

L'économie circulaire et l'industrie du ciment en Algérie: situation présente et opportunités futures

* A. MAKHLOUF

* Université de mouloud Maameri, Tizi Ouzou

*Corresponding author: sdjoumad@yahoo.com

RESUME

L'économie circulaire est un nouveau concept économique qui vise à remplacer la vision économique classique appelée « économie Linéaire » basée sur l'extraction des matières premières et des énergies non renouvelables, la consommation de ces ressources, et la génération des déchets en fin de vie du produit, par une « économie Circulaire » basée sur l'hypothèse que chaque produit peut être utilisé pour une seconde vie. Dans cette étude, nous allons voir de plus près le secteur de production du ciment, essayer de proposer de nouvelles sources énergétiques, et de matériaux de substitution aux matières premières classiques. L'objectif est de rendre le procédé plus respectueux, diminuer le bilan énergétique, et de réduire l'empreinte de carbone du ciment Algérien.

Mots clés : Economie circulaire, ciment algérien, empreinte carbone, Composite, bilan énergétique.

1. Introduction

Grâce à son utilisation dans les travaux publics, le génie civil et le secteur d'habitat, l'industrie du ciment est considérée comme la pierre angulaire dans le développement économique et industriel des pays. A l'échelle mondiale, la production du ciment est passée de 1,73 à 3,35 milliard tonne métrique juste entre 2000 et 2010, et cette quantité va dépasser les 4,85 milliards de tonnes vers les 2020.

En plus de son ampleur et son importance économique, le secteur cimentaire est aussi caractérisé par sa grande consommation d'énergies (principalement non-renouvelables), et son émission de carbone très importante. En 2013, l'émission globale en CO₂ provenant de la combustion d'énergie s'élevait à 32,19 milliards de T CO₂, dont la production de ciment était responsable de près de 12%, soit 3,6 milliard de T CO₂ (Ecoiffier, 2015).

Dans une économie en extension continue, mais qui souffre d'une dépendance accrue aux hydrocarbures, avec une demande d'énergie locale en croissance incessante, et une production en hydrocarbure qui ne cesse de diminuer, le secteur cimentaire se retrouve menacé car son approvisionnement en énergie risque d'être compromis.

2. Les modèles économiques (de l'économie linéaire à l'économie Circulaire)

L'économie circulaire est un nouveau concept économique qui vise à remplacer la vision économique classique appelée « **Economie Linéaire** » basée sur l'extraction des matières premières et des énergies non renouvelables, la consommation de ces ressources, et la génération des déchets en fin de vie du produit, par une « **Economie Circulaire** » basée sur l'hypothèse que chaque produit peut être utilisé pour une seconde vie (Figure 1).

Le principe est simple mais efficace, chercher à garder le maximum possible de matière et d'énergie à l'intérieur du circuit industriel en favorisant le recyclage de ces matières, et rendant plus efficaces nos procédés et installation industrielles.

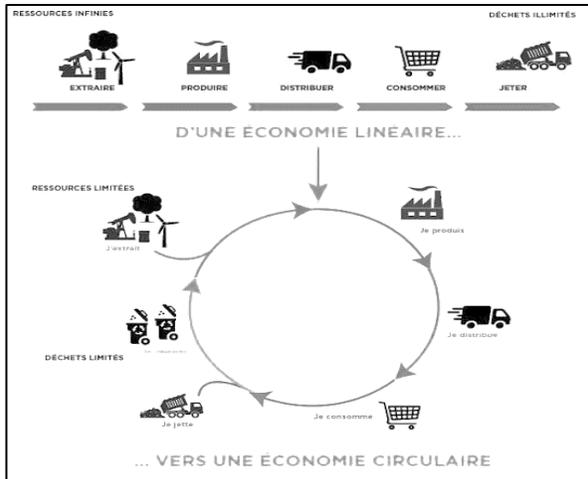


Figure.1. De l'économie linéaire à l'économie circulaire (CMA, 2018)

Les bénéfices de l'économie circulaire sont multiples:

- Réduire la quantité des déchets sortants du procédé industriel ;
- Minimiser la quantité des matières vierges entrantes dans les systèmes ;
- Rendre les procédés énergétiquement plus efficaces ;
- Favoriser l'utilisation des matériaux biodégradables ou recyclables ;
- Réduire l'empreinte écologique des produits et les rendre plus verts.

