

Réseau Algérien d'Economie Circulaire

Chaire "Economie Circulaire et Développement Durable"

Association Nationale d'Eco-Conception; d'Analyse de Cycle de Vie et de Développement Durable

Journal de l'Economie Circulaire et Développement Durable

ISSN:

EISSN :

مجلة الاقتصاد الدائري والتنمية المستدامة

Circular Economy and Sustainable Development Journal

ÉCONOMIE CIRCULAIRE



JECDD Edition Juin Vol.1. N°1. (2021)

www.jecdd.org

Description

Le Journal de l'Economie Circulaire et Développement Durable est une revue semestrielle, créée en 2021 par le Réseau Algérien d'Economie Circulaire et la chaire "économie circulaire et développement durable"/ Université Boumerdès en collaboration avec l'Association Nationale d'Eco-Conception, d'Analyse de Cycle de Vie et de Développement Durable et la Fondation Algérienne d'Economie Circulaire. Elle couvre tous les domaines de l'Economie circulaire. Elle publie les articles originaux portant sur des approches conceptuelles et des études empiriques, dans les trois langues: Arabe, Anglais, Français. Le public visé par la revue est la communauté scientifique nationale et internationale (enseignants chercheurs, chercheurs, étudiants), ainsi que la communauté du monde socio-économique. La revue possède un comité de lecture international.

- Publié 2 fois par an la dernière semaine de juin et décembre.
- Soumission et publication gratuites.
- Accès gratuit.

Domaines Couverts

- Economie Circulaire.
- Startup Environnemental dans la vision de l'Economie circulaire.
- Label Ecologique.
- Eco-conception.
- Éco innovation.
- Ecologie Industrielle et Territoriale (EIT).

Sommaire

Editorial

K. LOUHAB, Fondateur du Réseau Algérien d'Economie Circulaire, Professeur à l'Université de BOUMERDES.

Gestion des connaissances

Economie circulaire: necessite et opportunité

Krim LOUHAB

pp 03/07

Economie circulaire : fondements et mise en œuvre

Mohamed-Zine MESSAOUD-BOUREGHDA

pp 08/13

Economie circulaire et covid-19

H. BALOUL

pp14/18

Economie circulaire et les ressources integrees

Redouane FARES

Pp19/23

Evaluation des impacts environnementaux de l'industrie des detergents par la demarche ACV

Meriem BELKHIR

pp 24/28

Application de l'analyse de cycle de vie dans l'évaluation des impacts environnementaux –cas de l'industrie du ciment

S. BOUGHRARA

pp 29/32

Evènements

Journée d'étude sur "Intégration des ODD au milieu scolaire

DJ. BLIZAK

pp 33/36

Responsable de Publication

Pr. K. LOUHAB
Dr. F. LECHEB
Dr.S. DJOUMAD

Secrétariat

Mme.K.BOUDRA

Comité de lecture

Pr. K. MOHAMMEDI
Pr.A.CHENANE
Pr.F. HALOUANE
Pr. S. LECHEB
Dr. R. LARID

Partenaires

- **Fondation Algérienne d'Economie Circulaire**
- **Chaire 'Economie circulaire et Développement Durable /Université de boumedes Algerie**
- **Association Nationale d'Eco-Conception, d'Analyse de Cycle de Vie et de Développement Durable**
- **Laboratoire de Recherche en Technologie Alimentaire (LRTA-Université de Boumerdes**
- **Incubateur Université de Boumerdes Startups.**

K. LOUHAB, Fondateur du Réseau Algérien d'Economie Circulaire

Le modèle linéaire « produire, consommer, jeter » est à bout de souffle. Dépendance de l'économie de nos pays vis-à-vis de ressources non renouvelables, raréfaction de l'énergie et des matières premières, augmentation des pollutions et des déchets, exigent une refonte de nos modes de production et de consommation, pour une utilisation plus efficace des ressources.

La transition vers une économie circulaire (EC), qui repose sur des formes nouvelles de coopération des acteurs dans les territoires, **est porteuse** d'innovations, de compétitivité pour les entreprises et de création d'emplois.

L'Economie circulaire offre en plus de l'activité de recyclage une multitude d'opportunités **pour un entrepreneuriat environnemental**, qui se manifeste par de nouveaux modes de production, nouvelles propositions de valeur, nouveaux circuits de distribution, nouveaux partenariats ; l'EC permet de développer des business models ou des **logiques entrepreneuriales** qui prennent en considération d'une part, la spécificité et les besoins actuels du marché et d'autre part, la disponibilité des ressources et la capacité d'assimilation de la pollution par l'environnement.

A cet effet La communauté universitaire en association avec le secteur socioéconomique a initié et mis en place une plateforme nationale appelée CALEC (Centre Algérien d'Economie circulaire), qui regroupe toutes les parties prenantes liées à l'infrastructure nationale de la qualité, au développement durable et à la recherche scientifique. Il a pour objectif de créer un forum d'échanges et de transfert de connaissances dans le domaine de l'économie circulaire en association avec des institutions de normalisation, de recherche scientifique ainsi qui viennent ainsi appuyer le secteur socioéconomique qui est concerné par ces concepts.

Le réseau CALEC est une structure de recherche coopérative dont la gestion est assurée par ses membres actifs dirigés par un Directoire Scientifique.

Elle vise à promouvoir et à organiser une collaboration entre les acteurs industriels, institutionnels et scientifiques afin de favoriser une évolution positive, partagée et reconnue aux niveaux national et international des informations et des connaissances sur l'économie circulaire, et de leur mise en pratique.

Pour initier et vulgariser le principe de l'économie circulaire en Algérie, le groupe a édité une revue intitulée "Journal de l'économie circulaire et développement durable" afin de vulgariser et communiquer les notions, l'intérêt de l'économie circulaire

Beaucoup de succès et de performances pour ce groupe et pour cette revue et à très bientôt...

Economie circulaire: Nécessité et Opportunité

* **K. LOUHAB**

Laboratoire de Recherche en Technologie Alimentaire (LRTA), Université M'Hamed Bougara, Boumerdès
Département du Génie des Procédés, Faculté de Technologie, Université M'Hamed Bougara, Boumerdès, Algérie
Réseau algérien d'économie circulaire, Association National d'Eco-conception, Analyse de cycle de vie et Développement Durable

* **Corresponding author:** louhab_ka@yahoo.fr

RÉSUMÉ

La raréfaction des matières premières et la dépendance de l'Algérie vis-à-vis d'approvisionnements extérieurs de plus en plus coûteux questionnent la capacité de résilience de notre économie. La transition vers une économie circulaire apparaît dès lors comme une nécessité permettant de renforcer l'économie algérienne en optimisant son utilisation des ressources.

Les causes structurelles de l'essoufflement du marché de l'emploi sont étroitement liées aux limites du modèle productif linéaire. L'augmentation de la productivité du travail et la hausse du prix des ressources coûtent chaque année à l'Algérie des milliers d'emplois. La transition vers l'économie circulaire doit permettre d'évoluer vers des activités plus durables, économisant la matière et l'énergie, et bénéficiant à l'emploi local.

Mots clés : Economie circulaire, pandémie, emploi, résilience..

1. Introduction

L'Algérie avant covid19 est connue par un système économique léthargique, linéaire et générateur de carbone, ce qui a pour conséquence : épuisement des ressources naturelles, production des déchets dangereux et des polluants toxiques, déforestation qui conduit les animaux sauvages à se rapprocher des populations humaines, augmentant ainsi la probabilité de l'apparition

des virus zoonotiques comme le SARS-COV2 et accentuation de la Crise du changement.

Lors de la crise coronavirus, la catastrophe sanitaire a révélé les nombreuses vulnérabilités auxquelles nous sommes confrontés, du point de vue social: la pandémie du corona virus n'est plus uniquement une crise sanitaire qui guette l'humanité entière, elle a des conséquences immédiates sur nos économies, de facto sur le "marché" du travail. A cause de cette pandémie, des millions de travailleurs et travailleuses ont perdu leurs emplois suite à des licenciements économiques et la mise en arrêt de plusieurs unités industrielles et des services. Selon l'Organisation Internationale du Travail (OIT) «25 millions de personnes pourraient se retrouver au chômage et prévoit une baisse du revenu des travailleurs allant jusqu'à 3400 milliards de dollars. Cependant, il apparaît déjà clairement que ces chiffres puissent sous-estimer la force de l'impact.». En Algérie, dont la population active est estimée à 11,048 millions de travailleurs, le secteur privé emploie 6,95 millions de travailleurs, soit 63% de l'emploi total en Algérie, selon l'Office national des statistiques (ONS). Quant au secteur public, il absorbe près de 4,09 millions de travailleurs, soit 37% de la population occupée. Une enquête précédente de l'ONS démontre que plus de 35% de la population active a un statut précaire. Ces millions de précaires sont en ce moment sans revenus et sans épargne suffisante pour affronter les semaines ou mois à venir. Si la situation empire, on aura des millions de personnes sans ressources face au marteau du Covid-19 et à

l'enclume de la misère. Sans oublier les coûts économiques liés aux pollutions, à l'épuisement des ressources, à l'intensification des catastrophes naturelles, au réchauffement climatique ou encore à l'érosion de la biodiversité, qui se traduisent directement ou indirectement par des pertes d'emplois.

Le COVID19 a révélé plusieurs avantages du point de vue environnemental. La diminution importante de l'activité humaine a des conséquences immédiates sur l'environnement comme diminution de taux d'émission de CO₂ (a chuté de manière drastique de 25% d'émissions en Chine en février 2020), réduction des concentrations de dioxyde d'azote à Paris et à Madrid selon l'Agence Spatiale Européenne (ESA); au niveau de la biodiversité, la réapparition de la faune sauvage en ville comme puma à Santiago du Chili, des canards au centre de Paris, des dauphins en Sardaigne. D'autres avantages du point de vue social, la pandémie a révélé le retour des solidarités entre voisins, entre quartiers, partager des services utiles au quotidien ce qui a permis de grouper les achats et éviter les déplacements et (re)découvrir nos producteurs locaux et éviter ainsi des dépenses carbone importantes liées aux transports. D'où la nécessité de développement de nouveaux *business models*, basés sur l'éco-conception, la réutilisation, l'économie de la fonctionnalité ou la consommation collaborative, peuvent être d'importants vecteurs d'emplois dans les années à venir et qui accorde une place aussi importante aux enjeux économiques, notamment à l'emploi, qu'à la préservation des ressources naturelles et augmenter la résilience des entreprises face aux différents risques et fluctuations économiques. À la croisée de ces enjeux majeurs, une alternative au modèle économique classique prend de l'ampleur : l'économie circulaire, qui allie d'importantes perspectives de croissance et d'emplois à une prise en compte intelligente de l'environnement et des ressources.

Une telle économie fonctionne en boucle, se passant ainsi de la notion de "déchet". Son objectif est de produire des biens et services tout en limitant fortement la consommation et le gaspillage des matières premières, et des sources d'énergies non renouvelables. Il est essentiel de ne pas la concevoir uniquement comme une question environnementale, mais aussi comme une composante essentielle des stratégies en faveur de l'emploi et de la compétitivité. La stratégie économie circulaire d'un territoire est constituée de cinq axes interconnectés et non-hiérarchisés: l'approvisionnement durable; l'éco-conception; l'écologie industrielle et

territoriale; l'économie de fonctionnalité; la consommation responsable; l'allongement de la durée de vie (réparation, réemploi et réutilisation); le recyclage et la valorisation des déchets.

Dans cet article, nous abordons une revue bibliographique qui permettra d'évaluer le potentiel de l'économie circulaire en termes d'emplois.

2. Potentiel de l'économie circulaire dans la création de l'emploi

Les causes structurelles de l'essoufflement du marché de l'emploi sont étroitement liées aux limites du modèle productif linéaire. L'augmentation de la productivité du travail et la hausse du prix des ressources coûtent chaque année en Algérie des milliers d'emplois.

La transition vers l'économie circulaire doit permettre d'évoluer vers des activités plus durables, économisant la matière et l'énergie, et bénéficiant à l'emploi local. Nous tentons de préciser ce potentiel en répertoriant l'ensemble des travaux qui ont été menés sur la relation entre création d'emplois et économie circulaire.

2.1. Approvisionnement durable

Il s'agit de développer la consommation responsable à l'échelle du territoire **qui** vise à assurer une exploitation plus durable des ressources naturelles. Un approvisionnement durable impose :

- D'exploiter les ressources renouvelables en tenant compte de leur capacité de renouvellement ;
- D'avoir recours le plus possible à des matières premières issues du recyclage

Une étude menée par la GWS (*Gesells chaftfür wirt schaftliche Struktur for chung*) montre que la réduction de consommation de ressources de 17 à 25%, permettrait de créer entre 1,4 et 2,8 millions d'emplois.

2.2. Eco-conception

C'est une approche qui prend en compte **tous les impacts** tout au long du cycle de vie du procédé ou du produit, depuis l'extraction des matières premières jusqu'aux déchets issus de la fabrication, ainsi que leur transport et leur utilisation. Elle vise à réduire les impacts environnementaux des produits dès leur conception et à

optimiser l'efficacité de l'utilisation de la matière dès la phase d'élaboration des produits

L'éco-conception s'inscrit dans le **développement des éco-activités, en amont** (énergies renouvelables et efficacité énergétique) et en **aval (déchets, effluents...)** d'où la création d'emploi. Il permet la réduction de la vulnérabilité induisant l'allègement des produits en matières premières qui a pour effet de limiter l'impact des hausses de prix des matières premières et de l'énergie. Le rapport édité par l'Agence de l'Environnement et de la Maîtrise de l'Energie (ADEME) cite des exemples sur les conséquences de la mise en place de l'éco-conception, le premier concernant l'activité d'emballage boisson en mettant en œuvre l'allègement du poids de la canette en acier (40g en 1973, 20g en 2010) ce qui a permis de créer 17500 Emplois (2010), le deuxième concernant l'ameublement de bureau par l'augmentation de la recyclabilité du produit en fin de vie, ce qui a permis de créer 13000 emplois.

2.3. Allongement de la durée de vie (réparation, réemploi et réutilisation)

La composante « *allongement de la durée de vie des produits* » telle qu'elle est décrite par l'Agence de l'Environnement et de la Maîtrise de l'Energie (ADEME) rassemble les activités de réemploi, de réutilisation et de réparation. Elle mobilise actuellement le plus d'emplois et pour laquelle le potentiel de création est le plus important.

Selon une étude de l'Agence de l'Environnement et de la Maîtrise de l'Energie (ADEME), 2012a. p. 5, Le réemploi et la réutilisation employait un total de 18 400 emplois équivalent temps plein (ETP) en 2012 et le secteur de la réparation représente en 2012 environ 150 000 emplois, dont 100 000 pour l'automobile, pour un total de 85 000 entreprises.

2.4. Économie de fonctionnalité

Misant sur la vente de l'usage plutôt que du produit, elle est également fortement génératrice d'emplois. Selon l'étude de l'Agence de l'Environnement et de la Maîtrise de l'Energie (ADEME), 2012b, les solutions développées par Michelin (vente du kilométrage plutôt que des pneumatiques dans des flottes de poids-lourds) qui inclut

un service de maintenance a entraîné la création de 800 nouveaux emplois. Cette mise en pratique de l'économie de fonctionnalité a donc non seulement permis à Michelin d'augmenter son activité économique, mais aussi de la découpler de la consommation des ressources naturelles. Ricoh (vente des impressions plutôt que des imprimantes) ont générées respectivement 700 et 400 emplois additionnels dans chacune de ces entreprises

2.5. Recyclage

Agence de l'Environnement et de la Maîtrise de l'Energie (ADEME) dans son rapport édité estime que le traitement de 10.000 tonnes de déchets se traduit par la création de 3 à 4 emplois équivalent temps plein (ETP) lorsqu'ils sont valorisés par incinération, compostage ou méthanisation, de 11 ETP lorsqu'ils sont triés, de 50 emplois équivalent temps plein (ETP) lorsque des produits usagés complexes sont démantelés, contre un seul emplois équivalent temps plein (ETP) lorsque 10.000 tonnes de déchets sont mises en décharge. Selon le rapport de la Commission Européenne, 2014, les mesures d'interdiction totale d'enfouir des déchets recyclables pour 2025 et la suppression des décharges pour 2030, permettraient de générer 180 000 emplois supplémentaires. En effet, le secteur de la gestion des déchets et du recyclage représente dans les 25 pays de l'Union européenne, entre 1,2 et 1,5 million d'emplois.

