

La récupération et le recyclage des déchets ferromagnétiques

Analyse de la situation au Cameroun

Bidoung J. ^{1,2}, Fomethe A. ¹, Yantio G. ¹, Melo U. ²

1. Laboratoire de mécanique des solides, Ecole nationale supérieure polytechnique de Yaoundé

2. Mission de promotion des matériaux locaux BP : 2396 - Yaoundé

Pour toute correspondance : bidoung@yahoo.com

Résumé

L'industrie de la récupération et du recyclage des matériaux ferromagnétiques a pris une grande importance dans le monde à cause des intérêts environnemental, énergétique et écologique qu'elle présente par rapport à l'industrie de l'élaboration de ces matériaux à partir du minerai [1, 2]. Dans le cas du Cameroun, la production des déchets ferromagnétiques est non négligeable. La présente étude a permis de l'évaluer la quantité annuelle de déchets ferromagnétiques entre 53 000 et 61 800 tonnes, dont 53 % sont collectées par les entreprises de recyclage locales, 29 % par les « casseurs », 15 % par les sociétés d'exportation de déchets et 0,06 % sont issues de la collecte des ordures ménagères. Ces déchets sont surtout constitués des ferrailles d'acier et de fonte.

Au Cameroun, la collecte des ferrailles reste encore largement une activité informelle dont le circuit de collecte est caractérisé par le manque d'équipements lourds et par l'activité individuelle n'évoluant pas dans le cadre de structures formelles et faisant intervenir des individus marginaux. Dans le marché local, les ferrailles sont divisées en deux catégories. Il y a d'une part les ferrailles de réemploi destinées aux entreprises de fabrication. Elles sont vendues par tas au niveau du premier stade de la collecte et leur coût est fixé en fonction de la nature et de la contenance du tas. D'autre part on a les ferrailles dites « sauvages » destinées au recyclage. Leur prix varie entre 15 et 40 FCFA (2,25 à 6 ct d'€) le kilogramme sur le marché local, et entre 60 000 et 80 000 FCFA (90 à 120 €) la tonne à l'exportation.

Il n'existe pratiquement pas de structures disposant de tout le matériel adéquat de traitement et de recyclage des ferrailles au Cameroun et ceci se traduit par une qualité médiocre des produits qui sont surtout de produits de construction (fers à béton). En 2006, on ne dénombre que 3 entreprises de recyclage des déchets ferromagnétiques.

Introduction

De nos jours, la récupération des matériaux occupe une place importante dans l'industrie mondiale. Par souci d'économiser les ressources naturelles, des efforts sont faits au niveau de chaque pays pour mettre en place des politiques de récupération et de recyclage. Le cas particulier des matériaux ferromagnétiques, objet de cette étude, présente un intérêt plus important grâce à la facilité du tri par des outils magnétiques. Ce sont en général des matériaux à base de fer (acier, fonte), de nickel et de cobalt. Ces deux derniers éléments entrent dans la composition des composants électroniques. Au Cameroun, les matériaux à base de fer (acier et fonte) sont de plus en plus utilisés et leurs importations sont en forte croissance. Quant aux matériaux à base de nickel et de cobalt, leur exploitation est encore au stade primaire avec la mise en place du projet d'exploitation des gisements récemment découverts dans la province de l'Est du pays. Dans la présente étude, nous nous sommes intéressés à la récupération et au recyclage des matériaux à base de fer et de fonte.

Méthodologie de l'étude

La réalisation de cette étude s'est appuyée sur des enquêtes et des observations sur le terrain auprès des acteurs de la filière de récupération et de recyclage et auprès des structures ayant un rapport avec ces acteurs de la filière. L'étude a été circonscrite aux villes de Yaoundé, Douala et Bafoussam qui hébergent la quasi-totalité de l'activité industrielle du pays. Les structures contactées ont été les suivantes :

- l'Institut national de la statistique ;
- la société Hygiène et Salubrité du Cameroun (HYSACAM) ;
- le ministère de l'Industrie, des Mines et du Développement technologique ;
- les décharges d'ordures de Ahala et Nkolfoulou à Yaoundé ;
- la décharge d'ordures de Maképé à Douala ;
- la décharge d'ordures de Djeleng V à Bafoussam ;
- quelques entreprises de la récupération et du recyclage (Aciéries du Cameroun, COFREM, CATCAM, SOCAFER, COMETAL...).