3. Cycles de vie des produits et le modèle économique linéaire

3.1 Cycle de Vie du ciment portland

En Algérie, la production nationale a quasiment explosé à l'espace de 10ans, pour passer de près de 11 millions de tonnes en 2011 à 47,2 millions de tonnes en 2019, alors que les estimations les plus ambitieuses projetées la production de 40 millions de tonnes aux horizons de 2020 (GICA, 2019).

Une étude précédente sur une installation de production du ciment (Figure 2) a montré que la production d'une tonne de ciment portland nécessite 5,716 GJ d'énergie (169.11 Nm³ de gaz naturel), et est responsable de l'émission de (882,36 Kg CO₂eq). Malgré que le bilan Carbone soit proche des moyennes mondiales, la demande en énergie reste très importante et dépasse la moyenne mondiale de près de 20% (Makhlouf *et al.*, 2019).

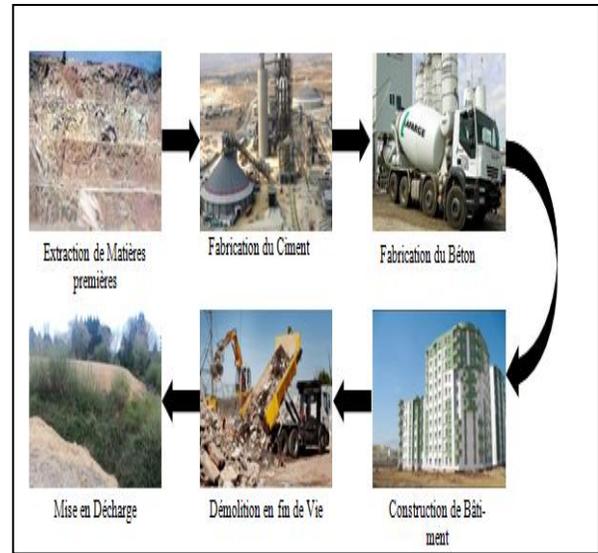


Figure.2. Cycle de vie d'une structure en béton (de l'extraction des MP à la mise en décharge)

La principale utilisation du ciment est la préparation du béton et le mortier. En fin de vie des structures en béton ou d'autres produits à base de ciment, les gravats sont destinés aux Centres d'Enfouissement Technique de Classe 3 (Déchets Inertes).

La mise en décharge de ces déchets est coûteuse, encombrante mais aussi, pas toujours sans effets sur l'environnement, car dans la plupart des cas, les déchets de chantiers de construction présentent un mélange de métaux qui peuvent avoir un effet nocif sur la santé.

3.2. Cycle de vie des pneus de voitures

Les pneus sont des composants indispensables pour l'industrie de l'automobile. La croissance continue du parc auto, provoque la cumulation d'un gisement colossal de pneus. Difficile à éliminer, les pneus usagés représentent un danger pour l'environnement et la santé publique s'ils sont incinérés (émissions de gaz toxiques), et même s'ils sont déposés à l'air libre (dégradation de paysage...) (Veolia, 2016).

Le cycle de vie des produits pneumatiques est très controversé (Figure 3), car leur mise en décharge est interdite dans plusieurs pays, ainsi que leur incinération ou dépôt à l'air libre. Chaque année, entre 1,2 et 1,5 milliard de pneus sont mis hors service, et la quasi-totalité de cette quantité a resté pendant longtemps non valorisable (J. Williams, 2017).

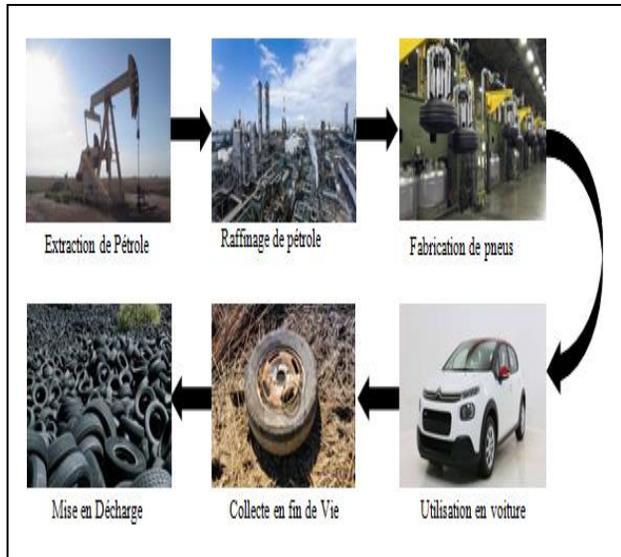


Figure .3. Cycle de vie d'un pneu

3.3 Cycle de vie d'un produit de consommation

Résultants de notre utilisation quotidienne, les déchets ménagers sont de plusieurs types et natures (Figure4) : restes de repas, vaisselles jetables, emballages (plastique, polystyrène, papier), carton, verre, électroménagers, meubles cassés...etc.