Selon le Ministère français de la Transition écologique et solidaire, le secteur de la gestion des déchets représente plus de 135 000 emplois. En effet, le secteur de la gestion des déchets et du recyclage représente dans les 25 pays de l'Union européenne, entre 1,2 et 1,5 million d'emplois.

2.6. Ecologie industrielle

Ecologie industrielle est un mode d'organisation industrielle mis en place collectivement par plusieurs opérateurs économiques à l'échelle d'une zone ou d'un territoire et qui permet la mutualisation et les échanges (équipements, déchets, matières premières, énergie, services...). Il permet également de limiter la consommation de ressources et tendre vers des circuits courts, d'impulser de nouvelles filières locales, de favoriser à rénover et à optimiser le fonctionnement de l'économie locale et d'optimisation des flux de matières

sur le territoire à créer des emplois «non délocalisables».

Selon les travaux réalisés par l'ADEME en 2011, le développement des projets d'écologie industrielle a permis d'assurer la création de 1 300 emplois

supplémentaires en 2020. Mise en œuvre opérationnelle de synergies concernant l'énergie, les déchets et les matières premières entre quatre industriels au niveau du Groupe 'Ecopal ' dans le bassin dunkerquois a permis de créer 5300 emplois.

Le tableau ci-dessous nous renseigne d'une manière générale sur le Potentiel de création d'emplois dans l'économie circulaire

Etude	Pilier	Potentiel d'emplois créé
CGEJET, CGEDD, 2013. L'industrie du recyclage en France : changer de dimension pour créer des emplois ?,94p.	Recyclage (court terme)	3000
ADEME, 2014b. Etude prospective sur la collecte et le tri des déchets d'emballages et de papier dans le service public de gestion des déchets, 30p.	Tri, collecte et recyclage des emballages (2030)	+ 10 000
ADEME, OFCE. 2013. L'évaluation macro-économique des visions énergétiques 2030 – 2050 de l'ADEME, 36p.	Transition énergétique (2030)	330 000
Quirion, 2013. L'effet net sur l'emploi de la transition énergétique en France : Une analyse input-output du scénario négaWatt (L'institut Négawatt est un organisme de recherche spécialisé sur les problématiques énergétiques. http://www.institut-negawatt.com/). Centre international de Recherches sur l'Environnement et le Développement durable, 41p.	Transition énergétique	632 000
ADEME, 2012. Economie circulaire : bénéfices socioéconomiques de l'éco-conception et de l'écologie industrielle, Stratégie &Etudes N°33, 9p.	Projet d'écologie industrielle(2020)	3 700
ONEMEV, 2014. <i>Le marché de l'emploi de l'économie verte</i> , CGDD - Etudes &documents – n°110, 88p.	Ecologie industrielle (Revalorisation de produits industriels)	4100
ADEME, 2012. Economie circulaire : bénéfices socioéconomiques de l'éco-conception et de l'écologie industrielle, Stratégie &Etudes N°33, 9p.	Eco-conception dans l'ameublement (2020)	3 500

3. Analyse qualitative des emplois créés

3.1. Qualification d'emploi

Il est à noter que les emplois créés dans le cadre de l'économie circulaire s'adressent à un large éventail de niveaux de qualification. Elle favorise, par exemple, l'adaptation structurelle du système actuel, et de la population active. Les travailleurs les plus qualifiés ont un rôle majeur à jouer dans l'innovation et la conceptualisation de nouvelles boucles de production.

Les emplois de moindre qualification sont nécessaires pour entretenir les boucles de matières (collecte sélective, réparation, désassemblage et réassemblage, etc.).

3.2. Répartition équitable sur les territoires

L'économie circulaire participe à un rééquilibrage des territoires. Les activités de réemploi, de réparation ou de gestion des déchets, qui sont de secteurs gourmands en

main d'œuvre, nécessitent une présence physique et une proximité aux consommateurs. Ces activités doivent donc être réparties équitablement sur tout le territoire. Cela génère la création d'emplois locaux et non délocalisables.

3.3. Pérennité des emplois créés

La nécessité d'une présence physique à proximité des consommateurs se traduit par l'impossibilité de délocaliser ces emplois, cela signifie que les emplois

créés dans le secteur du réemploi et de la réparation sont pérennes.

3.4. Réduction de la vulnérabilité

Recyclage, récupération, éco-conception, écologie industrielle réduit la dépendance aux approvisionnements en ressources naturelles et renforce leur assise économique et la capacité de résilience des entreprises face aux différents risques et fluctuations économiques

6. Conclusion

L'économie circulaire présente un fort potentiel de création d'emplois, en particulier dans les secteurs de l'allongement de la durée de vie des produits et de la gestion des déchets. La réalisation d'une étude prospective plus complète permettrait de préciser les enjeux socio-économiques de la transition vers l'économie circulaire en Algérie et d'activer les leviers favorisant une évolution positive du marché de l'emploi. Une identification insuffisante du potentiel socio-économique de cette transition pourrait nous faire passer à côté d'opportunités importantes.

Références

1. ADRIAN DEBOUTIERE et LAURENT GEORGEAULT, 2015. Quel potentiel d'emplois pour une économie circulaire, édition de l'institut de l'économie circulaire.
2. ADEME, 2012a. Réemploi, réparation et réutilisation, Données 2012, 20p.
3. ADEME, 2012b. Economie circulaire : bénéfices socioéconomiques de l'éco conception et de l'écologie industrielle, Ademe & Vous Stratégie & Etudes N°33, 9p.
4. ADEME, 2013. Economie circulaire : Notions, Fiche technique ADEME, 9p.
5. QUIRION, 2013. L'effet net sur l'emploi de la transition énergétique en France : Une analyse input-output du scénario **négaWatt** (L'institut Négawatt est un organisme de recherche spécialisé sur les problématiques énergétiques. <http://www.institut-negawatt.com/>).
6. Centre international de Recherches sur l'Environnement et le Développement durable, 41p.
7. Conseil Général de l'économie, de l'industrie, de l'énergie et des technologies, Conseil général de l'environnement et du développement durable, L'industrie du recyclage en France : changer de dimension pour créer des emplois ?, décembre 2013.
8. Cyril ADOUE, Rémi BEULQUE, Laetitia CARRÉ, Julie COUTEAU, Quelles stratégies d'entreprise pour une économie circulaire moteur de croissance ? Amorcer la

transition, construire le modèle de demain. Institut de l'économie circulaire, 2014.

9. DEBOUTIERE Adrian, GEORGAULT Laurent, *Quel potentiel d'emplois pour une économie circulaire ?*, Institut de l'économie circulaire, Étude bibliographique, 2015.
10. GROOTHUIS, Femke, *New era. New plan. Fiscal reforms for an inclusive, circular economy, Case study the Netherlands*, 2014.

Economie Circulaire : Fondements et mise en œuvre

*M.Z. MESSAOUD-BOUREGHDA

Laboratoire de Recherche en Technologie Alimentaire (LRTA), Université M'Hamed Bougara, Boumerdès
Département du Génie des Procédés, Faculté de Technologie, Université M'Hamed Bougara, Boumerdès, Algérie

*Corresponding author: mz.oureghda@univ-boumerdes.dz

RÉSUMÉ

Le monde caractérisé par de rapides changements environnementaux anthropiques. Les défis qui y sont associés situation claire, détaillée et intégrée de notre situation actuelle, ainsi que la capacité d'éviter, de réduire ou d'atténuer les problèmes qui se posent. De nombreux concepts, ainsi que leurs différents vocabulaires, ont été utilisés pour permettre cet enchevêtrement de disciplines. Les «sciences de l'environnement» et le «développement durable» sont deux des domaines les plus courants. Bien que tous ces concepts soient différents, ils partagent deux facteurs importants. Premièrement, ils ont tous pour objectif primordial de résoudre les problèmes environnementaux. Deuxièmement, leur étude repose dans une certaine mesure sur des recherches transdisciplinaires. L'idée de «l'économie circulaire» n'est pas nouvelle. Le concept est issu de la théorie et de la pensée du développement éco-industriel (EID). Il repose sur la philosophie «gagnant-gagnant», à savoir la santé et la santé environnementale, qui peuvent coexister.

Mots clés : Economie circulaire, environnement, développement durable, recherches transdisciplinaires, éco-industriel.

1. Introduction

Le «développement durable» a été largement reconnu en 1980 lorsque l'Union internationale pour la conservation

de la nature a publié la «Stratégie mondiale de la conservation». Conformément au développement durable, une nouvelle forme d'organisation industrielle reposant sur le principe de l'économie circulaire. qui se développe et occupe une place assez importante (Li Wenbo 2011) enfin il faut La mise en œuvre pratique de la CE impliquera et aura des implications sur-souligner que les dimensions environnementale, économique et sociale (Feng et Y, 2007) (Wang, L.2009) Ainsi, une évaluation systématique sur divers aspects devrait être abordée. Cette évaluation nécessite qu'en plus des indicateurs environnementaux et économiques, des indicateurs sociaux soient également établis (Panayotou, T. 1993) (Yong Geng,2012)

L'idée de «l'économie circulaire» n'est pas nouvelle. Le concept est issu de la théorie et de la pensée du développement éco-industriel (EID). Il repose sur la philosophie «gagnant-gagnant», à savoir la santé et la santé environnementale, qui peuvent coexister (Geng et Doberstein, 2008)(Park et al. 2010). Il s'est développé dans diverses «écoles de pensée» (Fondation Ellen MacArthur, 2012) liées, par exemple, à la durée de vie des produits et à la substitution des services aux produits (Stahel, 1997) et aux approches du berceau au berceau, où les déchets deviennent une ressource productrice de valeur (McDonough et al. 2003) et une écologie industrielle (Graedel et Al, 1995). Ce qui est nouveau, c'est que le concept gagne en popularité chez les praticiens du monde des affaires (Fondation Ellen MacArthur et McKinsey & Company, 2014), les défenseurs des politiques (Preston, 2012) et les enseignants (Webster et Al, 2010). En outre, le concept

est en cours d'adoption par les gouvernements d'Europe et de Chine (Bonciu (2014)(Geng et al ,2008)). et comment les gens travaillent ensemble vers des objectifs communs.

L'interdisciplinarité, la pluridisciplinarité et la pluridisciplinarité se produisent lorsque deux ou plusieurs disciplines scientifiques travaillent ensemble pour poursuivre un projet donné,. Chaque forme est différente, liée en grande partie au degré d'interactivité entre les disciplines (Zurcher, 1982). Cela nécessite une perspective qui dépasse les disciplines scientifiques individuelles et même le sujet de la recherche, afin de mieux en saisir la portée et les conséquences. En tant que telle, la transdisciplinarité ne reconnaît aucune limite au problème étudié et favorise une approche holistique (Cattani.1985) (Amos, 1987)

Notre objectif n'est pas d'essayer de différencier le degré de maillage entre les disciplines et de juger si une question spécifique devrait être qualifiée d'inter, de pluridisciplinaire ou de pluridisciplinaire. Ce qui nous préoccupe au contraire, c'est que le fait de relever les défis environnementaux actuels implique presque toujours un certain degré d'interaction entre les disciplines (Kajikawa et al. 2014). La difficulté de distinguer la forme de l'intermédiation n'enlève rien à la reconnaissance de l'importance d'intégrer les perspectives de différentes disciplines. Les enquêtes en cours montrent des tendances croissantes vers l'intégration d'une plus grande interdisciplinarité dans la recherche sur la durabilité (Schoolman et al. 2012). En outre, il est essentiel d'accepter que seuls les experts de différentes disciplines soient réellement en mesure de déterminer si leurs disciplines sont pertinentes pour une enquête spécifique.

Nous notons cependant que le défi de l'enchevêtrement de disciplines différentes s'accroît avec la mesure dans laquelle elles se différencient par leurs approches scientifiques (Gibbs, 2005), leur formation d'experts et les objectifs souhaités. On pourrait soutenir, par exemple, qu'un chimiste formé à la synthèse de produits chimiques organiques pourrait travailler, avec une relative facilité, de manière multi / inter / plurielle / disciplinaire avec un chimiste analytique pour lutter contre les polluants atmosphériques. Cependant, la distance d'approche et de réflexion augmente si nous devons associer notre chimiste à un ingénieur pour améliorer les performances d'une station de traitement des eaux usées. Il est certainement plus facile de combiner différentes

disciplines scientifiques fondamentales appartenant à la même famille (sciences physiques fondamentales (Chun-Wei , 2004) , par exemple si nous combinons la chimie, la physique et l'ingénierie) que quand elles ne le sont pas. Les défis transdisciplinaires les plus redoutables se posent lorsque les approches très différentes des sciences physiques et sociales doivent être combinées, par exemple pour étudier le plan de décontamination d'une zone urbaine contaminée. Dans cette situation, vous devez combiner votre expertise en matière de dépollution des sols, de spéciation chimique des contaminants, de devenir dans l'environnement, d'effets sur la santé humaine, d'impacts toxicologiques, de perspectives socioéconomiques, de planification urbaine (Bratleb et al. 2005), etc. Le large éventail de spécialistes requis ne partagera pas la même formation et le même point de vue pour traiter les mêmes problèmes, ni ne percevra ni ne définira le problème sous les mêmes angles, ni ne se concentrera sur les mêmes sous-ensembles de jalons et de solutions potentielles

L'un des problèmes spécifiques qui se pose lorsque des experts de différents domaines travaillent ensemble est qu'ils peuvent utiliser les mêmes mots et étiquettes pour leurs efforts, mais que leur signification est très différente (Loewenstein et al, 2012). Leurs discussions peuvent devenir un «dialogue de sourds», avec confusion, coordination médiocre et collaboration inefficace. Un vocabulaire commun - avec des significations partagées - est essentiel pour permettre un enchevêtrement efficace des disciplines. Un vocabulaire est un «système de mots et leurs significations communément utilisés par les « collectifs sociaux» (Mebratu, 1998). Les vocabulaires sont importants pour la cognition - c'est-à-dire comment un sujet est encadré - ainsi que pour la coordination - c'est-à-dire la manière dont les gens travaillent ensemble pour atteindre des objectifs communs.

L'économie circulaire en doit bénéficier par ailleurs d'une ligne de budget spécifique, comme en témoigne la répartition des crédits financiers en faveur du développement durable accordés par les banques (Aurez et al. 2013) (Banque mondiale, 2009). Largement médiatisée et connue du grand public, l'économie circulaire est pour l'instant perçue par la population comme une expérience pionnière très soutenue par les gouvernements (Aurez V.2014) (EUROSTAT, 2001).

2-Intérêts de l'économie circulaire et mise en place.

Réduire ses coûts, s'affranchir de la fluctuation des matières premières ou secondaires, diversifier ses sources

de revenus. L'économie circulaire permet aux entreprises de sortir du modèle linéaire « extraire-transformer-jeter » et de repenser les produits et les services pour réemployer la matière. Prévention, éco-conception, recyclage, réutilisation, économie de la fonctionnalité sont autant d'opportunités business pour les entreprises qui souhaitent s'orienter vers un modèle ouvert plus performant et plus résilient.

2.1. Les conditions de réussite d'un projet d'économie circulaire.

Comme toute évolution majeure, l'économie circulaire repose sur une prise de conscience globale : celle que notre mode de consommation est générateur de pollution, celle qu'une partie significative des matériaux aujourd'hui présents dans nos poubelles pourraient être réutilisés, celle que chacun a un rôle à jouer pour préserver notre planète et notre niveau de vie (Ademe, 2016). Les crises économiques successives de ces dernières décennies ont fait émerger des modèles de réemploi, abandonnés dans les années de croissance, qu'il s'agisse de don ou de revente. Mais l'économie circulaire va plus loin puisqu'elle prend en considération la fin de vie des produits, c'est-à-dire la réutilisation de ses composants pour refaire le même produit ou en créer un différent. Pour obtenir un tel résultat, il faut éco-concevoir les produits, c'est-à-dire prendre en considération leurs traitements en fin de vie dès les travaux réflexions amonts (Vincent A l 2016) (Christian A, 2016)

Un cadre légal et une volonté politique affichée d'une transition vers une économie sobre puis circulaire (La politique de promotion et d'attraction de l'investissement en Algérie (Ouguoune, 2014), en ressources, qui doivent faire face à des obstacles socio-économiques à leur mise en œuvre et une accessibilité très réduite aux marges d'incertitude des données statistiques (cas Algérie).

Dans ce contexte, comment s'opèrent les tentatives de développement d'indicateurs d'économie circulaire et quels résultats sont palpables ?

En premier lieu le développement de l'économie circulaire doit se baser, sur les expérimentations territoriales opérées et les orientations résolument orientées vers les symbioses industrielles et la ville qui se manifestent. Cet éclairage permet de mettre en

perspective les indicateurs retenus par rapport à une analyse plus approfondie de la situation.

