources caché dans les déchets, comme le suggèrent les directives et les stratégies de l'UE, par exemple dans la «Stratégie thématique pour la prévention et le recyclage des déchets» de la Commission européenne (COM 2005).

Sur la base de cette stratégie, la directive européenne sur les déchets a été renouvelée en 2008, mettant en œuvre des actions pour protéger l'environnement et la santé humaine en évitant et en diminuant les effets nocifs de la production et du traitement des déchets par une réduction de l'impact total de la consommation des ressources et une utilisation plus efficace des ressources.

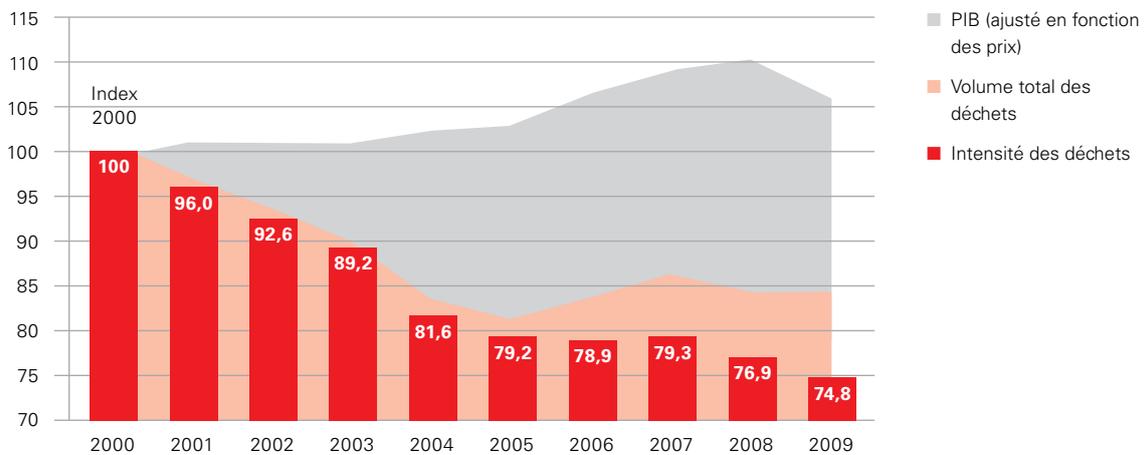


Illustration 4: Découplage de la production de déchets de la croissance économique (en pourcentage)

Source: Stat BA 2012; l'intensité des déchets est égale à la part relative du volume total des déchets comparé au PIB, les deux en tant que chiffres indexés.

Afin d'intégrer les nouvelles directives européennes, l'EC allemande et la loi concernant les déchets ont été entièrement revues et développées en 2012 afin d'améliorer la protection de l'environnement, du climat et des ressources. Pour la première fois, il existe des réglementations pour mettre un terme à la «propriété des déchets», ce qui signifie qu'ils ne sont plus considérés comme des déchets mais comme une ressource. Un autre aspect nouveau était le soutien au programme de prévention des déchets qui s'ajoutait à la responsabilité du produit pour les producteurs et les vendeurs. Une partie essentielle de cette loi révisée est l'introduction d'une hiérarchie des déchets à cinq niveaux (ministère fédéral allemand de l'environnement – 2013). Le premier choix reste la prévention. Après cela, la récupération se divise en trois étapes: la préparation pour une nouvelle utilisation, le recyclage et la valorisation (thermique). Tout en bas de la hiérarchie se trouve l'élimination.

Les objectifs à atteindre à moyen terme sont définis dans la stratégie allemande pour la durabilité «Perspectives pour l'Allemagne» de 2002. Après une analyse de la situation en 2010, certains objectifs ont été actualisés. Entre autres:

1. Jusqu'en 2020, la part des sources d'énergie renouvelables de la consommation d'énergie primaire devra être portée à 10 pour cent et à 30 pour cent en ce qui concerne la consommation d'énergie brute. Les objectifs intermédiaires pour 2010, respectivement 4,2 pour cent et 12,5 pour cent, ont été atteints avant la date limite fixée.
2. Jusqu'en 2020, la productivité en énergie et en ressources devra doubler par rapport à 1990/1994, et ainsi la consommation énergétique sera découplée de la croissance énergétique. Une hausse de la productivité de 47,5 pour cent et de 37,4 pour cent par rapport à 1990/1994 a été atteinte en 2010.
3. Jusqu'en 2020, les émissions de gaz à effet de serre définies à Kyoto seront réduites de 40 pour cent comparé à 1990. Une réduction de 25,3 pour cent a déjà été atteinte en 2009.
4. Jusqu'en 2015, la part du transport par train des marchandises sera doublée par rapport à 1997 (c'est-à-dire une part de 25 pour cent d'ici 2015). Vu la lente augmentation de cette part de 17 pour cent en 2005 à 18 pour cent en 2010, cet objectif ne sera probablement pas atteint dans les délais.