L'évaluation de la quantité des déchets ferromagnétiques générée au Cameroun (constituée presque exclusivement de ferrailles d'acier et de fonte) a été faite d'une part de façon théorique par la méthode proposée par CAVIC et al. en 1991 [3] et qui a été utilisée par la Commission économique pour l'Europe en 1992 pour estimer la quantité de ferrailles disponible dans plusieurs pays du monde. Cette méthode est basée sur l'exploitation des données statistiques de l'activité économique d'un pays pour une année donnée en matière de production, d'exportation et d'importation des produits à base de fer (acier et fonte).

D'autre part, nous nous sommes servi des enquêtes effectuées auprès des collecteurs et des consommateurs de ferrailles pour avoir une estimation de la quantité réelle de ferrailles générée au Cameroun [2].

Résultats

III - I - Les différentes sources de ferraille au Cameroun

La ferraille au Cameroun est généralement disséminée dans des zones à fort potentiel industriel, la présence de la ferraille étant liée à l'utilisation des produits ferreux. Les activités de collecte sont donc effectuées essentiellement dans les villes de Yaoundé, Douala et Bafoussam qui sont les principales zones du Cameroun à forte activité industrielle. Les principales sources de la ferraille au Cameroun sont :

- les ordures ménagères (OM), qui contiennent environ 2 à 4 % de ferrailles ; la ferraille issue des OM est généralement collectée au niveau des décharges ; les principales décharges sont présentées au tableau I ;
- les voitures hors d'usage (VHU) ;
- les usines en démolition qui constituent l'une des sources importantes de la ferraille vu le grand nombre d'entreprises qui ont cessé leurs activités à cause de la crise économique qui a sévi au Cameroun depuis les années 1980 ;
- les usines de transformation qui utilisent les produits en acier (profilés, poutrelles...) comme matière première (Chantier naval et industriel du Cameroun, Métal Service, Steelcam, Socafer, Sitrafer, Cometal, Superdoll, Etamef Industries, Sidem...) ;
- les autres sources (ravins, fosses...).

Tableau I : Présentation des principales décharges d'ordures ménagères du Cameroun

Nom de la décharge	localisation	Superficie (ha)	Hauteur (m)	Volume (m3)	Intrants (t/an)
Nkolofoulou	Yaoundé (route de Soa)	4	15	600 000	500
Ahalla	Yaoundé (route de Douala)	5	-	-	-
Makepe	Douala	1	10	100 000	170 000
Djeleng V	Bafoussam	0,1	2	2 000	-

Source : Atlas des décharges d'ordures ménagères dans les pays en développement

(www.ulg.ac.be/cwbiil/projets/atlas/décharges/FR25.html)

III - 2 - Estimation de la quantité de ferraille générée au Cameroun par la méthode d'enquête

L'évaluation du gisement national de ferraille est difficile à cause de l'absence de données statistiques. L'activité de récupération au Cameroun étant très informelle, la structure en charge des statistiques ne dispose pas de moyens lui permettant de récolter ces données. Les données disponibles sont issues des structures plus ou moins formelles qui existent (CATCAM, Aciéries du Cameroun, COFREM...). Afin d'évaluer la quantité de ferraille générée par an au Cameroun, nous avons mené des enquêtes auprès des acteurs exerçant au niveau des différentes sources de ferrailles. C'est ainsi que nous nous sommes rapprochés de certaines structures et acteurs intervenant dans la récupération, à savoir :

- les « casses » de Yaoundé et Douala,
- les plus grandes entreprises de récupération d'exportation ou de recyclage (Aciéries du Cameroun, COFREM, CATCAM...),
- la société Hygiène et Salubrité du Cameroun (HYSACAM).

A l'issue de notre enquête, nous avons obtenu les résultats ci-après. Dans les ordures ménagères (OM) collectées au Cameroun, on rencontre environ 2,5 % de ferraille (source : HYSACAM). La production nationale des OM étant évaluée à 4,148 tonnes/jour (source HYSACAM), on peut donc estimer la quantité de ferrailles issue des OM à environ 38 tonnes/an. On compte, dans tout le pays, environ 300 « casseurs » et chaque « casseur » peut collecter environ 60 tonnes de ferrailles par an, soit au total 18 000 tonnes/an.

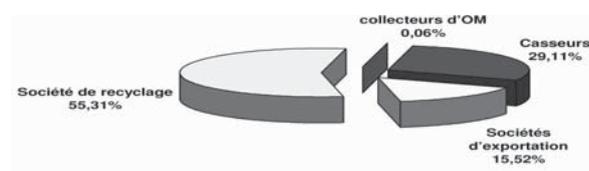
La société de collecte CATCAM exporte environ 9 600 tonnes de ferrailles. Les Aciéries du Cameroun collectent environ 33 000 tonnes/an. COFREM collecte environ 1200 tonnes/an.

En récapitulant toutes ces données, il ressort que la production nationale de ferraille est d'au moins 61 838 tonnes/an.

Tableau 2 : Présentation des quantités de ferrailles collectées par différents acteurs

Désignation	Quantité (tonnes)	Proportion (%)
collecteurs d'OM	38	0,06
Casseurs	18 000	30
Sociétés d'exportation	9 600	15
Société de recyclage	34 000	55
Total	61 838	100

Figure I : Répartition de la ferraille collectée par type d'acteur



Nous constatons que la moitié seulement des ferrailles collectées est recyclée. Ceci montre la nécessité de développer la filière de récupération au Cameroun. En plus les « casseurs » disposent de 29,11 % de ferrailles qui sont surtout des ferrailles de réemploi.

Ceci montre que la quantité des ferrailles utilisées dans la construction mécanique est non négligeable. Ces ferrailles sont le plus souvent utilisées pour la fabrication des machines agro-alimentaires. Ces métaux réutilisés présentent des risques (intoxication due aux éléments toxiques tels que le plomb, faible résistance due à la fatigue et à la corrosion). Il serait donc nécessaire que ces métaux soient traités et recyclés avant leur réemploi. D'où une fois de plus la nécessité de développement de la filière de récupération et de recyclage au Cameroun.

III - 3 - La collecte de la ferraille au Cameroun

Les acteurs de la collecte

Au Cameroun, la collecte des ferrailles reste encore une activité informelle impliquant plusieurs types d'acteurs allant des chineurs aux gros consommateurs, en passant par les collecteurs. L'une des caractéristiques du circuit de collecte du Cameroun est que les acteurs sont en majorité des individus marginaux n'évoluant pas dans le cadre de structures formelles. On ne rencontre que quelques structures formelles au niveau de gros consommateurs (PME de collecte et d'exportation, PME de recyclage...). Même au niveau des PME, l'organisation n'est pas très rigoureuse et n'obéit pas toujours aux normes. Dans la plupart des cas, ce sont des structures familiales. Les activités de collecte de la ferraille au Cameroun s'effectuent à deux niveaux (figure 2).

Le premier stade fait surtout intervenir des individus marginaux qui font de la collecte des ferrailles un petit métier leur permettant de gagner leur vie. Les chineurs s'activent à collecter les ferrailles au niveau des usines de transformation, des décharges, des usines en démolition et des autres sources (ravins, ménages). Cette ferraille est vendue auprès des revendeurs communément appelés « casseurs » et ayant des bases fixes. On rencontre les « casseurs » dans les zones telles que Mkolo Elobi, Tsinga, Ekounou, Essos, Mvog Ada, Mimboman (Yaoundé), Maképé, zone portuaire Nord, Bonakouamouang (Douala). Ils disposent d'un stock de ferrailles qui permet de ravitailler les fabricants d'équipements (presses, machines agroalimentaires...) et les gros consommateurs.

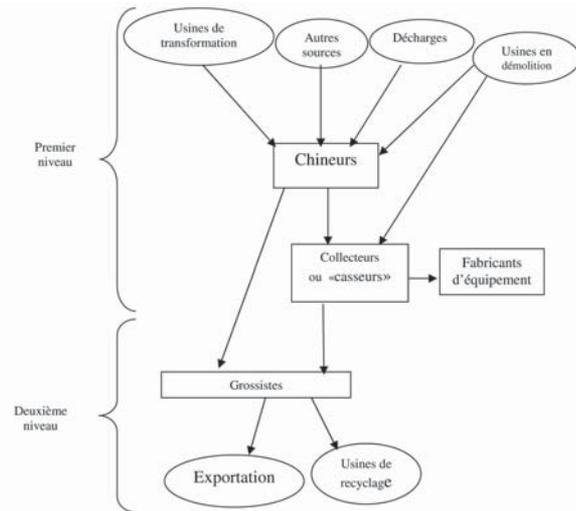
Le premier stade de la collecte est caractérisé par un échange dense de service entre tous les acteurs. Il n'y a pas de limites de compétences. C'est ainsi que certains collecteurs eux-mêmes descendent sur le terrain au niveau des décharges, usines de transformation (Chantier Naval et Industriel du Cameroun, Superdoll, Steelcam, Africa Steel Industry, Cometal...), usines en démolition et autres sources pour se ravitailler en ferrailles.

En outre, certains chineurs ayant de gros moyens livrent directement aux gros consommateurs.

Le deuxième stade de la collecte fait intervenir les gros consommateurs tels que les PME de collecte qui sont des structures plus ou moins formelles (CATCAM, COMAGRICAM, QUIFEUROU, FOKOU,...) qui exportent leurs ferrailles vers certains pays d'Europe tels que l'Espagne.

On y distingue aussi des PME de recyclage (Aciéries du Cameroun, SOCAFER, COFREM...). Toutes ces structures sont ravitaillées par les « casseurs » et parfois par les chineurs

Figure 2 : Schéma de collecte de la ferraille au Cameroun



Méthodes et outils de collecte

Les collecteurs camerounais utilisent des moyens modestes pour effectuer leur travail. Les individus marginaux qui sont à la base de la filière disposent d'un petit matériel léger (meules à tronçonner, masses...) qui ne leur rend pas toujours la tâche facile. La majorité du travail est faite manuellement par ramassage des morceaux de ferrailles facilement transportables. La ferraille collectée est regroupée par tas et transportée vers les lieux de vente par des camions loués par des collecteurs. Les collecteurs peuvent également louer des engins lourds (pelles chargeuses, chariots élévateurs, camion-grue...) pour le ramassage de gros morceaux de ferrailles. Ce type de ferrailles est surtout collecté par des personnes ou structures assez nanties financièrement. Certaines ferrailles telles que les véhicules hors d'usage (VHU) ne sont pas exploitées faute de moyens adéquats (broyeurs, déchiqueteurs...)

Contrairement aux pays développés, la collecte des ordures ménagères n'est pas sélective au Cameroun, c'est ce qui justifie la présence des ferrailles dans les décharges.

III - 4 - Le marché de la récupération au Cameroun

Du point de vue des transactions commerciales, la ferraille collectée au Cameroun se distingue en deux catégories :

- les ferrailles de réemploi (poutrelles, barres, carrières, ronds d'aciers...),
- les ferrailles « sauvages » destinées au recyclage.