Ensuite, se posera la question des indicateurs liés à l'économie circulaire qui ont été identifiés. S'inscrivant à la fois dans les trajectoires scientifiques internationales et leurs problématiques surmontées, ils constituent un complément aux indicateurs déjà existants dans des politiques publiques déjà mises en place (Vincent A.2016). Une étude profondément critique rationnelle doit être menée, pour qu'au final il faut faire un bilan de la perception que nous avons du développement de l'économie circulaire.

3. Mise en place d'une économie circulaire

L'économie circulaire repose sur 7 axes qui se combinent et génèrent des emplois (Ademe 2012). Nous allons les illustrer en prenant l'exemple des pneus. Le premier axe, l'éco-conception ou « Eco design », prend en compte, au stade de la conception, tous les impacts environnementaux sur l'ensemble du cycle de vie d'un procédé ou d'un produit. Par exemple, la hausse de la durée de vie tout en réduisant la masse du pneu. Le deuxième axe, l'écologie industrielle, est un mode d'organisation industrielle mis en place par plusieurs entreprises d'un même territoire et caractérisé par une gestion optimisée des ressources (eau, matière, énergie). Elle répond à une logique collective de mutualisation et d'échanges (déchets, matières premières, énergie, services...). Plusieurs types de déchets des usines peuvent ainsi, être valorisés comme combustibles alternatifs. L'économie de fonctionnalité constitue le troisième axe. Elle privilégie l'usage à la possession et tend à vendre des services liés aux produits plutôt que les produits eux-mêmes [Ellen Mac Arthur Foundation.2012]. Le réemploi, axe, permet de remettre dans le circuit économique les produits ne répondant plus aux besoins du premier consommateur. C'est ce qui correspond à la vente de produits d'occasion. L'axe de la réparation, Les biens en panne peuvent retrouver une deuxième vie par le biais de la réparation avec des pièces neuves ou d'occasions issues du processus de réutilisation. Et ce processus constitue notre dernier axe. Certains déchets peuvent être réparés ou démontés et les pièces en état de fonctionnement triées puis revendues, et prolonger la vie du produit. Enfin, le dernier axe est bien connu : il s'agit du recyclage. Il vise à réutiliser les matières premières issues des déchets soit en boucle fermée (pour

produire des produits similaires) soit en boucle ouverte (utilisation dans la production d'autres types de biens), comme les terrains de sport fabriqués à partir de pneus recyclés.

L'économie circulaire en doit bénéficier par ailleurs d'une ligne de budget spécifique, comme en témoigne la répartition des crédits financiers en faveur du développement durable accordés par les banques (Aurez *et al.* 2016) (Banque mondiale, 2009) Largement médiatisée et connue du grand public, l'économie circulaire est pour l'instant perçue par la population comme une expérience pionnière très soutenue par les gouvernements (Aurez V.2014) (Eurostat, 2001).

L'économie circulaire est basée sur un changement complet de paradigme économique, pour cela on propose sept (7) axes découlant de trois domaines de création de valeur qui offrent la possibilité d'opérer des choix différents par rapport au modèle linéaire en termes de conception de produits et d'utilisation des matériaux.

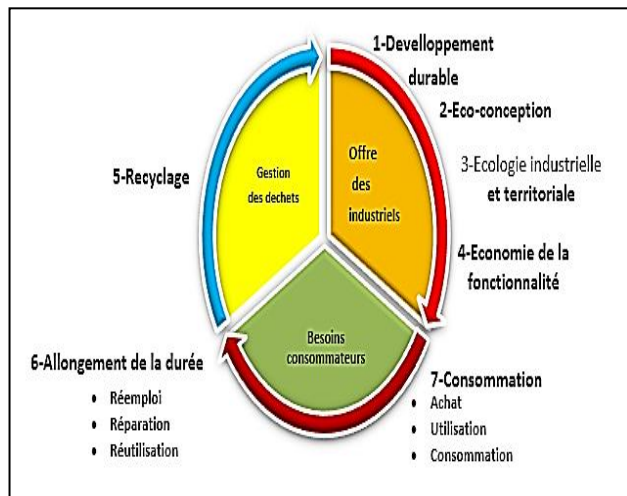


Figure . 1 Economie circulaire : trois domaines d'action, sept piliers

1-Chaque étape évite le recours à de nouvelles matières premières. En fin de cycle, le matériau retourne à la biosphère, ce qui suppose qu'elle a été pensée dans cette optique en amont, et exclut les traitements employant des substances toxiques.

Renforcer les échanges et la coopération sur l'économie circulaire : établir de nouveaux modes de coopération et de promotion des concepts à travers des plateformes d'échanges internationaux, créer un pôle régional comme le pôle « sino-nippo-coréen » afin de promouvoir l'économie verte.

2- Renforcer les technologies et services : accélérer le développement des technologies-clés, en particulier pour la revalorisation des déchets et la substitution des matières premières toxiques, accélérer l'utilisation des nouvelles technologies, perfectionner les services.

3-La compacité du cycle renvoie à la capacité à réduire l'utilisation de matériaux en comparaison avec un modèle linéaire. Plus la boucle est compacte, moins le produit a besoin de subir de transformations dans les phases de remise en état avant de revenir sur le marché, et donc, plus les économies en termes de matériaux et d'énergie sont importantes [Lévy, J C. 2014] Aussi, les impacts négatifs, tels que les émissions de gaz à effet de serre, la consommation d'eau ou la toxicité, sont réduits.

Renforcer l'encadrement de l'économie circulaire : le Conseil des affaires d'État va créer un mécanisme de coordination pour le développement de l'économie circulaire afin d'étudier les problématiques majeures, de définir les missions importantes, de contrôler et de surveiller régulièrement les avancées et les performances [Rouquet R.2016].

4-Perfectionner les politiques en matière d'économie circulaire (politiques sectorielles, investissement, mesures portant sur la tarification et les redevances, la fiscalité et les soutiens financiers)

Perfectionner les réglementations et les normes – par des textes d'application sur la loi relative au développement de l'économie circulaire, le règlement sur la limitation du suremballage des produits commerciaux, sur la gestion du fonds public dédié au développement de l'économie circulaire, sur le reconditionnement des pièces d'automobiles [Vincent Aurez. 2016] Renforcer les normes et l'évaluation

Renforcer la gestion et la surveillance : mettre en place la « responsabilité élargie du producteur » en tenant compte notamment des questions de recyclage, améliorer

5-La pureté des cycles, enfin, fait référence au potentiel de récupération et de recyclage dans le cadre de flux de matériaux non contaminés. Ceci permet d'accroître la longévité des produits et ainsi la productivité des matériaux. Ces quatre sources de création de valeur ne se limitent pas à une simple stratégie immédiate de réduction de la demande en ressources. Leur impact sur la fréquence d'injection de nouveaux matériaux dans le cycle de production peut avoir des effets à long terme (Potocnik, J. (2014).) le contrôle en lien avec l'implémentation des nouvelles lois.

6-Le potentiel de durée (allongement) du cycle se rapporte à la maximisation du nombre de cycles

consécutifs de réutilisation, de préfabrication ou de recyclage et/ou à la durée de chaque cycle (Ellen Foundation, Towards the Circular Economy, 2014) (Commission européenne, 2011) (Commission européenne, 2014) .

Le potentiel de l'utilisation en cascade est lié à la diversification des usages et à la maximisation des opportunités de création de valeur. On parle d'utilisation en cascade quand, un produit repart dans un circuit d'occasion avant d'être cédé à l'industrie pour un deuxième usage, puis utilisé comme matériau pour un troisième usage (cas du tissu en coton).

7-Établir un système de statistiques et d'évaluation : établir un système statistique et de publication de données, définir un système d'évaluation prenant en compte la productivité des ressources – c'est-à-dire le volume produit rapporté à la quantité de matière utilisée.

8-Renforcer la communication et la formation : sensibiliser le grand public à l'économie circulaire, réaliser des projets et améliorer la communication, promouvoir les retours d'expérience, créer des pôles d'enseignement dédiés à l'économie circulaire sur le plan national, inclure les théories et les notions de l'économie circulaire dans les programmes d'enseignement dans les cycles primaire, secondaire et supérieur.

6. Conclusion

L'économie circulaire n'est pas une option : c'est une opportunité dont nous devons nous saisir sans tarder, avant que la crise écologique ne devienne une urgence. Les enjeux d'une transition vers une économie circulaire sont aujourd'hui largement partagés au niveau européen : la Commission européenne, dans le cadre de sa feuille de route sur l'utilisation efficace des ressources, a ainsi inscrit dans ses axes de travail prioritaires le développement d'une économie circulaire. Elle fixe ainsi un cap à long

Un consensus relativement large autorise de réelles avancées sur cette voie. Aux craintes liées à un changement de modèle doivent répondre des engagements clairs et lisibles s'inscrivant dans le temps long et dans un cadre faisant l'objet d'évaluations régulières.

Enfin Seul un réel engagement politique volontariste permettra la transition vers une société préservant ses ressources et renforçant sa résilience à travers une remise en question de nos fondamentaux corrélée à un message

positif pour permettre une appropriation par chacun de l'économie circulaire.

Références

1. Li Wenbo Comprehensive evaluation research on circular economic performance of eco-industrial parks Energy, Procedia 5 (2011) © 2011 Published by Elsevier Ltd. ACEED2010 2011 1682–16881876–6102, doi:10.1016/j.egypro..03.287I
2. Wang,L, Bilitewski,B. Task Force Report on Circular Economy.http://www.harbour.sfu.ca/dlam/Taskforce/circular%20economy2005.htm(accessed December 2009
3. Panayotou, T. Empirical tests and policy analysis of environmental degradation at different stages of economic development, Working Paper WP238 Technology and Employment Programme, Geneva: International Labor Office; 1993
4. Yong GengJia FuJoseph SarkisBingXue Towards a national circular economy indicator system in China: an evaluation and critical analysis,Journal of Cleaner Production,Volume 23, Issue 1, March 2012, Pages 216-224
5. Y. Geng, B. DobersteinDeveloping the circular economy in China: challenges and opportunities for achieving “leapfrog development”Int. J. Sustain. Dev. World Ecol., 15 (2008), pp. 231-239
6. J. Park, J. Sarkis, Z.H. Wu,Creating integrated business and environmental value within the context of China’s circular economy and ecological modernization,Journal of Cleaner Production, 18 (2010)
7. Ellen MacArthur Foundation Towards the Circular Economy Vol. 1 – An Economic and Business Rationale for an Accelerated Transition,Ellen MacArthur Foundation: Isle of Wight, UK (2012)
8. Stahel W.R The service economy: ‘wealth without resource consumption’? Philos. Trans. Math. Phys. Eng. Sci., 355 (1997), pp. 1309-1319.
9. W. McDonough, M. Braungart, P.T. Anastas, J.B. Zimmerman Peer reviewed: applying the principles of green engineering to cradle-to-cradle design, environmental science & technology, 435 A , 2003
10. Ellen MacArthur Foundation and McKinsey & Company,Towards the Circular Economy: Accelerating the Scale-up Across Global Supply Chains, World Economic Forum, Geneva (2014),
11. K. Webster, C. JohnsonSense & Sensibility: Educating for a Circular Economy ,(2nd edition), Ellen MacArthur Foundation: Isle of Wight, UK (2010)
12. F. Bonciu,The European economy: from a linear to a circular economy Romanian J. Eur. Aff., 14 (2014), pp. 78-91.
13. M. Cattani, P. -A.Neri, B.Schneider et J.Stroumza, De l'éducation ouvrière et populaire à la formation professionnelle Textes du GREOP, Groupe de recherche sur l'éducation ouvrière et populaire,1985, 1 30 p.
14. J.Amos, S.Hanhan, W.Hutmacher, B.Schneider, J.Stroumza, L'apprentissage professionnel : problèmes et perspectives, , 1987, 152 p.
15. Y. Kajikawa, F. Tacao, K. YamaguchiSustainability science: the changing landscape of sustainability research,Sustain. Sci., 9 (2014), pp. 431-438

16. E. Schoolman, J. Guest, K. Bush, A. Bell, How interdisciplinary is sustainability research? Analyzing the structure of an emerging scientific field *Sustain. Sci.*, 7 (2012), pp. 67-80
17. Gibbs, D. Deutz, P. Implementing industrial ecology? Planning for Eco- industrial Parks in the USA. *Geography*, 2005, 36.
18. Chun-Wei R. Lin, Hong-Yi S. Chen. Fuzzy strategic alliance selection framework for supply chain partnering under limited resources. *Computers in Industry*, 2004, 55.
19. Helge Bratt eb, Ole Jo rgen Han seen . Productivity 2005 Research Plan P-2005 Industrial Ecology. Norway : Norwegian University of Science and Technology Industrial Ecology Programme, 2005.
20. J. Loewenstein, W. Ocasio, C. Jones Vocabularies and vocabulary structure: a new approach linking categories practices, and institutions, *Acad. Manag. Ann.*, 6 (2012), pp. 41-86
21. D. Mebratu Sustainability and sustainable development: historical and conceptual review , *Environ. Impact Assess. Rev.*, 18 (1998), pp. 493-520
22. Aurez V., J.-C. Lévy et X. Wang, 2013, Economie circulaire : cent villes chinoises pilotes pour l'économie circulaire, Institut de L'économie Circulaire.
23. EUROSTAT, 2001, Economy wide material flow accounts and balances with derived resource use indicators. A methodological guide, Luxembourg : Office for Official Publications of the European Communities
24. ADEME, intégration de l'économie circulaire dans la planification régionale et les démarches territoriales synergies, méthodes et recommandations etude realisee pour le compte de Auxilia contrat n°1580c0035.2016.
25. Christian Arnsperger et Dominique Bourg, « vers une économie authentiquement circulaire, réflexions sur les fondements d'un indicateur de circularité », *Revue de l'Ofce*, N°145, Issue1, pp.93-125, février 2016
26. Vincent Aurez et Laurent Georgeault, Les indicateurs de l'économie circulaire *Revue de l'OFCE*, 2016/1 (N° 145), pages 127 à 160.
27. Hind Ouguenoune, La politique de promotion et d'attraction de l'investissement en Algérie, 2014, HAL Id: tel-01172734 <https://tel.archives-ouvertes.fr>
28. Banque mondiale, 2009, developing a Circular Economy in China: Highlights and Recommendations, The World Bank, Washington D.C.
29. Vincent Aurez et Laurent Georgeault, Les indicateurs de l'économie circulaire en chine, *Revue de l'OFCE* 2016/1 (N° 145), pages 127 à 160.
30. Ademe et vous, Osons l'économie circulaire, numéro 59, octobre 2012, p.13.
31. Ellen MacArthur Foundation, Towards the Circular Economy, Economic and business rationale for an accelerated transition, janvier 2012.
32. Vincent Aurez et Laurent Georgeault, Les indicateurs de l'économie circulaire en chine, *Revue de l'OFCE* 2016/1 (N° 145), pages 127 à 160.
33. Banque mondiale, 2009, Developing a Circular Economy in China: Highlights and Recommendations, The World Bank, Washington D.C.
34. Lévy, J.-C., & Aurez, V. (2014). Les dynamiques de l'économie circulaire en Chine. *Annales des Mines - Responsabilité et environnement*, 76(4), 13-18. DOI 10.3917/re.076.0013.
35. Rouquet R. et D. Nicklaus, 2014, « Comparaison internationale des politiques publiques en matière d'économie circulaire », Commissariat général au développement durable, Études et documents, 101.
36. Potocnik, J. (2014). Economie circulaire : les enjeux économiques d'une transition écologique. *Annales des Mines - Responsabilité et environnement*, 76(4), 7-12. DOI 10.3917/re.076.0007
37. Ellen Foundation, Towards the Circular Economy 1: Economic and Business Rationale for an Accelerated Transition, janvier 2012, p. 7-8
38. Commission européenne, Modelling the economic and environmental impacts of change in raw material, 2014.
39. Commission européenne, Une Europe efficace dans l'utilisation des ressources, communication du consumption 26/01/2011.
40. Commission européenne, Vers une économie circulaire : programme zéro déchet pour l'Europe, 2 juillet 2014

Economie circulaire et COVID-19

* **H. BALOUL**

Laboratoire de Recherche en Technologie Alimentaire (LRTA), Université M'Hamed Bougara, Boumerdès
Département du Génie des Procédés, Faculté de Technologie, Université M'Hamed Bougara, Boumerdès, Algérie

*Corresponding author: h.baloul@gmail.com

RÉSUMÉ

Ce document définit l'économie circulaire, son intérêt ainsi que ses fondements (écologie industrielle, mutualisations, le métabolisme industriel, la dématérialisation, la décarbonisation de l'énergie). La pandémie Covid-19 a montré les effets de l'arrêt de l'industrie sur la pollution atmosphérique et sur la biodiversité, ce qui fait que le passage à l'économie circulaire est devenu une extrême urgence pour minimiser les impacts sur l'environnement et préserver la biodiversité pour les générations futures.