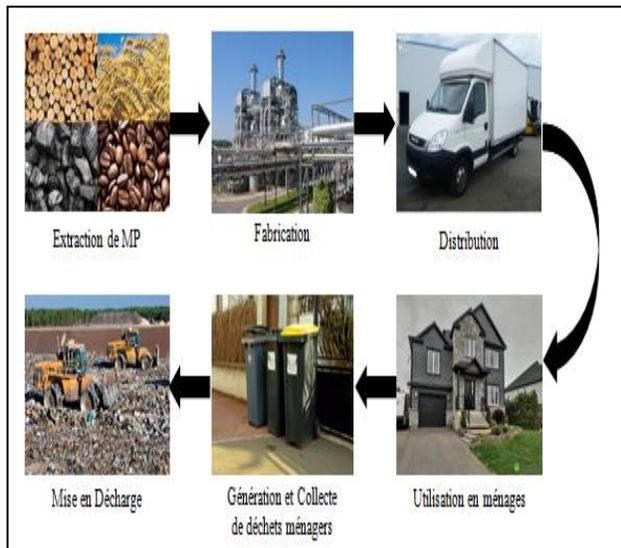


Figure.4. Cycle de vie d'un produit de consommation

Généralement, ces déchets sont collectés par les collectivités locales, puis triés pour récupérer la fraction recyclable et valorisable (papier, carton, verre, et métaux), le reste est généralement destiné à la mise en

décharge. Malgré que cette action est bénéfique tant pour l'environnement que pour l'économie, mais la fraction récupérable est demeurée modeste (entre 5 et 10%), le reste sera envoyé aux centre d'enfouissement, ou dans les pires des cas, jeté dans la nature pour former des décharges sauvages.

Chaque année, nos décharges reçoivent près 8,5 millions de tonnes de déchets ménagers et assimilés. Des quantités qui présentent un problème environnemental et technique (dégradation de paysage, saturation des CET, problèmes de pollution...etc.), mais qui présent un potentiel économique très intéressant s'il est bien géré.

4. Cycle de vie du Ciment proposé dans un modèle économique circulaire

Le modèle proposé est une combinaison de cycles de vie de plusieurs produits pour une meilleure exploitation du potentiel de chacun (Figure 5).

Le béton et le mortier utilisés dans le bâtiment sont les principaux débouchés de l'industrie du ciment. En fin de vie, les constructions en béton sont démolies et mises en décharges. Ce béton qui est constitué de ciment et d'agrégat, représente la principale matière première du ciment car il est la source de Carbonate de Calcium (CaCO_3).

Au lieu de jeter les gravats de chantier, le béton peut être acheminé vers des stations de concassages. Les blocs de béton issus de la démolition sont concassés, avant de passer au déferrailage et au criblage. Les barres de fer sont ensuite destinées à la sidérurgie, alors que les granulats recyclés sont envoyés au cimenterie (flèches bleues Figure 5).

Les pneus usagés qui ont pour longtemps présentés un problème environnemental, peuvent trouver une nouvelle destination grâce à leurs natures. Fabriqués à base de Caoutchouc, les pneus sont une source d'énergie inestimable. Grâce au Pouvoir Calorifique de Caoutchouc qui est presque équivalent au pétrole ($\text{PCI} = 41\text{MJ/Kg}$), les pneus peuvent constitués un carburant de substitution pour le gaz naturel. Au lieu de les mettre en décharge, les pneus peuvent être collectés et destinés en centre de déchiquetage. Les composantes métalliques sont ensuite envoyées en sidérurgie, et les morceaux de caoutchouc déchiquetés sont réinjectés dans les fours de cimenterie comme source d'énergie (flèches rouges Figure 5).