Au premier niveau de collecte, les coûts d'achat pratiqués par les chineurs auprès des fournisseurs (usines de transformation, usines de démolition, décharges et autres sources) ne sont pas réglementés.

Tout se passe dans la négociation en fonction du type de ferraille. Les ferrailles de réemploi sont vendues par tas. Leur coût dépend de la quantité et de la qualité des ferrailles contenue dans les tas. Les prix des ferrailles vendues par tas peuvent varier de 25 000 à 300 000 FCFA par tonne. Les ferrailles « sauvages » à ce stade sont vendues entre 15 et 20 FCFA le kilogramme.

Au deuxième stade de la collecte, la ferraille est vendue en kilogrammes auprès des gros consommateurs. Le prix du kilogramme varie entre 30 et 40 FCFA. Les exportateurs des ferrailles vendent par tonne, le prix d'une tonne variant entre 60 000 et 80 000 FCFA.

III - 5 - Le traitement des ferrailles

Structures et outils de traitement

Dans le secteur de la récupération au Cameroun, il n'existe pratiquement pas de structures spécialisées dans le traitement des ferrailles, disposant des équipements appropriés (équipements magnétiques, presses cisailles, cisailles hydrauliques, lignes de broyage...). Les ferrailles collectées par les individus marginaux sont directement vendues :

— aux grossistes qui disposent juste d'un petit matériel d'emballage et de chargement (cisailles, masse pour casser les blocs, scies, meules, chariots élévateurs...) ; c'est le cas de l'entreprise CATCAM qui stocke environ 9 600 tonnes de ferrailles par mois et les exporte vers l'Europe ;

— aux entreprises de recyclage qui disposent d'un matériel de traitement interne ; c'est le cas des Acieries du Cameroun qui disposent d'une presse hydraulique.

Méthodes de traitement

Au Cameroun, la récupération des ferrailles est faite en grande partie de façon manuelle. En effet, les opérations de tri manuel commencent avec les collecteurs marginaux au niveau des décharges, des usines en démolition, des ravins et autres sources. Les déchets d'aciers et de fonte sont séparés des autres matériaux (plastiques, verre...). Les pollutions (huiles, peintures...) et les corps dangereux sont éliminés.

Une fois que les ferrailles triées sont vendues aux usines de recyclage et aux entreprises d'exportation, un nouveau tri est effectué par ces structures. Pour les exportateurs, le tri manuel des ferrailles est suivi de leur découpe à l'aide d'une cisaille, d'un chalumeau ou d'une meule, en dimensions prescrites par le client. Cette prescription repose le plus souvent sur des référentiels étrangers.

Pour les entreprises de recyclage internes, le traitement des ferrailles se fait suivant les exigences propres à leur méthode d'élaboration. Après le tri manuel, les ferrailles sont réduites en dimensions convenables par des outils tels que la cisaille, la presse hydraulique, des masses pour casser des blocs de fonte. Au Cameroun, on n'utilise pas de méthodes modernes de récupération des déchets telles que l'incinération, la thermolyse, le compostage... En outre il n'existe pas de lignes de broyage spécialisées dans la récupération des véhicules hors d'usage (VHU).

Qualité des ferrailles

La grande faiblesse du traitement des ferrailles au Cameroun vient du manque de moyen de tri magnétique. Le tri manuel ne garantit pas la bonne qualité des ferrailles. De plus, les usines de recyclage ne possèdent pas de moyen de contrôle de la qualité des ferrailles leur permettant de déterminer leur composition chimique. Or la connaissance de la composition chimique d'une ferraille pour l'aciériste est très importante pour les opérations de mise en nuance.