Mots clés : Economie circulaire, écologie industrielle, mutualisations, métabolisme industriel, dématérialisation, décarbonisation l'énergie, Pandémie Covid-19.

1. Introduction

La société actuelle est basée sur une **économie de type linéaire**, c'est-à-dire que nous consommons à outrance des ressources, que nous considérons comme illimitées, mais qui sont pour la plupart épuisables, sans les utiliser de manière rationnelle.

Nous gaspillons une grande partie de ces ressources en partie parce que nous n'optimisons pas leur utilisation (entendons par là les recycler, réutiliser, valoriser, etc.) Il résulte de cette forte consommation des quantités importantes de déchets, pour la plupart ultimes et de

nombreux impacts négatifs pour l'environnement (pollution, épuisement des ressources...).

Nous fonctionnons sur ce type d'économie parce que nous pensons que le bien-être de la société passe par la croissance économique, qui elle-même passe par des flux de matières de plus en plus nombreux et importants en volume.

Mais depuis plusieurs années on observe une prise de conscience des problèmes que ce type de fonctionnement engendre et tentons donc de trouver des solutions. L'écologie industrielle fait partie de ces solutions.

La pandémie COVID-19 a montré l'action néfaste de l'homme sur l'environnement avec une meilleure qualité de l'air et une amélioration de la biodiversité due à la diminution des activités humaines.

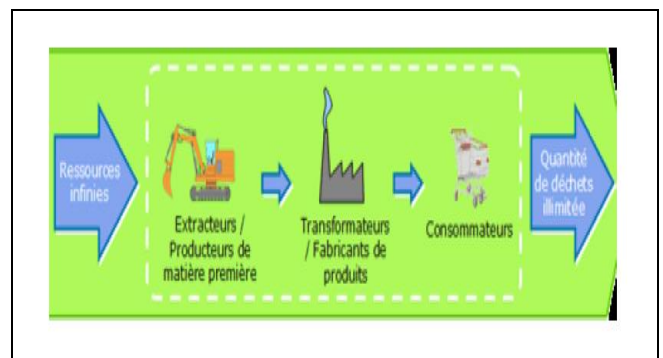


Figure 1. système linéaire: approche "bout du tuyau"= "end of pipe

2. L'écologie industrielle

L'écologie industrielle est considérée comme un **outil de mise en œuvre du développement durable**.

Cette discipline vise à passer d'un système industriel linéaire à un "écosystème industriel" intégrant la finitude des ressources et la nécessité de réduire l'impact des activités humaines sur l'environnement (aussi bien naturel que social).

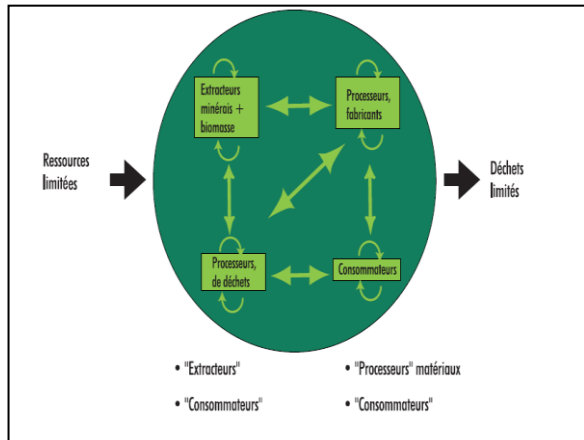


Figure .2 écosystème industriel: fonctionnement cyclique

Le terme d'écologie industrielle doit être précisé. Il faut bien comprendre que le terme "industrielle" englobe à la fois les industries, les entreprises, les exploitations agricoles, les activités commerciales et artisanales, les services, la collectivité, les transports, etc. en bref, l'activité humaine dans son ensemble. L'approche éco-industrielle se veut être une **approche systémique**, c'est-à-dire qui permet d'avoir une vision globale des activités et des relations (internes et externes) qu'elles ont entre elles. Ceci a pour but de se rendre compte de l'impact que peut avoir une action à l'échelle globale. En outre, le terme "écologie" est choisi parce que l'écologie industrielle est **basée sur le fonctionnement cyclique des écosystèmes naturels** comme le montre le schéma suivant (très simplifié) :

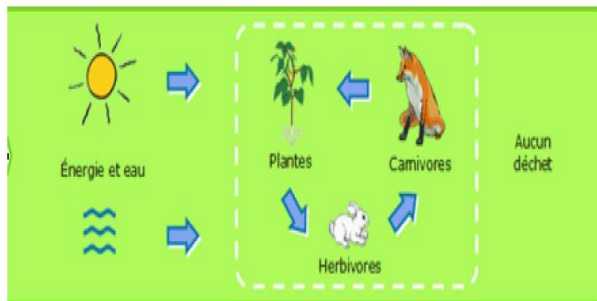


Figure.3. fonctionnement cyclique des écosystèmes naturels

Seule l'énergie solaire provient de l'extérieur de l'écosystème biologique. On remarque qu'à l'intérieur de cet écosystème on ne distingue pas les ressources des déchets car les déchets d'un organisme constituent une ressource pour un autre. On peut aussi voir que de nombreux échanges ont lieu, les organismes sont interconnectés entre eux et s'autorégulent.

Tout l'enjeu de l'écologie industrielle est de mener le système industriel vers un tel fonctionnement, ce qui suppose de mettre en relation ses acteurs pour aboutir à la création de synergies entre eux.

Les stratégies de mise en œuvre de l'écologie industrielle. Il existe quatre solutions principales pour passer d'un système économique de type linéaire à un écosystème industriel. Ces solutions sont appelées "stratégies d'éco-restructuration".

La première stratégie consiste à "**boucler les flux**" de matières et d'énergie au sein d'un système en créant des synergies entre acteurs.

Les **synergies** en écologie industrielle sont de 3 sortes :

- les mutualisations entrantes
- les mutualisations sortantes
- les substitutions

La figure suivante montre des exemples de synergies.

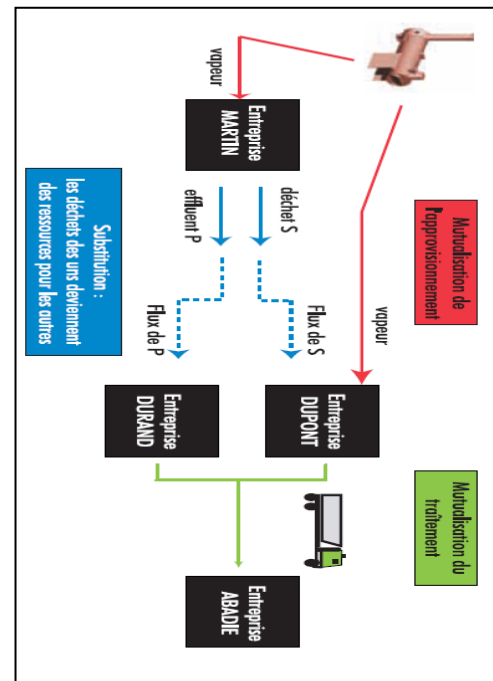


Figure.4. Exemples de synergies

Au-delà de cette stratégie de **bouclage des flux**, trois autres stratégies peuvent être mises en œuvre en écologie industrielle :

- **étanchéifier les flux**
- **décarboniser l'énergie**
- **dématérialiser les produits et services**
- **l'étanchéification** des flux résulte de fait que de nombreux produits sont utilisés de manière dissipative (engrais, solvant, peinture, matériaux d'emballage, produits chimiques, médicaments, papiers etc.)

L'objectif est donc de minimiser les "fuites" durant le cycle de vie des produits et des services.

Trois types de solutions peuvent être mises en place pour palier ce phénomène :

- **améliorer les matériaux utilisés** en choisissant par exemple des matériaux non corrosifs ou en renforçant la durée de vie du produit pour "ralentir le flux de matières";
- **recycler** ;
- **substituer** des substances dangereuses par des composés inoffensifs.

La **décarbonisation** de l'énergie consiste tout simplement à utiliser moins d'énergie fossile. Cette décarbonisation peut être absolue si l'économie est entièrement basée sur les énergies renouvelables et/ou le nucléaire ou alors elle peut être relative si on utilise des énergies contenant proportionnellement moins de carbone d'origine fossile.

Enfin la **dématérialisation** est le fait d'obtenir plus de biens et de services à partir d'une quantité de matières identique voire moindre à ce qui est utilisé aujourd'hui. Plus simplement il s'agit d'accroître la productivité des ressources. Deux approches existent dans ce cas :

- l'approche produit qui consiste à fabriquer des biens avec moins de matière au travers de la discipline nommée "éco-conception". Mais cette solution peut avoir des effets pervers, notamment si le matériau n'est plus assez résistant et diminue ainsi la durée de vie du produit. Ou encore lorsque cette réduction de la matière permet une réduction du prix des produits et donc une augmentation de la consommation. Enfin le contre-exemple le plus utilisé est celui de l'informatique, son utilisation et notamment celle d'Internet n'a pas contribué à la réduction de la consommation de papier, bien au contraire;
- l'approche service que l'on appelle "économie de fonctionnalité" a pour but de substituer la vente de service à la vente de produits. Ainsi, le "bien-être"

économique et social ne passerait pas par une augmentation des flux de matières mais des flux de services, ce qui limite l'utilisation de ressources et donc l'impact sur l'environnement.

Sans rentrer dans les détails, on peut citer l'exemple connu de Xerox qui a mis en place un système de location de ses photocopieurs, réalisant ainsi une importante économie de matière et de nombreux autres avantages

Un outil pour étudier le système : le métabolisme industriel

Le métabolisme industriel est un outil de diagnostic d'un système, qui permet d'identifier les problèmes du système et de prioriser les actions.

Le métabolisme industriel consiste à comptabiliser les flux entrants et sortants (matières, énergie, eau, etc.) d'un système délimité.

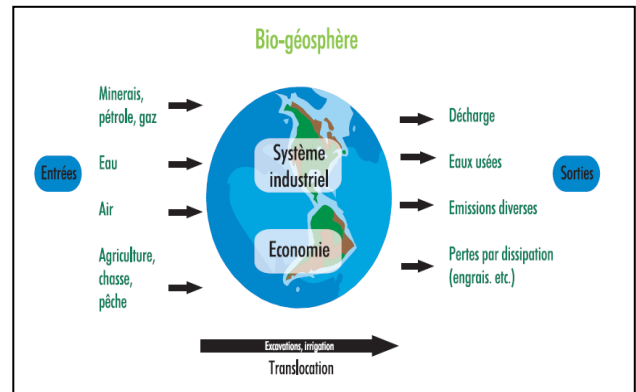


Figure . 5. Métabolisme industriel

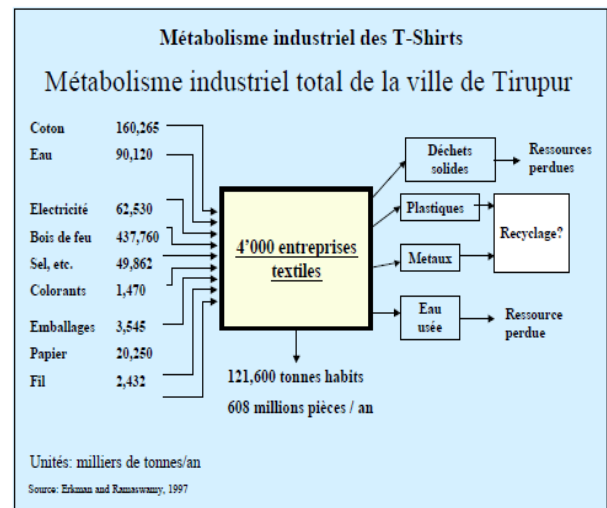


Figure . 6. Métabolisme industriel des T-Shirts

3. L'économie circulaire et le COVID-19

3.1 Introduction

La crise actuelle s'est traduite par une diminution des émissions et une amélioration de la qualité de l'air, conséquence dont l'ironie n'aura échappé à personne, la déforestation, la pollution et la perte de biodiversité étant autant de facteurs qui contribuent à la propagation du virus. Face à la crise provoquée par la COVID-19, les États doivent éviter de prendre des mesures et des décisions d'investissement qui aggraveraient les problèmes déjà existants comme la pollution atmosphérique et la crise climatique. Selon le dernier rapport de l'initiative New Climate Economy⁴, l'investissement nécessaire à une action résolue dans le domaine des retombées économiques nettes d'un montant de 26 000 milliards de dollars, y compris la création de plus de 65 millions de nouveaux emplois.

Bien que ces chiffres puissent varier en fonction des retombées de la pandémie, il s'agit là d'une opportunité à saisir pour favoriser la reprise. Cette année reste cruciale pour progresser sur le front climatique et pour mettre un terme à l'appauvrissement de la biodiversité.

Enfin, l'essentiel des réactions à la crise témoignent d'un esprit d'humanité et de solidarité et d'un souci de l'intérêt général qui avaient vacillé au début du XXI^e siècle – aussi bien à l'échelle du monde qu'au sein des communautés et des pays si divers qui le composent.

Il faudra poursuivre dans cette voie après la crise pour que cet esprit devienne caractéristique de notre époque. Non parce qu'il s'agit d'une attitude préférable à l'unilatéralisme ou à l'isolationnisme, mais parce qu'il n'existe pas d'autre moyen de vivre ensemble en sécurité, en liberté, en bonne santé, dans la prospérité et en harmonie avec la planète.

La figure suivante montre les principaux impacts de la pandémie sur les objectifs du développement durable.

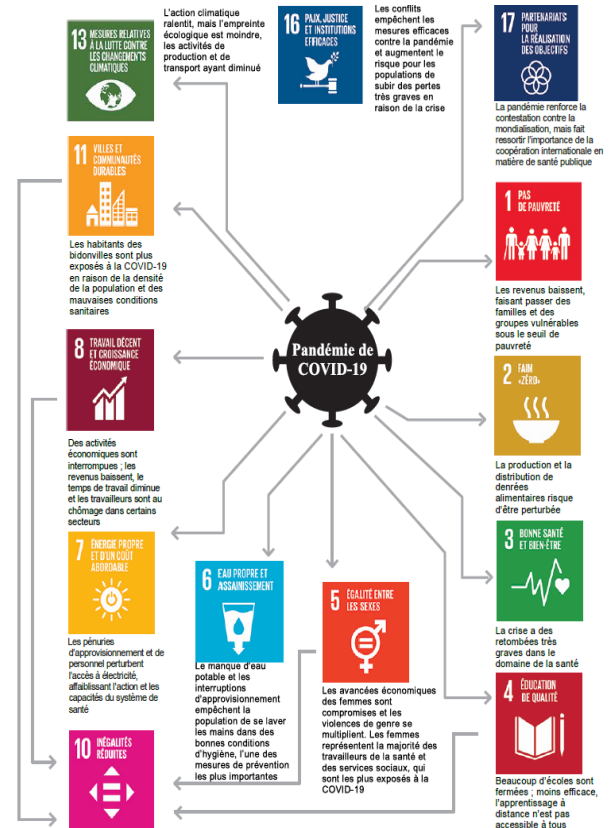


Figure.7. Impact de la pandémie sur les objectifs du développement durable, source DESA⁺

3.2 Exemples de stratégies prises par des entreprises et des organismes par rapport à l'économie circulaire

3.2.1 L'entreprise SUEZ

Développement de l'économie circulaire, émergence de nouveaux modèles, accroissement de la réglementation, préservation de la biodiversité, prise de conscience grandissante des citoyens face à la crise climatique, la crise sanitaire et la dégradation de l'environnement... les enjeux s'accroissent partout dans le monde.

Ce sentiment d'urgence s'exprime dans les sondages d'opinion, qui témoignent de l'importance capitale désormais conférée aux problématiques environnementales par l'ensemble des parties prenantes. Ainsi, interrogés quelques jours avant la COP25, près d'un Européen sur deux (47 %) classait le changement climatique comme le premier défi qui le concerne directement et auquel il faut faire face.

3.2.2 Le Conseil économique, social et environnemental de la France (CESE)

Le CESE estime que ces deux opérations devront reposer sur les principes qui guident tous ses travaux: la protection des droits de l'homme et des droits sociaux, des valeurs démocratiques et de l'état de droit, l'exploitation de tout le potentiel du marché unique, la réalisation des objectifs de développement durable, la création d'une économie circulaire et la réalisation de la neutralité climatique au sein de l'UE d'ici à 2050 au plus tard, ainsi que la mise en œuvre intégrale du socle européen des droits sociaux. Nous devons également garantir à la fois la bonne gouvernance et la responsabilité démocratique.

Il convient de tirer pleinement parti des nouveaux modèles d'entreprise plus durables qui naissent actuellement (liés à l'économie circulaire, l'économie du partage, l'économie sociale, etc.). Ils sont également caractéristiques du modèle sociétal de l'UE et permettent une double création de valeur, à savoir une valeur économique et une valeur sociale, tout en étant des instruments destinés à mettre en œuvre le pacte vert pour l'Europe et les objectifs de développement durable des Nations unies. Ces modèles d'entreprise offrent l'occasion d'aider l'économie à se redresser et à répondre en même temps aux questions de société. Dans ce contexte, le plan d'action de l'UE en faveur de l'économie circulaire jouera un rôle crucial, de même que le plan d'action de l'UE qui a été annoncé pour l'économie sociale (prévu pour le printemps 2021).

3.2.3 Le Résilience Management Group (Belgique)

Ce groupe est composé d'académiques, économistes et d'entrepreneurs de la transition qui concilient la réflexion et les expériences du terrain. A l'heure des scénarios de sortie de crises, il propose un plan de transition pour la Belgique.

Les différentes mesures de soutien aux entreprises sont une occasion d'accélérer l'évolution vers une économie régénérative. A cette fin, ces aides devraient répondre à un certain nombre de conditions:

- l'arrêt de tous les subsides aux énergies fossiles, redirigés vers les énergies durables
- pour éviter d'encourager à nouveau la spéculation, tous les milliards dégagés pour la relance doivent bénéficier à l'économie réelle et aller en totalité vers la création et la préservation d'emplois doublement durables (faiblement

délocalisables car contribuant à l'économie circulaire et à l'économie de la fonctionnalité, et respectueux des limites de la planète) à travers la Banque européenne d'investissement.

- un impôt européen sur les bénéficiaires des grandes entreprises (selon un taux variable, ajusté à leur empreinte carbone)

4. Conclusion

Si nous prenons les bonnes décisions, la pandémie COVID-19 pourrait être l'occasion d'une transformation de la société qui nous conduirait à protéger les générations d'aujourd'hui et de demain. C'est la plus grande épreuve que nous ayons eu à affronter depuis la création de l'ONU. Elle exige de tous les acteurs – États, universités, entreprises, organisations d'employeurs et de travailleurs, organisations de la société civile, communautés et individus – qu'ils trouvent des moyens nouveaux, créatifs et judicieux d'agir ensemble dans l'intérêt commun, en s'appuyant sur les valeurs fondamentales des Nations Unies que nous défendons pour le bien de l'humanité.

Références

1. Qu'est-ce que l'écologie et industrielle – document du Pays Centre Ouest Bretagne
2. ISO- Organisation internationale de normalisation.
3. Responsabilité partagée et solidarité mondiale : Gérer les retombées socioéconomiques de la COVID-19 : Nations Unis- Mars 2020
4. Façonner un environnement durable, dès maintenant ! Rapport intégré 2020 suéz.
5. Synthèse de la résolution : proposition du CESE pour la reconstruction et la relance après la crise de la COVID-19: Le Conseil Economique, Social et Environnemental (CESE). EESC-2020-02549-00-00-ANN-TRA (EN)
6. «Sortir de la crise du covid-19 et en tirer les leçons pour éviter de contribuer à de nouvelles crises systémiques» Le Résilience Management Group 25/04/2020

Economie circulaire et les ressources intégrées

* **R. FARES**

Université Ahmed ZABANA Relizane–Algérie

*Corresponding author: sdjoumad@yahoo.com

RÉSUMÉ

Une économie circulaire offre des solutions au défi mondial de la durabilité grâce à la transition de l'économie linéaire de prise-utilisation-élimination à une meilleure organisation des ressources. Cependant, la réalisation d'une économie circulaire a couru en diverses contraintes biophysiques. La mise en œuvre de l'économie circulaire est façonnée par le diagramme papillon de la Fondation Ellen MacArthur qui décrit les flux " biologiques " et " techniques " comme des cycles séparés, interprétés par la suite comme des matières organiques circulant dans des systèmes en boucle ouverte via l'environnement et des matériaux inorganiques circulant dans des systèmes en boucle fermée au sein de la société. À l'inverse, à notre avis, les flux de ressources contiennent souvent des combinaisons étroitement liées de matériaux organiques et inorganiques, soit en raison de leur composition naturelle, soit en raison de leur conception technique. Sur la base de cette observation, un nouveau diagramme est proposé qui élargit la portée de l'économie circulaire pour couvrir les secteurs extractifs et le retour des matériaux de l'utilisation anthropique vers les réserves naturelles, remodelant ainsi l'espace conceptuel

dans lequel des solutions telles que l'efficacité zéro déchet-résidu des technologies, des modèles commerciaux et des politiques peuvent être développés pour une gestion optimale des ressources intégrées dans une perspective globale. Le diagramme offre une perspective réaliste des limites biophysiques de la circularité et s'efforce d'inspirer des discussions qui

soutiennent la transition vers une économie circulaire durable.

Mots clés : Gestion des déchets, Technologie de récupération des ressources, Modèles commerciaux circulaires.

1. Économie circulaire

Entre 1970 et 2010, l'utilisation mondiale des ressources est passée de 23,7 à 70,1 milliards de tonnes, due à la croissance démographique et économique et l'évolution des modes de consommation ou cette tendance à accélérer l'exploitation des ressources naturelles et la production de déchets se poursuit. (UNEP, 2016, IRP, 2019)

L'utilisation actuelle des ressources mondiales, l'élimination des déchets et les émissions ont entraîné des niveaux critiques de changement climatique et de dégradation de l'environnement. Par exemple, les industries extractives sont responsables de la moitié des émissions mondiales de carbone, l'extraction et le traitement des ressources ont entraîné une perte de 90% de la biodiversité et du stress hydrique avec des niveaux d'impact plus dangereux sur le climat et les systèmes de soutien de la vie naturelle qu'on ne le pensait (Rockström et al., 2009). Le déclin de l'environnement induit par une gestion non durable des ressources a un impact négatif sur les droits humains fondamentaux tels que les droits à la vie, à la nourriture, à l'eau, à l'autodétermination et à un environnement sûr, sain et écologiquement équilibré tout en mettant en danger la stabilité des économies (Raworth, 2017).

L'économie circulaire a été proposée comme solution pour minimiser l'apport de matières premières et la production de déchets, elle est toujours un domaine émergent et bien que le potentiel d'une plus grande circularité des ressources pour contribuer au développement durable ait été largement reconnu, les relations entre les concepts de durabilité et d'économie circulaire, la mise en œuvre pratique et les preuves quantitatives des effets bénéfiques de la circulaire les pratiques économiques sur le triple résultat dans les domaines économique, environnemental et en particulier social sont sous-explorées (Millar et al., 2019). La mise en œuvre d'une économie circulaire rencontre les limites biophysiques de la circularité telles que les besoins énergétiques élevés de récupération des ressources et les pertes de qualité des ressources, la demande continue d'extraction de ressources vierges et de ressources contenant des éléments organiques et inorganiques par nature ou par conception.

2. Flux biologiques et techniques

Les vues actuelles sur l'économie circulaire sont façonnées par le diagramme papillon de la Fondation Ellen MacArthur, qui sépare les flux de matériaux «biologiques» et «techniques» (EMF, 2017). Les matériaux «techniques» sont des matériaux finis, utilisés dans un système en boucle fermée par le partage, la maintenance, la réutilisation, la remise à neuf et le recyclage des produits. Inversement, les matériaux biologiques sont renouvelables et organisés en un système de ressources en boucle ouverte se déroulant en cascade à travers les étapes d'extraction, de production de matériaux bio sources, de récupération d'énergie et de retour des nutriments dans la biosphère pour nourrir le prochain cycle de produits primaires (Carrez et van Leeuwen, 2016). Ce diagramme a saisi l'imagination des hommes d'affaires et des milieux politiques, contribuant ainsi à mettre fermement l'économie circulaire à l'ordre du jour. Par exemple, la fabrication de véhicules électriques et d'éoliennes nécessite un changement radical dans l'approvisionnement en métaux des terres rares tels que le néodyme (Fishman et Graedel, 2019). Si l'on met de côté ces prévisions d'accélération de l'exploitation des ressources naturelles même dans une économie circulaire, les secteurs extractifs et la première transformation des matériaux sont largement exclus du diagramme papillon (Velenturf et al., 2019). Ces secteurs sont les plus grands producteurs de déchets et consommateurs d'énergie dans le système de production-consommation (Haas et al.,

2015) et la pensée de l'économie circulaire pourraient offrir des avantages significatifs ici pour minimiser les externalités environnementales et sociales souvent négligées. L'exploitation des terres rares, par exemple, a des impacts environnementaux et sociaux mal quantifiés (McLellan et al., 2014). Enfin, les matériaux ont tendance à être hétérogènes lorsqu'ils sont extraits de l'environnement et / ou transformés au cours de la production, de la consommation et de l'élimination, c'est-à-dire que les matériaux et les produits sont généralement constitués de plus d'un type de ressource; cet article approfondira cette observation.

3. Les éléments organiques et inorganiques sont intégrés dans les ressources

De grandes proportions de flux de matières contiennent des composites et des mélanges d'éléments organiques (tels que les produits agricoles) et inorganiques (tels que les métaux)¹ qui sont techniquement difficiles et coûteux à séparer. Les composites et les mélanges se trouvent naturellement dans l'environnement, par exemple sous la forme de la plupart des roches sédimentaires (conglomérats et agrégats), des minerais et minéraux métalliques, des sols et des organismes vivants. Les matériaux peuvent également être conçus, consciemment ou inconsciemment, pour s'intégrer lors de l'extraction, de la production, de la consommation et de l'élimination. Les exemples sont le drainage minier acide / métallique, les déchets de métaux précieux (par exemple la poussière de route et les revêtements de four), les scories d'acier, les composants de voiture, la peinture, les eaux usées et les résidus de bioénergie (par exemple les cendres et le digestif).

4. Nouvelle perspective sur l'économie circulaire

Poursuivre la réflexion sur la visualisation des types d'économie circulaire initiée par d'autres tels que EMF (2017) et Carus et Dammer (2018), un nouveau schéma pour une économie circulaire est proposé basé sur des matériaux intégrés (constitués de matériaux mixtes organiques et inorganiques) circulant à travers l'environnement biophysique et le système de production-consommation, revisitant ainsi la relation avec l'environnement et les limites théoriques d'une économie circulaire. Notez les aspects suivants de la nouvelle perspective (Figure 1):

- Le système de production-consommation créé et contrôlé par l'homme est intégré dans un environnement

biophysique plus large qui, bien que non contrôlé par l'activité humaine, peut en être influencé. Les systèmes de production-consommation et les environnements biophysiques forment des conditions spécifiques au contexte qui peuvent varier entre les différentes parties du monde et les actions visant à mettre en œuvre l'économie circulaire peuvent devoir être adaptées aux conditions locales mais optimisé du point de vue de l'ensemble du système (Millward- Hopkins et al., 2018).

- Les gens prennent des matériaux naturels (flèches épaisses sur la Figure 1) dans les réserves de l'environnement non contrôlé et les transforment en matériaux industriels (flèches étroites), qui sont utilisées dans le système de production-consommation (Iacovidou et al., 2018).

- Idéalement, les systèmes de production-consommation devraient être conçus en tenant compte d'une économie circulaire durable, priorisant ainsi l'étape cruciale de conception des produits. On peut dire que c'est la conception qui détermine 80% des impacts environnementaux et des avantages des produits sur l'ensemble de leur cycle de vie. C'est à ce stade que les déchets évitables peuvent être conçus hors de l'économie. La conception est [1] sur la Figure 1 , suivie par la promotion de la consommation partagée [2], la réutilisation et la réparation [3], la remise à neuf [4] et le recyclage [5]. Cela augmentera la productivité des ressources par unité fonctionnelle et pourrait soutenir la génération d'impacts environnementaux et sociaux positifs nets grâce à l'utilisation des ressources.

- Produits et / ou matériaux qui ne peuvent pas être recyclés en fin d'utilisation dans le système de production-consommation, par exemple en raison d'un manque d'infrastructures de gestion des déchets appropriées (Purnell , 2017), devrait être repensé pour éliminer tous les déchets évitables; pour le temps que ces matériaux et produits persistent, la récupération ou le stockage d'énergie dans un environnement contrôlé doivent être envisagés(Walport et Boyd, 2017).

- Les produits et les matériaux qui sont déjà, et dans le futur, devront peut-être être stockés dans un environnement contrôlé peuvent être soumis à des solutions de récupération des ressources conçues pour imiter et accélérer les processus trouvés dans les systèmes naturels pour récupérer les matériaux et ne laisser aucun autre matériau que ceux qui peuvent être utilisés par l'industrie et / ou retournés en toute sécurité dans l'environnement biophysique non contrôlé.

- Les fuites incontrôlées de matériaux industriels dans l'environnement sous forme de pollution doivent être gérées de manière globale et arrêtées si possible. La conception de fuites nocives pour l'environnement hors du système est difficile et coûteuse mais techniquement réalisable dans les nouvelles infrastructures de construction, en particulier lorsqu'elle est combinée à une meilleure conception du système de production-consommation et des matériaux, produits et processus qui s'y trouvent.

- Les matériaux industriels qui ne sont plus nécessaires à la production doivent être retournés en toute sécurité dans l'environnement biophysique qui n'est pas directement contrôlé par l'activité humaine (zone grise sur la figure 1), en remettant les matériaux aux processus géologiques, chimiques et biologiques naturels et en les réintégrant dans le capital naturel des réserves pouvant nourrir les futurs cycles de production-consommation.

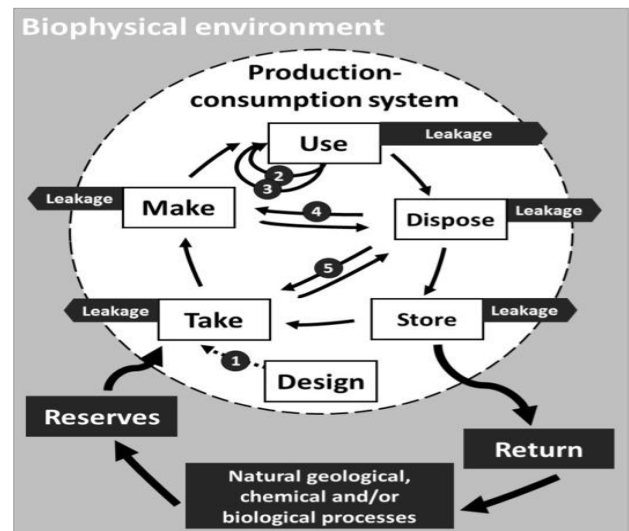


Figure 1 :Diagramme intégré des flux de ressources pour l'économie circulaire (légende: les flèches épaisses sont des matériaux naturels, les flèches minces sont des matériaux industriels, la flèche en pointillé est immatérielle; [1] la prévention en concevant tous les déchets évitables, [2] la consommation partagée, [3] réutilisation et réparation, [4] reconditionnement, [5] recyclage)

Les nouveaux systèmes de récupération des ressources doivent être accompagnés de modèles commerciaux innovants qui permettent la création, la fourniture et la capture de valeurs à partir de chaînes d'approvisionnement circulaires. Les modèles commerciaux circulaires (CBM) sont un domaine en

développement rapide avec plusieurs lacunes dans la recherche, y compris les CBM pour les entreprises actives dans les secteurs primaires et les premiers stades du (re) traitement des matériaux, et les outils et approches pour l'inclusion croissante des valeurs multidimensionnelles dans l'environnement, domaines sociaux, techniques et économiques en modèles économiques (Agrimax, 2017). Un problème récurrent dans la mise à l'échelle des nouvelles technologies de récupération des ressources est la viabilité commerciale (Gomes et al., 2019). Cela est souvent dû au fait que l'évaluation du potentiel de commercialisation dépend de la vente d'un ou de quelques-uns des matériaux récupérés (par exemple un métal), plutôt que de considérer la gamme complète des matériaux récupérés (par exemple, y compris les agrégats / sols nettoyés) ainsi que les valeurs sociales et environnementales créées (par exemple, la réduction de la pollution, la capture du carbone et la valeur d'agrément des terres assainies).

La mise en œuvre d'une économie circulaire entraîne des changements dans divers domaines de l'administration, tels que l'environnement, la stratégie industrielle, la croissance économique, les infrastructures, les collectivités, le commerce international et la défense (BEIS, 2017). Un défi majeur dans la réalisation des pratiques circulaires est la coordination et l'intégration des politiques limitées entre les ministères et leurs politiques et réglementations (Velenturf et al., 2018).

5. Conclusion

Le diagramme proposé (Fig. 1) élargit la portée de l'économie circulaire et remodèle l'espace conceptuel dans lequel des solutions peuvent être développées pour la gestion optimale des ressources intégrées dans une perspective globale. L'économie circulaire s'est imposée comme un sujet académique et a généré une vague d'action optimiste au sein du gouvernement, de l'industrie et de la société. On craint toutefois que les résultats de ces actions n'apportent pas les gains économiques, sociaux et environnementaux escomptés. Pour maintenir l'élan positif, dans un avenir immédiat, il est important de s'engager de manière critique avec la capacité des approches de l'économie circulaire à contribuer au développement durable à partir d'une position d'idéalisme pratique où la théorie et la mise en œuvre se rencontrent. La perspective présentée ici offre une perspective réaliste des limites biophysiques de la circularité et s'efforce d'inspirer des discussions qui soutiennent la transition vers une économie circulaire durable.

Références

1. Agrimax, Agrimax Set up of the cooperative processing business model: proceedings on the stakeholder workshop on agri-food processing waste sustainable supply chains http://agrimax-project.eu/files/2017/05/AgriMAX-Stakeholder-Workshop-Proceedings_final.pdf (2017)
2. BEIS (Department for Business, Energy and Industrial Strategy) Industrial Decarbonisation and Energy Efficiency Action Plans <https://www.gov.uk/government/publications/industrial-decarbonisation-and-energy-efficiency-action-plans> (2017)
3. Carus and Dammer, M. Carus, L. Dammer The "circular bioeconomy" – concepts, opportunities and limitations. Nova paper #9 on bio-based economy 2018-01 <http://bio-based.eu/nova-papers/> (2018)
4. EMF (Ellen MacArthur Foundation), 2017 EMF (Ellen MacArthur Foundation) <https://www.ellenmacarthurfoundation.org/circular-economy/infographic> (2017)
5. Fishman and Graedel, T. Fishman, T.E. Graedel Impact of the establishment of US offshore wind power on neodymium flows *Nat. Sustain.*, 2 (2019), pp. 332-338 <https://www.nature.com/articles/s41893-019-0252-z>
6. Gomes et al., H.I. Gomes, A. Jones, M. Rogerson, I.T. Burke, W.M. Mayes Vanadium removal and recovery from bauxite residue leachates by ion exchange *Environ. Sci. Pollut. Res.*, 23 (22) (2016), pp. 23034-23042 <https://link.springer.com/article/10.1007/s11356-016-7514-3>
7. Haas, W. Haas From throwaway society to circular economy: solution or comforting illusion? *Europe Now*, <https://www.europenowjournal.org/2019/05/06/from-throwaway-society-to-circular-economy-solution-or-comforting-illusion/> (2019)
8. Iacovidou et al., 2018 E. Iacovidou, A.P.M. Velenturf, P. Purnell Quality of resources: a typology for supporting transitions towards resource efficiency using the single-use plastic bottle as an example *Sci. Total Environ.*, 647 (2018), pp. 441-448 <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0048969718328389>
9. of the International Resource Panel, United Nations Environment Programme, Nairobi, Kenya (2019)
11. McLellan et al., B.C. McLellan, G.D. Corder, A. Golev, S.H. Ali Sustainability of the rare earths industry *Procedia Environ.Sci.*, 20 (2014), pp. 280-287 <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S187802961400036X>
12. Millar et al., N. Millar, E. McLaughlin, T. Boerger The circular economy: swings and roundabouts? *Ecol. Econ.*, 158 (2019), pp. 11-19, 10.1016/j.ecolecon.2018.12.012
13. Millward-Hopkins et al., J. Millward-Hopkins, O. Zwirner, P. Purnell, C.A. Velis, E. Iacovidou, A. Brown Resource recovery and low carbon transitions: the hidden impacts of substituting cement with imported 'waste' materials from coal and steel production (2018).
14. *Glob. Environ. Chang.*, 53 (2018), pp. 146-156, 10.1016/j.gloenvcha.2018.09.003
15. Purnell, P. Purnell On a voyage of recovery: a review of the UK's resource recovery from waste infrastructure *Sustain.*

16. Raworth, K. *Raworth Doughnut Economics: Seven Ways to Think Like a 21st-century Economist* Random House Business Books, London (2017)
17. Rockström et al., J. Rockström, W. Steffen, K. Noone, Å. Persson, F.S.I. Chapin, E. Lambin, T. Lenton, M. Scheffer, C. Folke, H.J. Schellnhuber, et al. Planetary boundaries: exploring the safe operating space for humanity *Ecol. Soc.*, 14 (2) (2009), p. 32 <http://archives.pdx.edu/ds/psu/8946>
18. United Nations Environment Programme (UNEP) *Global material flows and resource productivity: assessment report for the UNEP international resource panel* http://unep.org/documents/irp/1600169_LW_GlobalMaterialFlowsUNEReport_FINAL_160701.pdf (2016).
19. Velenturf et al., A.P.M. Velenturf, P. Purnell, L.E. Macaskie, W.M. Mayes, D. Sapsford 1. A new perspective on a global circular economy L. Macaskie, D. Sapsford, W. Mayes (Eds.), *Resource Recovery From Waste: Towards a Global Circular Economy*, Royal Society of Chemistry (2019)
20. Walport and Boyd, M. Walport, I. Boyd *Report of the Government Chief Scientific Adviser 2016, From Waste to Resource Productivity* The Government Office for Science, London(2017) https://assets.publishing.service.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/667476/from-waste-to-resource-productivity-final-report.pdf
- 21.

Evaluation des impacts environnementaux de l'industrie des détergents par la démarche ACV

* M. BELKHIR

Laboratoire de Recherche en Technologie Alimentaire (LRTA), Université M'Hamed Bougara, Boumerdès
Département du Génie des Procédés, Faculté de Technologie, Université M'Hamed Bougara, Boumerdès, Algérie

*Corresponding author: belkhirmeriem4@gmail.com

RÉSUMÉ

L'Analyse de Cycle de Vie permet d'identifier les principales sources d'impacts environnementaux et d'éviter en outre le transfert des pollutions d'une phase du cycle de vie à une autre. Il est donc indispensable de couvrir l'ensemble du cycle de vie afin que l'amélioration du rendu global ne se répercute pas à une autre échelle. Par rapport à d'autres méthodes, elle présente l'avantage d'engendrer une forte interaction entre performance environnementale et fonctionnalité, puisque les émissions polluantes et l'utilisation de matière première sont rapportées à la fonction du produit ou au système étudié. Pour évaluer l'impact environnemental d'un produit, son cycle de vie peut être divisé selon trois phases : sa production, son utilisation et sa fin de vie. Lors de chacune de ces étapes, les ressources extraites et les émissions sont répertoriées pour déterminer l'influence du produit ou du service sur l'environnement.

Mots clés : Analyse de cycle de vie, impacts environnementaux, économie circulaire, détergents, développement durable.

1. Introduction

L'Analyse du Cycle de Vie (ACV) est un outil d'aide à la décision qui répond spécifiquement à ce besoin. Plus précisément, elle vise à définir les actions prioritaires en tenant compte de leurs impacts environnementaux, leurs

coûts et des contraintes qu'elles impliquent. Elle est particulièrement intéressante dans la perspective de durabilité puisqu'elle couvre l'ensemble du cycle de vie d'un produit et permet d'éviter que les améliorations environnementales locales soient la résultante d'un simple déplacement des charges polluantes.

2. Définition de l'ACV

L'ACV est un outil de quantification de l'impact d'un produit ou d'un procédé depuis l'extraction des matières premières qui le composent jusqu'à son élimination en fin de vie en tenant compte des phases de distribution et d'utilisation. Ces différentes étapes sont plus communément désignées par l'expression «**du berceau à la tombe**». Au cours de chacune de ces étapes, produits et procédés interagissent avec l'environnement.

La figure qui suit (Fig.1) schématise ce principe

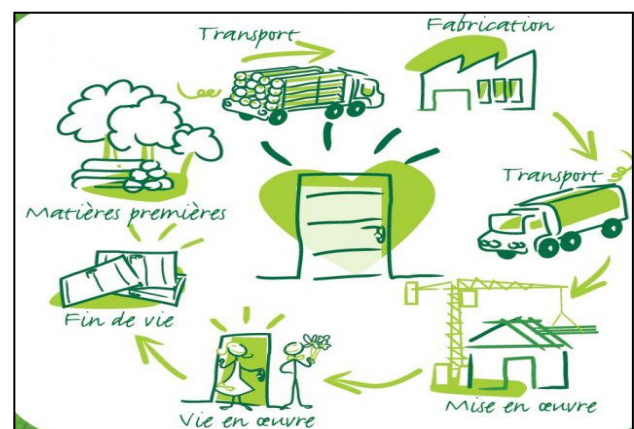
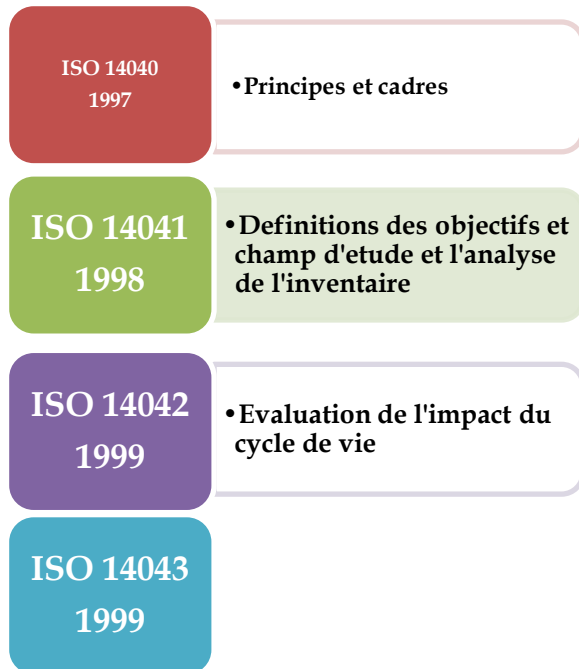


Figure.1. Les étapes du cycle de vie d'un produit

Les premières études d'ACV ont été réalisées dans les années 1970 aux Etats Unis. Mais ce n'est qu'à la fin des années 1980 que l'ACV s'est fortement développée. Suite à une préoccupation croissante de la part des industriels pour l'environnement.

La dynamique des chercheurs et utilisateurs de cet outil a abouti entre 1997 et 2000 à une série de normes dont l'ISO 14040 « **Management environnemental – Analyse de cycle de vie** ». Les quatre textes ci-dessous nous serviront de base pour la présentation méthodologique détaillée qui suivra :



2. Les principales applications de l'ACV

L'ACV sert à :

- Analyser l'origine des problèmes relatifs à un produit spécifique.
- Eco-labelliser des produits c'est à dire favoriser par des labels les produits qui sont jugés comme ayant le plus faible impact environnemental à tous les stades de leur vie.
- mettre en place des réglementations.
- Améliorer le Process d'un produit donné par l'observation des points faibles durant son cycle de vie.
- Concevoir de nouveaux produits en tenant compte de l'environnement dès leur conception.
- Comparer des procédés ou des produits entre eux en sélectionnant le plus respectueux de l'environnement par comparaison des cycles de vie.
- Valoriser des filières.

3. Les étapes de l'ACV

L'analyse du cycle de vie se décline, d'après la norme ISO, selon les quatre étapes suivantes (Fig.2):

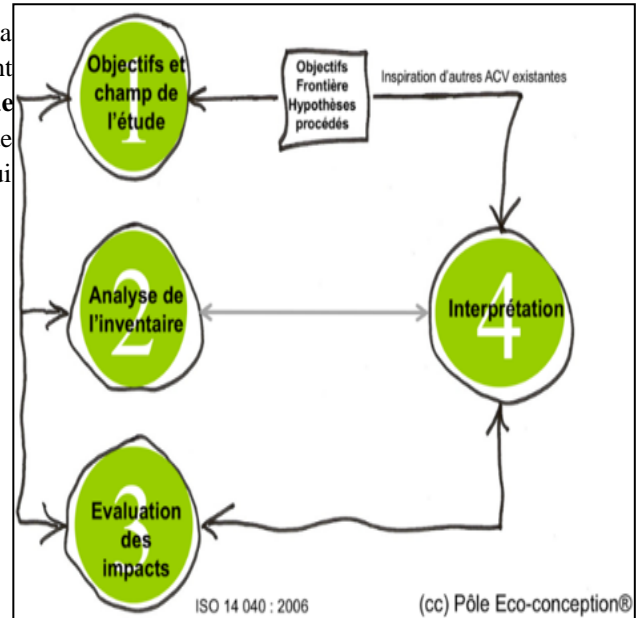


Figure . 2 . Etapes de l'analyse du cycle de vie

4. Description de quelques logiciels

Les logiciels d'ACV peuvent être regroupés selon quatre catégories :

- Les logiciels d'ACV généralistes : ils permettent de réaliser l'ACV d'un produit tel qu'il est décrit dans la norme ISO 14040 utilisables pour tout type de produits, procédés ou activités.

- Les logiciels d'ACV spécialisés : ils permettent de travailler sur un champ d'étude spécifique et intègrent une base de données associée comme par exemple le bâtiment, les transports, les énergies, etc.

- Les bases de données généralistes ou spécialisées

- Les «utilitaires» : ils sont constitués uniquement de base de données et ne permettent donc pas de réaliser une ACV complète. Ils servent seulement en cas de consultation de données.

Le tableau suivant présente une brève description des fonctionnalités de logiciels plus récents, mais dont on ne connaît pas la part de marché actuelle.

Nom	Concepteur (pays)	Site web	Prix indicatif	Type
SimaPro	Consultants (Pays-Bas)	[1]	9 600€	généraliste
GaBi	Institut National des Ressources pour l'Environnement (Japon)	[2]	-	généraliste
Quantis	Start-up liée à l'EPFL (Ecole Polytechnique Fédérale de Lausanne) (Suisse)	[3]	-	généraliste économique
Umberto	Institut d'Informatique pour l'Environnement (Allemagne)	[4]	10 000€	généraliste
TEAM	Société Ecobilan (France)	[5]	3 000€	généraliste
OpenLCA	Ingénieurs (Allemagne)	[6]	Gratuit	calculateur ACV

6. Perspectives

Pour conclure cette première partie, nous pouvons effectuer un bilan général sur le stade de développement actuel des étapes de l'ACV.

- a.** La définition des objectifs et du système est bien définie et encadrée par la norme. Le praticien a la responsabilité du suivi à la lettre de la norme, de plus, il doit définir son système d'étude.
- b.** L'inventaire des données nécessite à ce jour des améliorations notamment au niveau de la disponibilité et de la fiabilité des données.
- c.** L'analyse de l'impact a connu ces dernières années un progrès important. Les outils de classification et de caractérisation favorisent un cadre d'analyse clair. Les facteurs de caractérisation tiennent de plus en plus compte du devenir des polluants en plus de leur effet.