## Suisse: mesures incitatives et négociation à dimension internationale

En Suisse, les experts et le grand public se sont longtemps davantage souciés de la pollution causée par les déchets éliminés que par leur impact sur l'environnement lors de la phase d'exploitation (épuisement des ressources). La gestion des déchets était comprise comme une politique de gestion environnementale progressivement améliorée. Sa branche économique, l'économie des déchets, était décrite dans la directive fédérale de 1986 concernant les déchets (OFEV 1986). Cette directive distinguait trois terrains d'action: prévention, réduction (réutilisation, recyclage) et élimination respectueuse de l'environnement. Le concept clé de ces réglementations est le principe du pollueur-payeur qui a entraîné un taux élevé pour le tri des déchets, spécialement pour le verre, l'aluminium et le papier (voir illustration 5). Même si le taux de recyclage a augmenté d'un facteur de 12 depuis les années 1970, la quantité des déchets municipaux n'a pas diminué depuis 1990 (voir illustration 6).

Comme conséquence des résultats de la Conférence des Nations Unies sur «L'environnement et le développement», organisée à Rio de Janeiro en 1992 (Rio92), et en préparation à la Conférence sur le

«développement durable» de Johannesburg en 2002 (Joh02), le Conseil fédéral a rendu publique sa «stratégie de développement durable 2002» (StSD 2002). Fondée sur la Constitution fédérale Suisse entièrement révisée de 1999 dans laquelle le développement durable est devenu un objectif national, cette stratégie met l'accent sur un contexte bien plus large que la seule écologie. La durabilité doit être perçue comme appartenant au domaine politique; elle couvre et garantit un développement tourné vers l'avenir en s'attaquant en même temps aux aspects et aux défis écologiques, économiques et sociaux.

À cause du taux élevé des importations environ 60 pour cent des impacts environnementaux par la production et a transformation des marchandises consommées en Suisse ont en fait un impact sur les pays étrangers (Jungbluth et al. 2011, OFEV 2013). Selon le principe du pollueur-payeur, la responsabilité doit également être assumée pour ces impacts «importés» (illustration 7).

Voilà pourquoi des champs d'action et des tâches ont été définis dans la StSD02 qui a couvert les sujets suivants:

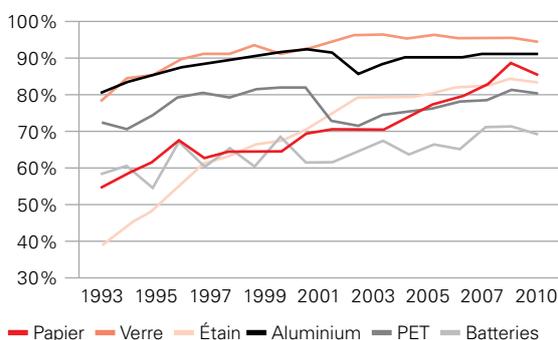


Illustration 5: Tri des déchets municipaux (recyclage) – taux de ramassage  
Source: OFS (2012)

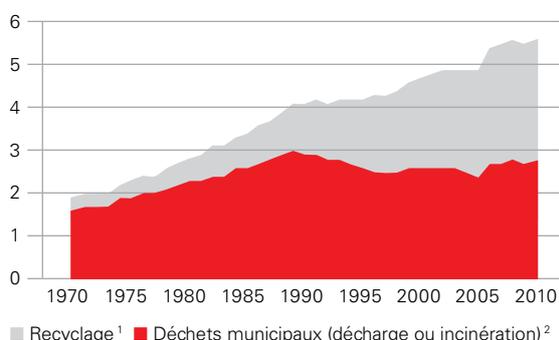


Illustration 6: Déchets municipaux en Suisse – en millions de tonnes  
<sup>1</sup>Total de compost, papier, verre, étain, aluminium, PET, textiles, batteries (depuis 1993), appareils électriques et électroniques (depuis 2001)  
<sup>2</sup>Les chiffres de 2004 à 2010 incluent seulement les quantités nationales (et non les importations).  
Source: OFS (2012)

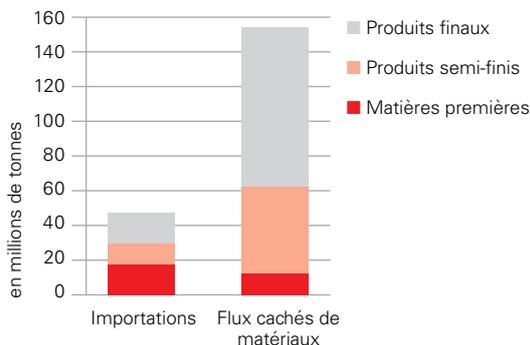


Illustration 7: Matériaux et biens importés et leurs flux cachés de matériaux à l'étranger, 2005  
Source: OFEV (2013)