Les moyens légers de collecte peuvent aussi favoriser la détention d'un taux élevé d'impuretés dans les ferrailles. En fait, le broyage ou la réduction de la ferraille en minuscules parties permet de la séparer facilement des éléments non métalliques et d'autres éléments tels que le cuivre et l'aluminium. Le métier de récupération au Cameroun n'étant pas professionnalisé, on rencontre le plus souvent des individus exerçant dans la filière n'ayant aucune notion de base de la métallurgie. Ces individus ne peuvent donc pas distinguer l'acier ou la fonte des autres métaux. Cette situation constitue un handicap sérieux pour la qualité de la ferraille recyclée au Cameroun. Le Cameroun ne dispose pas encore de norme en matière de traitement des ferrailles.

III - 6 - Le recyclage de la ferraille au Cameroun

Le Cameroun ne dispose pas encore de très grandes entreprises de recyclage de la ferraille. On ne dénombre que quelques PME installées dans la ville de Douala. En 2006, on compte trois structures. Les entreprises camerounaises n'ont pas toujours suffisamment de moyens pour s'adapter à l'évolution de la technologie. Leurs méthodes d'élaboration restent modestes, ne garantissant pas toujours une très bonne qualité des produits. Parmi les entreprises de recyclage des matériaux ferromagnétiques identifiées au Cameroun, on distingue deux groupes suivant la nature des matériaux recyclés : d'un côté le recyclage de la fonte et de l'autre le recyclage de l'acier. Dans la suite, nous présentons des exemples de processus d'élaboration de l'acier et de fonte utilisés par les plus grandes de ces entreprises.

Processus de recyclage des ferrailles d'acier

Le processus décrit est celui utilisé par l'une des plus grandes entreprises du recyclage des ferrailles d'acier au Cameroun Fusion : Après la préparation des ferrailles (découpage par les cisailles, tri manuel), celles-ci sont fondues à 1 750 °C dans un four à induction d'une capacité de 8 tonnes et d'une puissance de 1 800 kWh/tonne.

Affinage : On note l'absence de station d'affinage utilisant les méthodes modernes de mise en nuance de l'acier (dégazage sous vide, affinage par injection). L'ajustement de la composition chimique du bain d'acier liquide brut ou « sauvage » se fait ici en additionnant des éléments d'alliages. La désoxydation se fait par introduction dans le bain d'acier brut de désoxydants tels que le silicium ou l'aluminium.

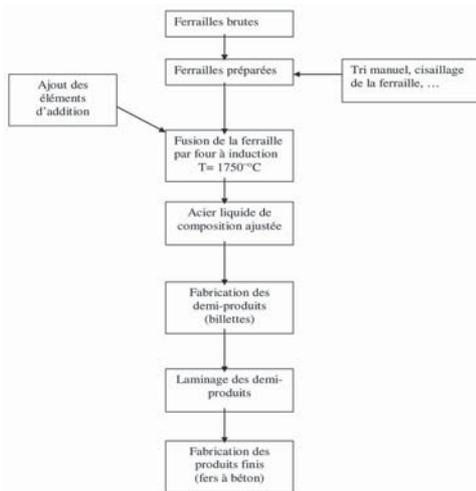
La coulée : La machine à coulée continue de type vertical est utilisée pour la production des demi-produits. Sa capacité est d'environ 80 tonnes/jour. L'acier liquide est coulé dans une

lingotière en cuivre de section carrée. Un système d'arrosage d'eau assure le refroidissement du métal coulé. Un système de rouleaux permet d'entraîner vers le poste d'oxycoupage le métal coulé qui se solidifie au fur et à mesure qu'il progresse. Les demi-produits fabriqués, qui sont des billettes, sont sectionnés en longueur de 6 m par l'oxycoupeur.

Le laminage : Les produits obtenus (billettes) sont d'abord réchauffés dans des fours jusqu'à leur température de laminage (1 200 °C) puis sont acheminés dans le laminoir autour de 800 à 900 °C. Les produits finis obtenus sont des fers à béton de diamètre 6, 8, 10, 12, 14, 16, 20, 25, et 32 mm. Les produits obtenus sont bleus à l'air naturel ce qui permet d'éviter la corrosion.