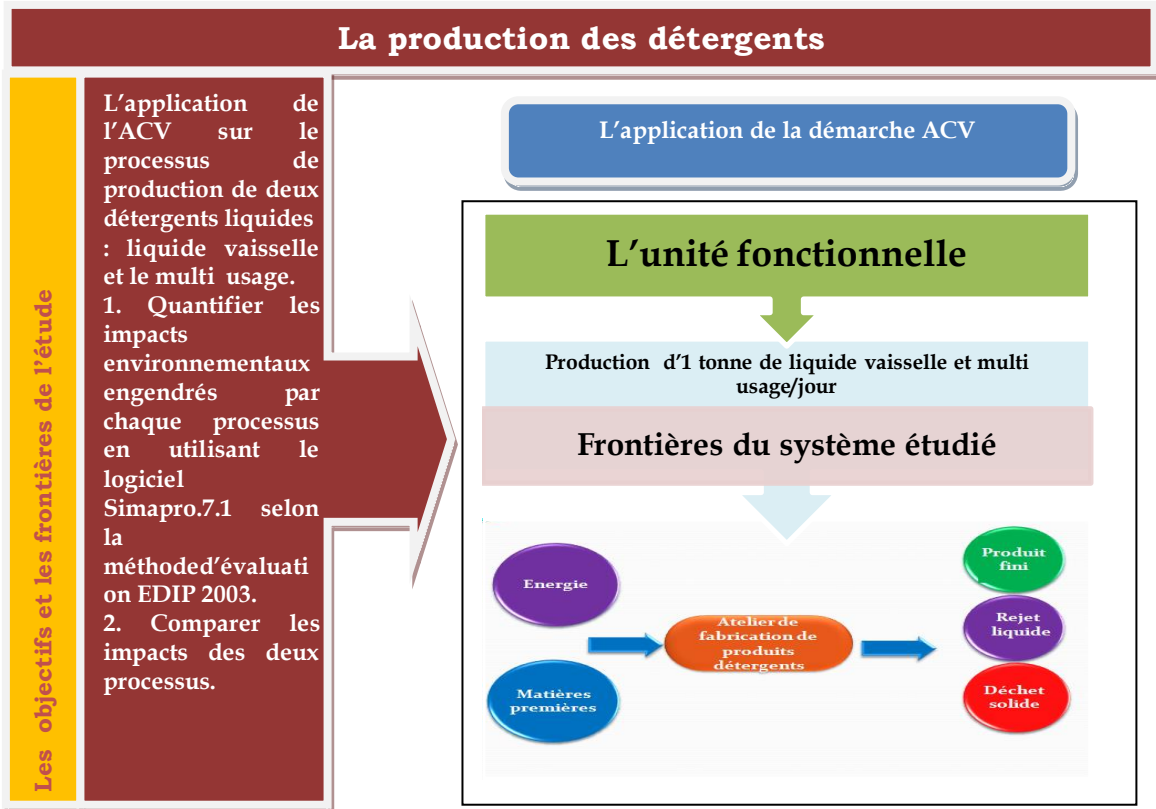
Toutefois, cette étape est encore à affiner en particulier sur l'évaluation finale des dommages et des impacts.

En effet, le devenir et la toxicité d'une substance est conditionné par le lieu où elle se trouve : une émission dans un grand lac par exemple n'a pas le même impact que dans une petite rivière. Il est donc nécessaire de s'orienter vers une analyse d'impact appropriée aux conditions d'émissions. D'autre part, un modèle à échelle mondiale est en cours de développement (IMPACTWorld)[7]. L'intérêt est d'estimer le devenir, l'exposition et les dommages au niveau mondial. Enfin, les méthodes à échelle régionale sont de plus en plus précises, ce qui permet d'augmenter la résolution de l'analyse pour certaines régions et populations.

d. Les dernières études d'ACV tiennent rarement compte d'une analyse d'incertitude lors de l'interprétation des données. Cette étape constitue une priorité afin de pouvoir évaluer la marge d'erreur potentielle associée à une étude donnée.

Enfin, une nouvelle norme ISO 14046 est actuellement en phase d'étude en vue de compléter les normes existantes sur l'ACV. Ce nouveau rapport a pour objectif d'évaluer l'empreinte eau des produits et processus sur la base de l'analyse du cycle de vie [8].

7. Etude de cas: la production des détergents



7.1. Analyse de l'inventaire

L'inventaire des données a permis de quantifier les flux pour chaque production de détergent (Figure 3)

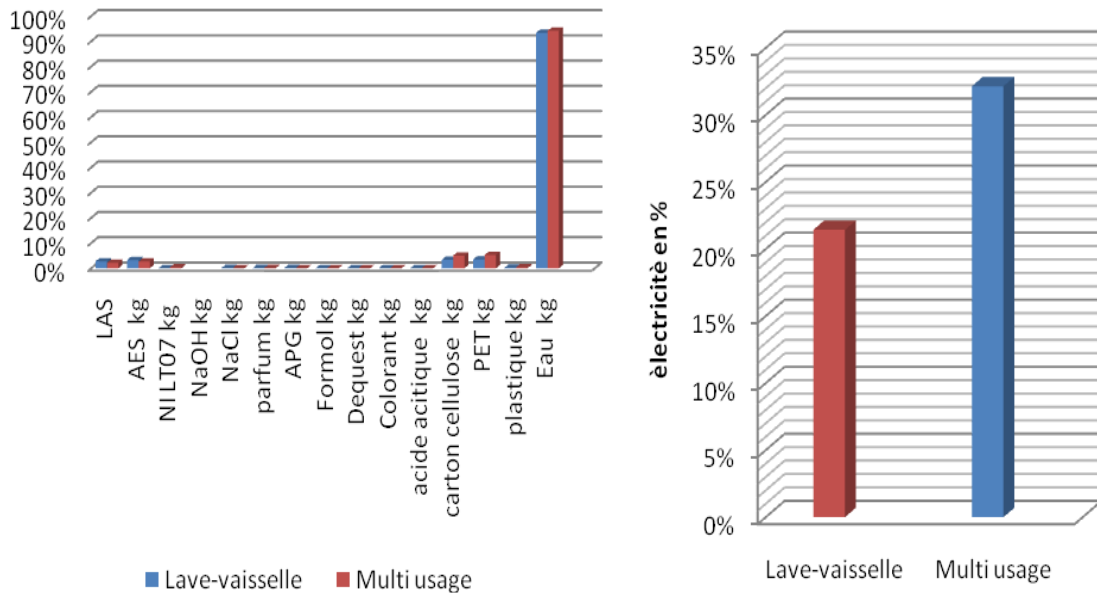


Figure . 3. Bilan entrant des deux détergents

Tableau 2 : Les paramètres physicochimiques des deux ateliers

Paramètres/unités	Liquide vaisselle	Multi usage	La norme Algérienne N°06-441-2006
Température (°C)	20	20	30
pH	10,30	9,07	6,5-8,5
DCO (mg d'O ₂ /l)	1440,00	983,00	120
DBO ₅ (mg d'O ₂ /l)	400,00	103,33	35
LAS (g/l)	2,018	1,96	10 mg/l
AES (g/l)	0,710	0,600	10 mg/l
NI07 (g/l)	-	0,068	-
La salinité (g/l)	4,70	3,50	-
La turbidité (NTU)	5,93	71,11	-
L'O ₂ dessous (mg/l)	10,92	13,32	-
Phosphates (mg/l)	33,00	76,00	2
Sulfates (mg/l)	1400,00	800,00	-
Nitrates (mg/l)	30,00	30,00	-
TDS (g/l)	4,09	3,45	-

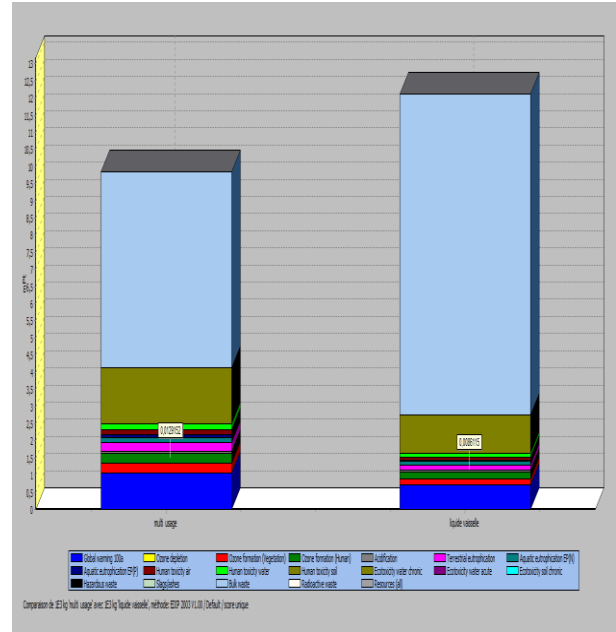


Figure 5: Comparaison par le score unique des impacts de l'atelier multi usage et liquide vaisselle par la méthode Edip2003

7.2. Réalisation de l'ACV à l'aide du logiciel Simapro 7.1

La méthode Edip2003 effectue une étape de caractérisation des dommages qui permet d'agréger les impacts de l'atelier liquide vaisselle en 16 catégories : (comme le montre la figure 4 et 5ci-dessous)

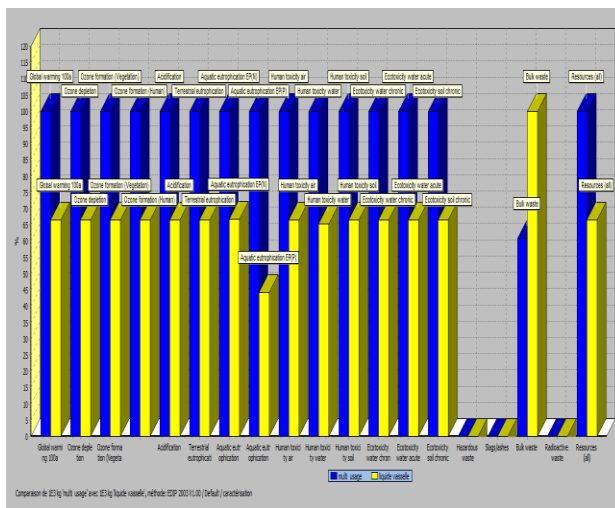


Figure .4. Caractérisation des impacts de l'atelier multi-usage et liquid vaisselle par la method Edip 2003

8. Conclusion

L'analyse du cycle de vie constitue un outil de référence en matière d'évaluation des impacts environnementaux. Les résultats obtenus sont des éléments de décision au niveau industriel concernant le choix de la conception, l'amélioration d'un produit ou de son procédé. L'ACV apparaît comme un outil incontournable pour évaluer les performances environnementales dans différents domaines de l'industrie.

Références

1. Sima Pro. www.pre.nl
2. GaBi. www.gabi-software.com
3. Quantis. www.quantis-intl.com
4. Umberto. www.umberto.de
5. TEAM. www.ecobilan.com
6. OpenLCA. www.openlca.org RAMADE F, 1979- Ecotoxicologie, 2ème édition. Ed. Massions, 223p
7. A.D.E.M.E., 2008(b): <http://www2.ademe.fr>
8. Myriam SAADÉ, Pierre CRETZAZ, Shanna SHAKED Olivier JOLLIET, Analyse de cycle de vie - Comprendre et réaliser un écobilan, 2nd ed.: Presses Polytechniques et universitaires romandes, 2010.
9. Site officiel de l'Organisation Internationale de normalisation. (2010, Octobre) www.iso.org/iso/fr

Application de l'Analyse de cycle de vie dans l'évaluation des impacts environnementaux –Cas de l'Industrie du Ciment

* **S. BOUGHERARA, M. BELKHIR, F. LECHEB, F. MEDJDOUB, K. DELLECI.**

Laboratoire de Recherche en Technologie Alimentaire (LRTA), Université M'Hamed Bougara, Boumerdès
Département du Génie des Procédés, Faculté de Technologie, Université M'Hamed Bougara, Boumerdès, Algérie

*Corresponding author: sbougherara2019@gmail.com

RÉSUMÉ

L'industrie algérienne des ciments est sensée faire des progrès pour vaincre les défis qu'elle rencontre et suivre les développements scientifiques, technologiques et environnementaux du siècle. La maîtrise de l'impact environnemental, la réduction de la pollution par la mise en œuvre des technologies plus propres, en suivant la démarche d'éco-conception, d'analyse de cycle vie, et en bénéficiant des principes de l'économie circulaire, permet de réduire les émissions nocives rejetées suite au processus de fabrication.

Dans cette perspective, nous avons choisi deux voies de production du ciment, auxquelles nous avons appliqué la démarche Analyse de cycle de vie et l'économie circulaire afin de vaincre les problèmes environnementaux générés par cette industrie.

Mots clés : ACV, industrie cimentière, économie circulaire, impacts environnementaux, éco-conception.

Introduction

La prise en compte de l'environnement a été traditionnellement déclinée soit par l'impact environnemental (déchets, pollutions, consommation d'énergie...), soit par secteur d'activités (Industries, transports...), des approches qui se sont souvent révélées trop parcellaires pour justifier du bien-fondé environnemental des efforts à réaliser.

La maîtrise de l'impact environnemental, la réduction de la pollution par la mise en œuvre des technologies plus propres, en suivant la démarche d'éco-conception, d'analyse de cycle vie, et en bénéficiant des principes de l'économie circulaire, permet de réduire les émissions nocives rejetées suite au processus de fabrication.

L'industrie algérienne des ciments est sensée faire des progrès pour vaincre les défis qu'elle rencontre et suivre les développements scientifiques, technologiques et environnementaux du siècle. Et ce afin de faire face à l'exigence du consommateur actuel et s'opposer à la concurrence internationale, améliorer la qualité et baisser le coût du produit tout en respectant l'environnement. Ceci ne peut se réaliser que par l'application d'une politique de gestion très stricte qui permet la maîtrise de la production et le respect de l'environnement.

Dans cette étude, nous nous sommes basés sur deux voies de production du ciment, auxquelles nous avons appliqué la démarche Analyse de cycle de vie et l'économie circulaire afin de vaincre les problèmes environnementaux générés par cette industrie.

2. Modèle d'étude

2.1 Objectifs de l'étude

Ce présent modèle d'étude définit le cadre méthodologie auquel doivent se conformer les phases subséquentes de l'évaluation de l'analyse de cycle de vie. Et ce en réalisant une analyse simplifiée des impacts environnementaux de deux procédés de fabrication du

ciment: voie humide et voie sèche et réduire leurs impacts en bénéficiant des biens faits de l'économie circulaire.

Plus spécifiquement, les objectifs de l'étude étaient de:

1. Identifier et quantifier les impacts environnementaux potentiels.
2. Déterminer les paramètres contribuant aux impacts déterminés.
3. Implication de l'économie circulaire dans la réduction et l'atténuation des impacts sur l'environnement.

Cette démarche est appliquée dans ce cas uniquement au processus de fabrication depuis l'utilisation des matières premières jusqu'à l'obtention du produit fini, sans tenir compte du transport, d'utilisation, de traitement, ce qui est compatible avec les objectifs visés tous en ayant recours au logiciel SimaPro 7.1 (Pré consultant 2008) en utilisant l'EDIP 2003 comme méthode d'évaluation.

Les résultats de cette étude préliminaires ont vocation à un usage interne par les cimenteries Algériennes, afin d'arbitrer les déplacements de pollutions liés aux différentes alternatives envisagées et d'améliorer la performance des processus utilisés, d'identifier les problèmes potentiels liés à leur cycle de vie et de déterminer les possibilités d'amélioration. Ce genre d'étude facilite la communication des résultats et augmente la crédibilité de l'analyse.

2.2 Description du système étudié

La démarche ACV a été appliquée pour deux voies de production du ciment l'une est sèche et l'autre est humide:

2.2.1 La voie sèche (Sour El Ghozlane)

La cimenterie possède une concession d'exploitation des carrières calcaire, argile et gypse.

La consommation des matières de base pour la production d'une tonne de clinker est déterminée sur la base des rations.

Le tableau ci-dessous résume les besoins de consommation de matière de base pour la production du ciment [1].

Tableau.1 Taux de consommation de matières de base pour la production du ciment

Matières	Normes admises par le groupe de cimenteries	
	Taux / clinker (%)	Tonne / tonne de clinker
Calcaire	78 – 80	0,78 – 0,8
Argile	16 – 17	0,16 – 0,17
Sable	2	0,02
Minerai de fer	01-1	0,01

2.2.2 La voie humide (Cimenterie de Rais Hamidou)

La cimenterie de Rais Hamidou possède aussi une concession d'exploitation des carrières calcaires, argile et le gypse.

Pour l'application de cette démarche, il faut suivre certaines étapes primordiales à savoir: l'unité fonctionnelle, les frontières du système, l'inventaire et l'évaluation des impacts et interprétations...

2.3 Unité fonctionnelle

C'est un élément de mesure qui permet de quantifier la fonction remplie par le produit étudié. Dans ce cas elle est rapportée à une production d'une tonne de ciment.

2.4 Réalisation de l'inventaire

Afin d'exploiter les avantages de l'ACV, nous avons choisi deux voies distinctes de production du ciment ;il s'agit essentiellement de la voie sèche utilisée par la cimenterie de Sour El Ghozlane et la voie humide utilisée par la cimenterie de Rais Hamidou. Pour ce faire un bilan de consommation des matières premières, des énergies et des émissions doit être réalisé, ce bilan est appelé dans l'ACV inventaire de cycle de vie (IACV), ce dernier est illustré dans le tableau 02.

Les données utilisées dans ce cas, sont issues des deux usines en faisant la collection de toutes les données disponibles par analyses, par calcul, et en exploitant la base de données de ce logiciel notamment pour le gaz et

l'électricité. Les données collectées nous ont permis d'établir l'inventaire, présenté dans le tableau N°02).

Selon les données collectées illustrées dans l'inventaire ci-dessous, pour les différentes étapes de fabrication des deux processus de fabrication, on constate qu'il y a une consommation importante de matières premières, des énergies, notamment d'électricité, de gaz et de l'eau.

Ces derniers sont plus significatifs dans le cas de la voie humide par rapport à la voie sèche. La consommation des matières premières et le passage par différentes phases de fabrication, s'accompagne d'une émission assez importante de gaz à effet de serre notamment le CO, CO₂, NO_x et de poussières avec des pertes de chaleurs à l'évaporation de l'eau ajoutée. Le dégagement gazeux est à l'origine de la combustion du fuel utilisé lors de l'étape de « cuisson » au niveau du four.

Tableau.2 : Données entrants et sortants des cimenteries – inventaire des données

Matières premières et énergie	Voie sèche (cimenterie de Sour El Ghozlane)	Voie humide (cimenterie RaisHamidou)
Minerais de fer (T/Ton Ciment)	0,016	0.037
Sable (T/T Ciment)	0,044	0.65
Calcaire (T/Ciment)	1,069	1.254
Argile (T/T Ciment)	0,078	0.044
Gypse (T/ T Ciment)	0,062	0.059
Tuf (T/ T Ciment)	0,150	0.150
Eau (m ³ / T Ciment)	0,259	0.924
Electricité (KWh/ T Ciment)	103,362	121.038
Gaz (m ³ / T Ciment)	75,897	212.906
Gaz – oil (Litre / T Ciment)	1,071	1.735
Huile (Litre/ T Ciment)	0,122	0.217
Graisse (Litre / T Ciment)	0,101	0.053
CO (g / T Ciment)	1,540	0.192
CO ₂ (g / T Ciment)	797,00	850
NO _x (Kg / T Ciment)	0,430	0.712
Poussières (Kg /T Ciment)	0,155	0.089

Tableau 3 impacts environnementaux générés par les deux procédés VS/VH

Catégories d'impact	Unité	Voie humide	Voie sèche
Réchauffement global	Eq kg CO ₂	850	651
Formation d'ozone (végétation)	m ² .ppm.h	10.6	1.56E4
Formation d'ozone (humaine)	Persan.pp m.h	0.00085	1.26
Acidification	m ²	6.12	568
Eutrophisation aquatique EP(N)	Kg N	0.0684	6.34
Toxicité humaine (air)	m ³	9.12E3	1.35 E7
Toxicité humaine (eau)	m ³	0.00528	0.49
Toxicité humaine (sol)	m ³	2.08	194
(Ressources)	Kg	0.00315	0.573

Tableau 3 contribution des éléments aux impacts environnementaux VS/VH

Impacts	Elements contributeurs	Unité	Voie humide	Voie sèche
Réchauffement global	Dioxyde de carbone	Eq kg CO ₂	850	83.3
	Monoxyde de carbone	Eq kg CO ₂	0.384	567
Formation d'ozone végétation	Dioxyde de carbone	m ² .ppm.h	10.6	1.56E-4
Formation d'ozone humaine	Dioxyde de carbone	personne.ppm.h	0.00085	1.26
Acidification	Dioxyde d'azote	m ²	6.12	568
Eutrophisation aquatique	Dioxyde d'azote	KgN	0.0684	6.34
	monoxyde de carbone	m ³	9.12E3	1.35E7
Toxicité humaine (air)	Dioxyde d'azote	m ³	0.00528	0.49
Toxicité humaine (eau)	Dioxyde d'azote	m ³	2.08	194
Toxicité humaine (sol)	Dioxyde d'azote	m ³	2.08	194
Resources	Fer 46%		0.00315	0.00151
	Huile brute, 41MJ per kg		7.81E-6	0.571

2.5 Evaluation des impacts

Les impacts engendrés par les deux processus de fabrication du ciment; la voie humide et la voie sèche sont rapportés dans le tableau ci-dessous: Selon les résultats obtenus, on constate que la voie sèche génère plus d'impacts par rapport à la voie humide, sauf la catégorie effet de serre (réchauffement global). Ceci est dû aux émissions importantes des gaz à effet de serre notamment le dioxyde de carbone, qui est le résultat de la combustion du gaz naturel et l'utilisation d'une quantité importante à la fois du gaz et d'électricité, c'est le cas de la voie humide où elle consomme plus d'énergie et d'électricité par rapport à la voie sèche, cette énergie est nécessaire pour évaporer la quantité d'eau ajoutée pour avoir le slurry dans le cas de la voie humide [02].

Selon une étude réalisée sur la conservation d'énergie et l'utilisation des déchets dans le four rotatif humide utilisé pour l'industrie du ciment, ils ont constaté que le majeur problème de l'industrie du ciment est la conservation d'énergie, notamment pour la voie humide, où il y a ajout environ 25 à 50% d'eau ajoutée aux matières premières afin de former le slurry (mixture)[03]. Dans le four ces matières subissent une succession de réactions voire la déshydratation, calcination et dégazéification lors de processus de clinkérisation. Cette succession de réaction, permet de réduire la quantité de l'énergie perdue, par la transformation de la chaleur du système de sortie de l'air, aux matières premières jusqu'à l'obtention du produit fini, et par voie de conséquence la réduction des pertes d'énergie et de quantité de déchets formée.

La quantité des déchets produite par le processus, varie de 0,05 à 0,5 / poids de clinker. Ces derniers sont collectés par précipitation électrostatique qui consomme environ 0,4% d'énergie utilisée pour la production du ciment et qui répond au principe de l'économie circulaire [04].

La formation des déchets, notamment la poussière, est considérée comme pollution particulaire contribuant à un impact appelé respiration inorganique.

Par cette étude, il a été aussi constaté, qu'il y a une relation importante entre la quantité d'eau ajoutée pour la formation du slurry et la consommation d'énergie ainsi que la quantité de déchets produite par kilogramme de clinker.

Par la suite, il a été constaté que l'augmentation de la quantité d'eau, permet de réduire la quantité de déchets

produite, d'où un effet considérable sur la conservation d'énergie. Comme il a été estimé que pour une consommation de 1,6 MJ / Kg de clinker, il y a réduction d'environ 10% de quantité de déchets, de même pour 4,6 MJ par Kg de clinker il y a réduction de 40% de déchets [04].

3. Conclusion

Cette étude a permis de répondre aux objectifs établis au départ, à savoir de réaliser une analyse simplifiée des impacts environnementaux de deux voies de production du ciment à savoir la voie sèche et la voie humide, par l'application de la démarche ACV et la contribution de l'économie circulaire dans leur réduction par le recyclage de déchets (de poussière dans notre cas) et réduction de la consommation de l'eau des impacts environnementaux de production d'un produit ou d'un service, elle quantifie les énergies, les matières premières ainsi que les déchets et les émissions relatives à une activité donnée. Les résultats obtenus par la démarche ACV, à l'instar des autres méthodes d'évaluation utilisées dans notre cas, sont trop crédible.

L'analyse de cycle de vie est une technique appropriée pour l'évaluation. Dans la partie; évaluation environnementale de l'industrie cimentière, l'ACV nous a permis de déterminer et quantifier toutes les catégories d'impacts pouvant être générées par cette activité et de :

- Identifier la contribution des éléments constituants (matières premières et énergie) ou émis à ces catégories d'impacts
- Déterminer la contribution des émissions gazeuses aux catégories d'impacts
- Contribution de l'économie circulaire dans la réduction des impacts environnementaux.

Références

1. J. H. Delong, R.C. Aitken, Factorial analysis of cement kiln, Portland cement Company of Utah 84104 USA February 1981
2. Tahsin Engin, Vedat Ari, Energy auditing and recovery for dry cement rotary kiln systems a case study, Energy conservation and management 46 (2005) 551 – 562
3. N.A. Madloul, R.Saidur, M.S Hossain, NA Rahim, A critical review on energy use and saving in the cement industries. Renewable and Sustainable energy reviews 15 (2011) 2042 – 2060
4. MB. Ali, R. Saidur, MS. Hossain. A review on emission analysis in cement industries. Renewable and a sustainable energy reviews 15(2011) 2251 - 2261

Journée d'étude : L'intégration des Objectifs de Développement Durable 'ODDs' en milieu scolaire Algérien

Boumerdes- le 14 Juillet 2021

ORGANISATEURS

- Chaire ALECSO (Économie Circulaire et Développement Durable- Université de Boumerdès)

En date du quatorze juillet de l'an deux mille vingt et un, s'est tenue à 08h30, via l'application Google-Meet, la journée internationale d'étude virtuelle sur : « **L'intégration des Objectifs de Développement Durable 'ODDs' en milieu scolaire Algérien** »

1. Présentation de la journée d'étude

Cette journée a pour but la concrétisation de la démarche à suivre afin d'enseigner l'Education du Développement Durable et de l'impulser dans les écoles. La journée est organisée par la Chaire ALECSO (Economie circulaire et développement durable) de l'université de boumerdes en partenariat avec le Laboratoire de Recherche en Technologie Alimentaire (LRTA), Université de Boumerdes, le Centre de Recherche en Environnement (CRE), le Conservatoire National des Formations à l'Environnement (CNFE), la commission nationale Algérienne pour l'Education, la Science et la Culture (UNESCO), et l'Association Nationale d'Eco-Conception ; d'Analyse du cycle de vie et de Développement Durable (ANEADD) membre des Réseaux des Clubs UNESCO et Chaire ALECSO de l'économie circulaire.

Des conférenciers Algériens et étrangers ont été invités.

Les organisateurs ont jugé la non nécessité d'avoir recours à un travail hybride, en effet la journée a été entièrement virtuelle afin de garantir la sécurité des participants. Pour des raisons techniques, ont été créés 4 liens conduisant à 4 sessions différentes, une principale dont le contenu est entièrement partagé sur les trois autres qui sont secondaires. Le nombre de participants dans chaque session est :

Session principale	53 participants
Session n° 1	42 participants
Session n° 2	31 participants
Session n° 3	24participants
Total	150 participants

2. Déroulement des travaux

Inauguration

La journée a été **Encadrée par le professeur : LOUHAB Krim** directeur de la chaire ALECSO et président de l'association Nationale d'Eco-conception, Analyse de Cycle de vie et Développement Durable (A.N.E.A.D.D) et chef d'équipe au sein du laboratoire de recherche en Technologie Alimentaire.

Présidée par Docteur : BLIZAKD Djanette (MCA à l'Université de Boumerdes et membre de l'association (A.N.E.A.D.D)).

Animée par Docteur : IACHACHENE Farida (MCA à l'Université de Boumerdes et membre de l'association (A.N.E.A.D.D)).

Dans la matinée. Sur la session principale, dont le contenu est partagé aux 3 autres sessions, s'est déroulé:

- **L'hymne nationale**

- **Les mots d'ouverture de :**

Prof. LOUHAB Krim, Directeur de la Chaire ALECSO (Economie Circulaire et Développement Durable - Université de Boumerdes)

Mme BLIZAK Djanette, responsable de la journée

Mme Nadia Bouhara, Secrétaire générale par intérim de la Commission nationale pour l'UNESCO

Mr Mohamed ACHACHE, Sous-directeur de l'éducation au ministère de l'Éducation nationale.

Mme Zhad Bouslame, Directrice du Centre de Recherche Environnementale (C.R.E)

Mr Messaoud BOUREGHDA, Directeur du Laboratoire de Recherche en Technologie Alimentaire / Université de Boumerdes (LRTA)

Mr SAIDI, Doyen de la Faculté de Technologie de l'Université de Boumerdes qui a déclaré la journée d'étude ouverte.

Mme TOUMI Lynda représentante de l'association

Les conférences plénières

La première conférence est celle de **Mr ACHACHE Mohamed** Représentant du ministère de l'éducation nationale dont l'intitulé " Intégration des ODDs au milieu scolaire" Dans son intervention, il a rappelé les efforts du ministère concernant l'association de ce dernier avec les institutions et la société civile par le biais des associations pour l'intégration des objectifs de développement durable (ODD) au milieu scolaire.

La deuxième intervention est celle de **Monsieur Ahmed GHUOUATI** qui a évoqué le problème d'intégration de l'ODD dans les manuels scolaires en précisant qu'ils ne sont pas à la hauteur de la stratégie nationale d'intégration de l'éducation environnementale au milieu scolaire

Il conclut que

- Les manuels les plus descriptifs-Explicatifs sont les plus intéressants pour l'EEDD
- Les concepteurs de manuels doivent être formés à la problématique EEDD

EVENEMENT

La troisième conférence est celle de **Madame Aurélie ZWANG** « Regard sur différents contextes français d'intégration des ODD pour l'éducation et la formation ». Dans sa conférence a posée le problème de définition de l'éducation de l'environnement et à l'environnement. Elle évoquée les différentes approches pour introduire les ODD au milieu scolaire. Les ODDs sont l'un des manières pour introduire l'éducation environnementale au milieu scolaire

La quatrième conférence est celle de par **Monsieur MISSOUM Abdelkader**, coordinateur national du réseau des écoles associées de l'Unesco en Algérie, dont l'intitulé " l'éducation environnementale dans le contexte international". Dans son l'intervention, il a évoqué le principe de l'évaluation de la mise en place des ODD au milieu scolaire par la mise en place d'un baccalauréat en développement durable. La réussite de la mise en ouvre de l'éducation environnementale est conditionnée par La mise en place de système d'évaluation

La cinquième conférence celle de Professeur **Mme Farida KHAMAR** « Education à l'environnement pour le développement durable : la situation actuelle en Algérie et ses perspectives ». Dans sa conférence elle a décrit les efforts de l'Algérie pour la mise en œuvre de l'éducation environnementale au niveau des citoyens

Et enfin celle de **Mme Mounia DAOUDI** « La mise en œuvre de l'ODD 3 en milieu scolaire Algérois »

Table ronde

Après les conférences plénières, une table ronde s'est tenue afin de discuter des questions primordiales sur l'application de l'Education au Développement Durable (EDD). Le débat a commencé par la question : **Comment rendre l'éducation environnementale utile pour changement de comportement ?** La discussion de cette question a conduit à la préférence de l'enseignement de l'EDD en **tant que "projet" et non pas comme une "discipline"**. En effet, dans l'approche du "projet", il a été évoqué l'expérience des pays étrangers sur la communication engageante qui consiste à pousser les élèves à trouver les problèmes dans leur environnement scolaire et à réfléchir aux solutions. Tandis que dans l'approche "discipline", l'idéal est d'enseigner l'EDD en tant que matière indépendante avec un pourcentage horaire assez important et un coefficient assez élevé.

L'autre point qui a été discuté est sur la meilleurs façon d'introduirai l'éducation environnementale au milieu scolaire, apures débats les intervenants ont été mis d'accord sur la mise en place d'une matière indépendante appelé éducation environnementale

Les participants ont discuté sur l'introduction du **cycle de vie de** l'éducation environnementale, a ce sujet Mr GHOAT a évoque une expérience sur l'évaluation de l'efficacité de programme de l'éducation environnementale sur le comportement des élèves après six mois

Les participants ont discuté aussi la nécessité de faire intervenir la recherche scientifique dans les écoles pour un travail collectif de recherche dans le domaine de l'éducation en Développement

EVENEMENT

Durable. Cette discussion fructueuse a abouti aux recommandations que nous allons citer dans le dernier paragraphe.

➤ **Dans l'après-midi**

Les participants ont présenté leurs posters et communications orales dans leurs sessions spécifiques selon le thème de leurs communications.

Les 4 thèmes de la journée d'étude ont été distribués sur les sessions comme suit :

☞ La mise à jour du programme scolaire liée à l'environnement dans les livres scolaires.

Session 1	<u>Thème 1 :</u> L'ODD4 (Education).
Session 2	<u>Thème 2 :</u> L'éducation environnementale dans le contexte algérien.
Session 3	<u>Thème 3 :</u> L'éco-écoles et label des écoles.
	<u>Thème 4 :</u> L'expérience de l'intégration des ODDs en milieu scolaire à l'échelle internationale.

❖ **Les recommandations**

- Préparation d'une assise nationale pour tant sur les ODDs et l'éducation environnementale.
- Création d'un réseau national ayant pour objectif l'intégration des ODDs dans les milieux scolaires.
- Introduction et mise en place des indicateurs de suivi et d'évaluation pour tester l'efficacité de l'intégration de l'EE au milieu scolaire
- Elaboration d'un guide sur l'intégration des ODD au milieu scolaire pour enseignement pédagogique et la pratique.
- Préparation des projets de recherches mixtes de collaboration entre le ministère de l'enseignement supérieur et le ministère de l'éducation Nationale.