1. Finance et industrie (politique intégrée des produits (PIP), taxe CO<sub>2</sub>).
2. Éducation, recherche et technologie (collaborations scientifiques ARAMIS, education21, CIDD)
3. Santé et pauvreté (AMEPA)
4. Environnement et développement urbain (aménagement du territoire, politique régionale, politique énergétique et climatique, parcs)
5. Efforts internationaux (coopération au développement, politique multilatérale en matière de durabilité, consolidation de la paix, PNUE, durabilité dans le cadre de l'OMC)
6. Mobilité (transports publics, véhicules propres)
7. Surveillance

La politique intégrée des produits (PIP) peut être considérée comme la suite directe et la généralisation de l'ancienne politique des déchets; elle élargit également le principe de causalité au cycle de vie entier des produits en prenant en compte leurs aspects écologiques. Dans une première étape, des informations sur l'impact écologique des produits existants ont été collectées dans une base de données d'inventaire ([www.ecoinvent.ch](http://www.ecoinvent.ch)). Sur cette base, la mise en place d'écolabels et de méthodes d'évaluation du cycle de vie a été lancée et soutenue, par exemple par l'application de la norme ISO14025 et d'autres standards. Dans le but de soutenir ces initiatives et d'encourager l'industrie à prendre, elle aussi, ses responsabilités il a été décidé que les marchés publics doivent donner le bon exemple et doivent prendre en considération la durabilité et la

PIP dans toutes leurs activités. Vu sa part considérable dans la production de déchets et l'importation de ressources, on s'est adressé directement au secteur de la construction par la «recommandation pour une construction durable» (SIA 112/1). La PIP inclut également des activités éducatives (CIDD, education21) pour sensibiliser les consommateurs.

En 2010, le Conseil fédéral a lancé le «plan d'action Economie verte» (OFEV 2012). Dans le prolongement des principes de StSD02, les activités du plan d'action Économie verte sont coordonnées de façon centralisée par l'OFEV. Quatre domaines clés ont été définis: consommation et production; déchets et ressources; instruments d'ensemble; objectif, mesure, information et reporting.

On considère non seulement que l'économie verte assurera à l'avenir la disponibilité des ressources mais on la perçoit également comme une chance pour renforcer l'économie suisse, tout particulièrement dans le domaine des technologies propres (OFEV 2013). Afin de mettre en vigueur ces activités, le Conseil fédéral suisse a lancé une nouvelle stratégie pour une utilisation efficace des ressources et des énergies renouvelables, le «Plan directeur de la technologie propre» (Masterplan Cleantech 2011). Ce plan directeur a été conçu pour lancer des processus d'innovation et pour augmenter les activités de recherche en développant un nouveau centre de compétences et en formant des réseaux.

Par ailleurs, l'importance de la participation de la Suisse à des initiatives internationales et du soutien des autres pays dans la mise en œuvre de l'économie verte a été soulignée. En juin 2013, le conseil fédéral a proposé de revoir la «loi sur la protection de l'environnement» (LPE) afin de créer un cadre réglementaire pour toutes les activités et de renforcer les plans d'une économie circulaire/verte. Cette révision a été présentée comme une contre-proposition à l'initiative populaire «Green Economy» (lancée par les Verts en septembre 2012). Les décisions de la conférence Rio+20 en faveur d'une économie verte affecteront ainsi les discussions politiques de tous les jours en Suisse.

## Analyse et comparaison

Lorsqu'on se penche sur la taille des pays et des villes, les données démographiques (voir illustration 8), la structure politique, la disponibilité des ressources, les pratiques commerciales ou les technologies propres etc., on se rend immédiatement compte que la Chine, l'Allemagne et la Suisse font face à des conditions de départ différentes pour mettre en œuvre les concepts de l'EC. Cependant, l'objectif global de l'EC reste le même, c'est-à-dire réduire l'empreinte et améliorer les pratiques de gestion des ressources afin d'obtenir une stabilité économique et des conditions de vie durables dans un contexte mondial.

Ces dernières années, la Chine a beaucoup investi dans l'accès aux ressources naturelles d'autres pays afin de répondre à sa demande croissante en matières premières. C'est également confirmé par les programmes nationaux d'action en Chine même, ainsi que par une coopération internationale accrue dans le dialogue sur les ressources mondiales.

Les perspectives de l'Europe sont bonnes pour appliquer les concepts de l'EC dans la législation (nationale); le processus n'en est pas moins assez lent et compliqué. Dans l'UE et ses États membres, la «feuille de route vers une Europe efficace dans l'utilisation des ressources» de la Commission européenne (2011) doit encore être appliquée. De plus, les développements en Allemagne, un des pays pré-

curseurs en ce qui concerne l'application de l'EC, ont un impact direct sur les processus nationaux de prise de décision dans les pays asiatiques.

Les deux chapitres sur l'Allemagne et la Suisse indiquent de façon claire que la gestion des déchets est liée aux objectifs de système plus généraux que sont l'efficacité des ressources et la protection du climat (Karavezyris 2010). Mais ce n'est là qu'un côté de la médaille. Les concepts d'EC doivent intégrer le cycle de vie entier des biens et services, y compris la conception écologique et la réduction des matériaux/eau/énergie dans les étapes de production ainsi qu'un style de vie plus durable chez les consommateurs.

L'établissement d'indicateurs sociaux, économiques et environnementaux spécifiques pour mesurer les progrès atteints constitue un outil important pour appliquer une EC solide aux niveaux micro (entreprises, communautés) et macro (nations, monde). La discussion est en cours pour savoir ce qui doit être mesuré et comment. Prammer & Schrack (2012), par exemple, proposent le programme IRIS (Integrated Resource Efficiency Indicator Set) pour aider les entreprises et les régions dans leurs efforts pour atteindre les objectifs de l'EC. L'analyse des flux de matières (AFM, intrants de matières par rapport aux extrants de matières dans la totalité d'une économie) est un des outils servant à évaluer les efforts réalisés.

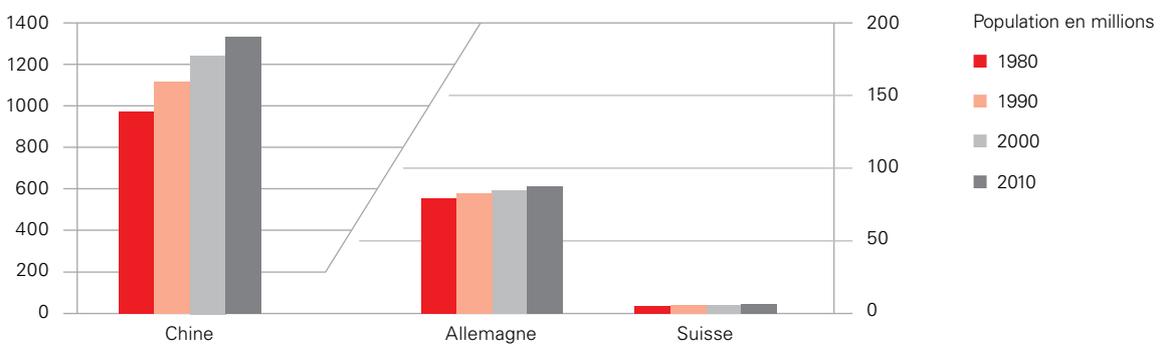


Illustration 8: Population en Chine, Allemagne et Suisse en 1980, 1990, 2000 et 2010  
Source: Banque mondiale (2013): liste des pays par population totale

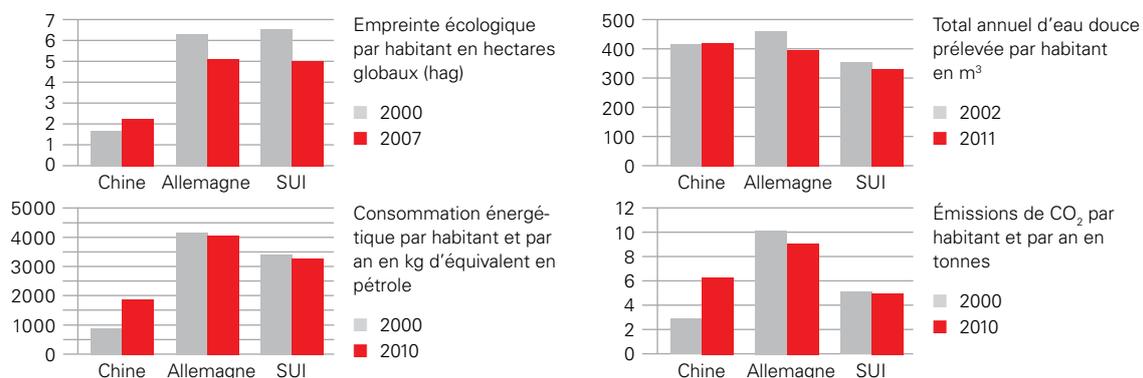


Illustration 9: EC et impacts environnementaux en Chine, en Allemagne et en Suisse, selon 4 indicateurs spécifiques, calculés par habitant (pour les définitions, voir les références).

Le problème est cependant qu'il faut mettre en place correctement les limites du système et assurer les dépenses et l'infrastructure pour une surveillance systématique. L'évaluation du cycle de vie (ECV) prend en compte l'impact de l'ensemble du cycle de vie des produits et des services, mais elle doit faire face aux mêmes problèmes que l'AFM (Welz et al 2013). Il faut également intégrer dans les mécanismes politiques généraux un ensemble pertinent d'indicateurs qui devrait inclure des indicateurs sociaux et économiques; il vise une symbiose industrielle urbaine, il atteint une réduction substantielle en matériaux et en énergie et il doit présenter un caractère orienté prévention (Geng Y. et al 2012). Le problème principal se pose habituellement en cas d'inventaire de données inachevé et contradictoire, qui se fractionne en secteurs économiques au sein des différents pays.

D'un autre côté les indicateurs n'ont pas besoin d'être compliqués pour indiquer une tendance. À titre d'exemple (voir aussi Ellen MacArthur 2012; illustration sur l'impact de processus de production plus circulaires), l'image 9 montre pour les trois pays étudiés l'empreinte écologique, le total annuel d'eau douce prélevée, la consommation énergétique (kg d'équivalent en pétrole) et les émissions de CO<sub>2</sub> par habitant pour les années 2000 et 2010 (2007/2011).

Malgré les efforts engagés pour appliquer l'EC en Chine, la forte croissance économique a augmenté l'empreinte écologique, la consommation énergétique et les émissions de CO<sub>2</sub> par habitant depuis

l'an 2000. Seule la consommation annuelle totale d'eau est à peu près restée stable. Et cependant, la hausse récente des niveaux de consommation ou d'émission en Chine n'empêche pas que l'impact par habitant reste toujours moitié moindre que celui d'un ressortissant allemand ou suisse, voire encore plus faible.

Des discussions menées avec des experts éminents dans les domaines des affaires, de la politique et des sciences lors des conférences du World Resources Forum ont indiqué que tous les États-nations doivent contribuer aux concepts de l'EC, qu'il s'agisse de pays en développement, de pays en transition ou de pays développés. Les pays développés, quant à eux, devraient réduire massivement leurs modèles de consommation et leur style de vie gourmand en ressources, suivant la devise «faire plus avec moins». Il faut des stratégies qui permettent de réutiliser/rénover les quantités de minéraux et matériaux accumulés dans les produits fabriqués (concepts comme «urban mining», voir Schluep et al. 2013). Cela aboutirait à de nouveaux secteurs d'activité, créerait de nouveaux postes de travail et réduirait à un minimum les impacts sur l'environnement.

Une étape importante si l'on veut atteindre une politique de ressources durables est d'établir une plateforme internationale neutre pour la gouvernance des ressources. Les activités internationales communes joueront un rôle essentiel pour surmonter les problèmes environnementaux dans le monde.



## Recommandations

L'économie circulaire (EC) est devenue une question de la plus haute importance. Les différents pays ont choisi différentes approches: l'Allemagne poursuit une combinaison de l'approche ascendante et de l'approche descendante, la Suisse a choisi une voie plutôt ascendante et participative, et la Chine applique les concepts de l'EC de façon descendante en devenant ainsi un des premiers pays au monde à l'appliquer dans sa constitution. La façon d'aborder l'EC est fortement liée au système politique et gouvernemental en place dans chacun des pays. Cependant, à moyen terme, les concepts de l'EC peuvent sans aucun doute aboutir à des résultats positifs pour le développement environnemental et économique. Depuis la première fois où il s'est tenu, en 2009, le World Resources Forum a déployé de plus en plus d'efforts pour discuter les concepts de l'EC et il continuera à en discuter dans les conférences à venir. Les étapes les plus importantes pour réaliser un cadre réussi de conditions pour une EC mondiale sont les suivantes (citation de la déclaration WRF 2009, et résumés du président du WRF 2011, 2012, 2013):

- a) Prendre *des mesures politiques* efficaces pour augmenter considérablement avec le temps la productivité des ressources et réduire la demande, cela sous forme de normes, d'augmentation des taxes sur les ressources, les énergies non renouvelables et la pollution. (WRF 2009, 2011, 2013)
- b) Centrer *la recherche et le développement* sur l'augmentation de la productivité des ressources. L'innovation qui en résultera créera un espace pour le développement économique et social et, effet secondaire, les économies nationales et les villes seront moins dépendantes des importations de ressources. (WRF 2009)
- c) *Abandon progressif ou diminution nette de la dépendance aux combustibles fossiles*, ce qui est considéré comme réalisable du point de vue technique et économique au cours des prochaines décennies, chaque pays pouvant choisir son propre chemin vers des matériaux alternatifs. (WRF 2012, 2013)
- d) Revoir *le cadre général* permettant à l'économie de tenir compte de la rareté des ressources naturelles; outre le programme traditionnel de l'économie des ressources naturelles (pêche, sylviculture, extraction minière), d'autres ressources comme l'air, l'eau et autres «ressources environnementales» n'ont cessé de gagner en importance dans l'élaboration des politiques. (WRF 2009; également contributeurs de Wikipédia 2013c)
- e) Renforcer les mesures éducatives visant à faire prendre mieux conscience des limites des ressources naturelles, en particulier parmi les économistes, et rendre les décideurs mieux à même d'analyser les tendances systémiques et à long terme ainsi qu'à innover en matière de développement durable. (WRF 2009)
- f) Lancer un processus pour repenser *les modes de vie* et développer des modes de consommation fondés sur la suffisance et une utilisation prudente des ressources naturelles. (WRF 2009)

- g) *Les pays en développement* ont besoin d'un transfert de technologies, d'accès aux technologies économes en énergie et d'un soutien financier pour effectuer les transitions nécessaires ainsi que d'une gouvernance efficace, d'une infrastructure efficace en matière de ressources, d'éducation et de bonds en avant. Le township building est un des concepts à appliquer à plus grande échelle pour réintroduire des styles de vie durables d'autrefois. (WRF 2011, 2012)
- h) *Les métaux critiques* exigent une attention urgente vu leur potentiel pour les technologies et les produits durables clés. Les problèmes concernant les métaux critiques (ou terres rares) sont les suivants: une demande en hausse, une pollution environnementale et des conditions de travail désastreuses dans les mines, qui se joignent à l'instabilité des prix. À part la Chine, les pays disposant de gisements importants de métaux critiques sont l'Australie, le Brésil, le Canada, l'Inde, le Malawi, la Malaisie, le Pérou, la Russie, l'Afrique du Sud, les États-Unis et quelques autres. Il existe une forte menace de conflits entre les pays et entre les entreprises au sujet de ces métaux rares. (WRF 2011)
- i) Les instruments clés pour le développement d'économies efficaces sur le plan des ressources comprennent l'établissement d'un ensemble d'*indicateurs et d'objectifs* bien clairs qui devront rendre compte de leur rendement en ce qui concerne l'efficacité des ressources, ainsi que des feuilles de route concrètes avec des plans simples pour mettre en application les instruments financiers et juridiques. (WRF 2011, 2013)
- j) Les approches d'EC ont besoin non seulement de changements techniques mais aussi institutionnels et d'*une innovation sociale*. Des partenariats doivent être mis sur pied entre les gouvernements et les entreprises ainsi que les entreprises et les sociétés civiles (partenariats multipartites). Les PME se sont montrées ouvertes au changement. (WRF 2011, 2012)
- k) Réussir à instaurer *une économie verte* devrait devenir une stratégie prioritaire dans le monde. Les gouvernements doivent se montrer vigilants quant au réseau croissant d'ententes bilatérales relatives aux ressources, surtout celles qui impliquent des pays en développement et des pays émergents. Un grand pas en avant dans leurs efforts vers une durabilité plus sociale, plus économique et plus environnementale a été franchi par des compagnies internationales comme Westpac Banking Corp (Australie), Biogen Idec Inc (États-Unis), Outotec OYJ (Finlande), Statoil ASA (Norvège) ou Dassault Systèmes SA (France). (WRF 2012 et Global100 2014)
- l) Une meilleure *gouvernance internationale liée aux ressources* serait bénéfique pour tous étant donné que cela entraînerait stabilité, prévisibilité et ainsi des prix plus bas. L'établissement d'une plateforme internationale neutre comparable à l'Agence internationale de l'énergie (AIE) devrait également être pris en considération pour les ressources naturelles en incluant dès le début les pays en développement. (WRF 2012, 2013)
- m) Des incitations pour *les pratiques de recyclage*, surtout l'amélioration des systèmes de collecte ou la valorisation des BTA (*Best Available Technologies* – meilleures technologies disponibles) sont à tous les niveaux des actions prioritaires pour les gouvernements et les entreprises. (WRF 2012, Reuter 2012)
- n) Il convient d'accroître *le sentiment d'urgence*, d'améliorer la communication entre les décideurs politiques et la communauté scientifique ainsi que de souligner davantage l'argument commercial en ce qui concerne l'efficacité des ressources. Une stratégie clé pour répandre le sentiment d'urgence est de responsabiliser les jeunes consommateurs grâce à une éducation institutionnelle et non institutionnelle. (WRF 2012, 2013).

## Références

La liste complète des références est disponible en ligne: [www.satw.ch/economie-circulaire](http://www.satw.ch/economie-circulaire)

## Impressum

Auteurs: Martin Lehmann, Bas de Leeuw, Eric Fehr (tous issus du World Resources Forum), Adam Wong (étudiant journaliste à la conférence WRF 2012 à Pékin, Chine)

Les auteurs remercient le Dr Xaver Edelman et le Dr Yi-Heng Cheng pour leur aide.

Révision: Hans Hänni, Urs von Stockar, Andreas Zuberbühler et réviseurs externes

Rédaction et coordination: Beatrice Huber

Illustration: Andy Braun

© 2014

Réalisé par

**SATW**

Schweizerische Akademie der Technischen Wissenschaften  
Académie suisse des sciences techniques  
Accademia svizzera delle scienze tecniche  
Swiss Academy of Engineering Sciences

# Références

- a+/Empa (2012) Indicateurs destinés à évaluer l'utilisation des ressources naturelles. Cahier.  
[www.satw.ch/publikationen/schriften/index\\_FR](http://www.satw.ch/publikationen/schriften/index_FR)
- OFS (2012) Office fédéral de la statistique. «Développement durable: statistique de poche 2012».  
[www.bfs.admin.ch/bfs/portal/fr/index.html](http://www.bfs.admin.ch/bfs/portal/fr/index.html)
- Biomimicry Institute (2013) What is Biomimicry. [www.biomimicryinstitute.org/about-us/what-is-biomimicry.html](http://www.biomimicryinstitute.org/about-us/what-is-biomimicry.html)
- BMU (2011) Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit, Bericht «Kreislaufwirtschaft – Abfall nutzen – Ressourcen schonen»  
[www.fh-muenster.de/fb6/downloads/personen/Flamme/downloads\\_extern/broschuere\\_kreislaufwirtschaft\\_bf.pdf](http://www.fh-muenster.de/fb6/downloads/personen/Flamme/downloads_extern/broschuere_kreislaufwirtschaft_bf.pdf)
- BMU (2013) Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit, Bericht «Abfallwirtschaft in Deutschland 2013» (Fakten, Daten, Grafiken)  
[https://secure.bmu.de/fileadmin/Daten\\_BMU/Pools/Broschueren/abfallwirtschaft\\_2013\\_bf.pdf](https://secure.bmu.de/fileadmin/Daten_BMU/Pools/Broschueren/abfallwirtschaft_2013_bf.pdf)
- Boulding, K. E., (1966) «The Economics of the Coming Spaceship Earth»
- China Daily (2007) Building a recycling economy (definition of venous industries)
- COM (2005) 666 Commission of the European Communities. Taking sustainable use of resources forward: A Thematic Strategy on the prevention and recycling of waste.  
<http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=COM:2005:0666:FIN:EN:PDF>
- Ellen MacArthur Foundation (2012): Towards the Circular Economy (1) – Economic and business rationale for an accelerated transition (Report)
- Ellen MacArthur Foundation (2013): Towards the Circular Economy (2) – Opportunities for the consumer goods sector (Report)
- OFEV (1986) Office fédéral de l'environnement. Lignes directrices pour la gestion des déchets en Suisse.  
[www.bafu.admin.ch/publikationen/publikation/00667/index.html?lang=fr](http://www.bafu.admin.ch/publikationen/publikation/00667/index.html?lang=fr)
- OFEV (2012) Office fédéral de l'environnement. Plan d'action Economie verte 2013.  
[www.bafu.admin.ch/wirtschaft/11350/12928/index.html?lang=fr](http://www.bafu.admin.ch/wirtschaft/11350/12928/index.html?lang=fr)
- OFEV (2013) Office fédéral de l'environnement. Magazine «environnement» 3/2013 – La ronde des ressources  
[www.bafu.admin.ch/dokumentation/umwelt/12962/index.html?lang=fr](http://www.bafu.admin.ch/dokumentation/umwelt/12962/index.html?lang=fr)
- Geng Y., Doberstein B. (2008) Developing the circular economy in China: challenges and opportunities for achieving «leapfrog development». International Journal of Sustainable Development and World Ecology 15 (3), 231e239
- Geng Y. et al (2012) Towards a national circular economy indicator system in China: an evaluation and critical analysis. Journal of Cleaner Production, Vol 23, Issue 1, March 2012.
- Global100 (2014) Global100 – Most Sustainable Corporations in the World. 2014 Global 100 List.  
<http://global100.org/global-100-index/>

- IS4IE (2013) International Society for Industrial Ecology. [www.is4ie.org/](http://www.is4ie.org/)
- Jian Kun, S. (2012) An analysis inspired by the fourth discussion of «urbanization» from Li Keqiang (Chinese, December 07). [www.ftchinese.com/story/001047919](http://www.ftchinese.com/story/001047919)
- Jungbluth N., Nathani C., Stucki M., Leuenberger M. (2011) Impact environnemental de la consommation et de la production suisses (Synthèse). [www.bafu.admin.ch/publikationen/publikation/01611/index.html?lang=fr](http://www.bafu.admin.ch/publikationen/publikation/01611/index.html?lang=fr)
- Karavezyris, V. (2010) Circular Economy in Germany: achievements and future challenges, [www.iswa.org/uploads/tx\\_iswaknowledgebase/Karavezyris.pdf](http://www.iswa.org/uploads/tx_iswaknowledgebase/Karavezyris.pdf)
- Keqiang, L. (2012) Premier of the People's Republic of China, Li Keqiang, in a meeting with former U.S. Secretary of the Treasury, Henry Paulson on 5th December, 2012
- Masterplan Cleantech (2011) Département fédéral de l'économie, de la formation et de la recherche DEFR et Département fédéral de l'environnement, des transports, de l'énergie et de la communication DETEC. [www.cleantech.admin.ch/cleantech/index.html?lang=fr](http://www.cleantech.admin.ch/cleantech/index.html?lang=fr)
- Prammer, H. & Schrack, D. (2012): Integrated Resource Efficiency Indicators for Companies and Regions. Beijing, World Resources Forum 2012
- Reuter, M. (2012): Recycling – Fulfilling expectations of green economies, solutions and obstacles. Beijing, World Resources Forum 2012
- SATW/WRF (2012) Wir müssen effizienter mit Rohstoffen umgehen. Flyer. [http://worldresourcesforum.org/files/userfiles/Flyer%20Rohstoffe\\_de.pdf](http://worldresourcesforum.org/files/userfiles/Flyer%20Rohstoffe_de.pdf)
- Schluep et al. (2013): Sustainable Recycling Industries. Davos, World Resources Forum 2013
- Schmitt, O. (1969) «Some interesting and useful biomimetic transforms». In Third Int. Biophysics Congress, p. 297
- Stat BA (2013): Umwelt – Abfallintensität 1996 – 2011. Statistisches Bundesamt, Wiesbaden, Germany.
- StSD (2002) Report by Swiss Federal Council on «Strategy Sustainable Development 2002» and the evaluation of its actions. [www.bafu.admin.ch/produkte/01967/index.html?lang=fr](http://www.bafu.admin.ch/produkte/01967/index.html?lang=fr)
- Su, B.W., Heshmati, A., Geng, Y., & Yu, X.M. (2013) A review of the circular economy in China: moving from rhetoric to implementation. *Journal of Cleaner Production*, 42, 215 - 227
- UNEP (2011) «Towards a Green Economy: Pathways to Sustainable Development and Poverty Eradication» (advance copy available from [www.unep.org/greeneconomy](http://www.unep.org/greeneconomy)).
- Welz, T., de Leeuw, B., Lehmann, M. (2013) Ressourcenschonung in Asien – Zusammenfassung, Analyse und Interpretation der Konferenzergebnisse des World Resources Forum 2012 in Peking. World Resources Forum. Im Auftrag von Umweltbundesamt Deutschland.
- Wikipedia contributors (2013a), «List of countries by ecological footprint», Wikipedia, The Free Encyclopedia, 20 September 2013, 17:33 UTC, [http://en.wikipedia.org/w/index.php?title=List\\_of\\_countries\\_by\\_ecological\\_footprint&oldid=573805178](http://en.wikipedia.org/w/index.php?title=List_of_countries_by_ecological_footprint&oldid=573805178) [accessed 26 November 2013]

Wikipedia contributors (2013b), «Leapfrogging», Wikipedia, The Free Encyclopedia, 17 October 2013, 21:14 UTC, <http://en.wikipedia.org/wiki/Leapfrogging> [accessed 26 November 2013]

Wikipedia contributors (2013c), «Natural resource economics», Wikipedia, The Free Encyclopedia, 31 October 2013, 02:38 UTC, [http://en.wikipedia.org/w/index.php?title=Natural\\_resource\\_economics&oldid=579560236](http://en.wikipedia.org/w/index.php?title=Natural_resource_economics&oldid=579560236) [accessed 28 November 2013]

World Bank (2013) Data, Indicators. The World Bank – Working for a World Free of Poverty. <http://data.worldbank.org/indicator/>

WRF (2009) World Resources Forum Declaration WRF 2009 <http://worldresourcesforum.org/declaration-world-resources-forum-sept-16-2009-0>

WRF (2011) World Resources Forum Chairman's Statement WRF 2011 <http://worldresourcesforum.org/outcomes-wrf-2011>

WRF (2012) World Resources Forum Meeting Report WRF 2012 [www.worldresourcesforum.org/files/WRF2012/WRF%20meeting%20report%202012.pdf](http://www.worldresourcesforum.org/files/WRF2012/WRF%20meeting%20report%202012.pdf)

WRF (2013) World Resources Forum Chairman's Summary WRF 2013 [www.worldresourcesforum.org/files/publications/Chairman%20Summary%20WRF2013.pdf](http://www.worldresourcesforum.org/files/publications/Chairman%20Summary%20WRF2013.pdf)

Yuan, Z.W., Jun, B., Moriguichi, Y.C., (2006) The circular ecology: a new development strategy in China. *Journal of Industrial Ecology* 10, 4e8

Zhu, D.J., Huang, X.F., (2005) Building up a model for circular economy based on object, main body, and policy. *Naikai Academic Journal* 4, 86e93

Zhu, D.J., (2008) A framework for deepening study of circular economy. *Scientific and Social Society* 23 (3), 445e452 (in Chinese)