La figure 3 résume le processus de recyclage de l'acier décrit ci-dessus.

Figure 3 : Processus de recyclage de l'acier utilisé dans l'une des plus grandes entreprises de recyclage camerounaise



Fusion : La ferraille de fonte est fondue dans des cubilots à une température variant entre 1 200°C et 1 500 °C.

Affinage : A la fin de la fusion, la composition chimique est contrôlée. Les teneurs en carbone, manganèse, silicium, phosphore et soufre sont ajustées par ajout des éléments d'alliage.

Moulage : La technique de mise en forme utilisée ici est le moulage à sable à l'aide d'une machine à mouler. Les produits fabriqués sont en général des sabots de freins des trains (figure 4).

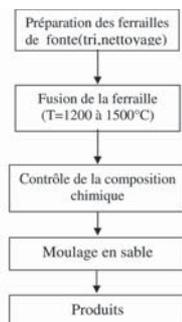


Figure 4 : Exemple de processus de recyclage des produits de fonte utilisé par une usine de la place

III - 7 - Les produits issus du recyclage au Cameroun

Les produits issus du recyclage au Cameroun sont surtout des produits de construction (fer à béton) et des outils agricoles (machettes, houes, pelles, brouettes).

On y rencontre aussi des produits destinés à la construction mécaniques (tubes, profilés).

Les produits issus du recyclage au Cameroun sont vendus au Cameroun et dans la zone CEMAC. Sur le marché, ils font concurrence aux produits importés. D'après les enquêtes menées, de façon générale, les produits recyclés localement ont tendance à être les plus demandés du fait de leurs prix abordables par rapport aux revenus des Camerounais. Dans le cas particulier des produits de construction, les enquêtes menées auprès des constructeurs ont permis de vérifier qu'environ 70 % des Camerounais utilisent les matériaux de construction recyclés localement. Quant aux outils agricoles, ils sont demandés à près de 90 %. Ceci est justifié par le fait que la population agricole au Cameroun est démunie et ne peut que solliciter des produits à faible prix. Pour ce qui est la qualité, aucune étude n'a été faite jusqu'à ce jour pour analyser les produits issus du recyclage. Toutefois, l'opinion populaire a tendance à les considérer comme produits de qualité douteuse. Il serait donc important de mener une étude de vérification de la qualité de ces produits.

IV - Conclusion générale et perspectives

L'objectif de ce travail était de faire un état des lieux de la filière de la récupération et du recyclage au Cameroun en comparaison avec les méthodes et les moyens utilisés dans les pays développés. Nous avons, à l'aide des enquêtes sur le terrain, vérifié que la filière de la récupération et du recyclage des matériaux à base d'acier et de fonte reste encore peu développée au Cameroun. Les méthodes et les moyens utilisés ne sont pas adéquats, ce qui engendre des produits de qualité approximative. En outre, la quantité de ferraille disponible au Cameroun a été estimée entre 53 000 et 61 833 tonnes en 2006.

En perspective, il ressort de cette étude la nécessité d'analyser les caractéristiques des produits issus du recyclage au Cameroun, ce qui pourra contribuer à l'ajustement des processus d'élaboration et à la mise sur pied d'une norme sur l'élaboration et l'utilisation des produits recyclés au Cameroun.

Références

- [1] www.sfc.fr/Données/métaux/fe/texte.htm
- [2] Commission économique pour l'Europe - Impact des développements de la récupération et de la préparation des ferrailles sur l'évolution de la sidérurgie mondiale – Série Acier, 1993
- [3] Commission économique pour l'Europe - La qualité des produits en acier et l'utilisation maximale de la ferraille - 1992
- [4] Annuaire statistique du Cameroun 1988, Institut national de la statistique
- [5] Annuaire statistique du Cameroun 2004, Institut national de la statistique