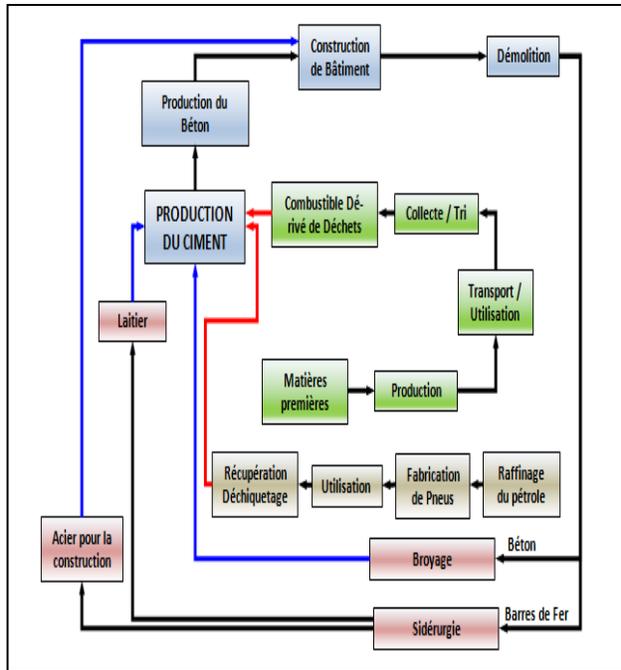


Figure.5. Cycle de vie du ciment (modèle circulaire)

Les déchets de ménagers et assimilés sont caractérisés par leur composition très variée (matières organiques, textiles, plastique, papier et carton...etc.). Les Combustibles Dérivés de Déchets, communément appelés « Refuse-Derived Fuel » (RDF), sont une source importante d'énergie qui peut jouer un rôle important comme combustible de substitution.

Pour avoir de RDF, les déchets ménagers sont triés pour écarter le verre, les métaux, et les autres parties non-combustibles. La fraction combustible est à son tour classée et triée. Les composantes lourdes (humides) sont envoyées à l'enfouissement, tandis que les composantes légères possédant une meilleure combustion (un PCI compris entre 15 et 20MJ/kg) sont acheminées vers la préparation pour donner des RDF sous forme de mélange ordinaire, ou compressées à des pastilles, de briques ou de bâtons.

5. Conclusion

Dans ce document, nous avons vu un exemple d'un modèle simplifié de l'économie circulaire. Un modèle dans lequel on peut intégrer plusieurs procédés dans un seul ensemble, de trouver une seconde tâche pour plusieurs « déchets » issues d'autres procédés, et de les utiliser comme de coproduits.

L'économie Circulaire semble être la solution optimale pour les économies locales des pays émergents comme le nôtre. Une économie croissante mais dépendante aux

hydrocarbures fossiles, où la consommation interne d'énergie est en croissance continue, et la production ne cesse de diminuer.

Malgré que la théorie semble nous donner des solutions prometteuses, une étude plus approfondie s'impose. L'objectif sera de connaître quels sont :

- Les meilleurs produits de substitution (énergie et matière première) pour le procédé, censés nous offrir un produit de meilleure qualité ;
- A quel point l'introduction de ces produits sera bénéfique pour l'environnement ;
- Les meilleurs scénarios à proposer du point de vue technique qu'environnemental.

La meilleure méthode d'évaluation environnementale qui se propose dans notre cas est l'Analyse de Cycle de Vie (ACV). Grâce à sa prise en compte de tout le cycle de vie des produits, une étude ACV nous donnera toutes les réponses possibles sur l'intérêt économique, technique et environnemental d'une éventuelle modification de procédé ou d'intégration de nouveaux produits.

Références

1. CMA, 2018. Label « Economie Circulaire Édition 2018 » : à vos projets ! Chambre de Métiers et de l'Artisanat (CMA). Online at: <https://www.cma.nc/la-cma/actualites/774-label-economie-circulaire-edition-2018-a-vos-projets>
2. GICA, 2019. Groupe Industriel Ciment d'Algérie. On line at: <https://www.gica.dz/> Williams J., 2017. What can the world do with 1.5 billion waste tyres? The Earthbound Report. On line at: <https://earthbound.report/2017/06/29/what-can-the-world-do-with-1-5-billion-waste-tyres/>
3. Makhlof, A., Quaranta, G., Kardache, R. Energy use and greenhouse gas (GHG) emissions in the Algerian cement production process: Life Cycle Assessment (LCA) methodology. Proceeding on the 8th Global Conference on Global Warming (GCGW-2019), Doha, Qatar, April 22-25, 2019. Pp 92. ISBN: 978-605-66381-7-6.
4. ECOIFFIER M., 2015. Les émissions de CO2 dans le monde en 2013. Chiffres & statistiques. N° 716. Commissariat général au développement durable Service de l'observation et des statistiques. ISSN: 2102-6378.
5. Veolia groupe, 2016. Lafarge fait carburer une cimenterie au pneu usagé. On line at: