



Les briqueteries

Problématique

La brique d'argile est l'un des matériaux de construction les plus polyvalents. Un bâtiment en briques donne à ses occupants une sensation de confort ; cette qualité résulte d'une combinaison de propriétés que ne possèdent pas les autres matériaux de construction. On dit même que les murs en briques respirent ! En effet, les pores de la brique sont assez gros pour permettre le passage de la vapeur d'eau et de l'air, mais assez fins pour empêcher la pénétration de l'eau de pluie.

La brique est un produit chimiquement très inerte sur lequel une atmosphère agressive a peu, voire pas de prise. Cette propriété est la base de la durabilité quasiment légendaire de la brique. La brique est aussi reconnue pour sa résistance mécanique élevée, son incombustibilité, son imperméabilité, sa légèreté et, surtout, l'isolation thermique et l'isolation acoustique élevées qu'elle fournit. De plus, le dimensionnement des briques est normalisé.

Toutes ces qualités font de la brique un matériau de construction idéal qui peut répondre à de nombreuses utilisations en maçonnerie. Toutefois, les briqueteries sont des industries très consommatrices d'énergie, notamment les usines de grande capacité, qui comptent

souvent plusieurs unités de production. La briqueterie consomme de l'énergie électrique et thermique : une briqueterie de capacité de production de 400 tonnes par jour peut consommer jusqu'à 5 GWh d'électricité par an et 56 millions de thermies de gaz naturel par an (1 thermie = 1000 kcal = 4,2 MJ = 1,16 kWh). La consommation énergétique annuelle totale équivaut à 70 GWh.

Cette consommation énergétique peut représenter jusqu'à 50 % du coût de production de la brique. Les conséquences sont lourdes pour les briquetiers, qui cherchent à réduire leurs coûts dans un contexte de concurrence accrue, notamment avec les promoteurs de nouveaux matériaux de construction, tels que le béton préfabriqué et le béton cellulaire.

L'efficacité énergétique et le recours aux combustibles alternatifs sont donc essentiels. Les gisements d'économie d'énergie les plus importants des briqueteries incluent la récupération de chaleur de la zone de refroidissement du four et sa réintroduction dans le séchoir, ce qui permet une économie d'énergie pouvant atteindre 40 % de la consommation du séchoir, la régulation automatique des paramètres de fonctionnement du four et du séchoir et, finalement, la substitution des combustibles fossiles par d'autres sources, telles que les grignons d'olives, les déchets de palmiers et les casses d'amande.

La fabrication de briques en Tunisie, affectée par l'augmentation du prix de l'énergie

La Tunisie compte actuellement plus de 150 unités de production de briques avec une capacité de production annuelle dépassant 12 000 000 de tonnes. Cette capacité est exploitée à 75 % environ, soit une production moyenne annuelle de l'ordre de 9 000 000 de tonnes.

- 96 % de la production est assurée par des unités industrielles disposant de séchoirs et de fours à feu fixe, de moyens de manutention partiellement ou totalement automatisés et ayant une capacité unitaire de production supérieure à 50 000 tonnes par an.
- 2,5 % de la production est assurée par des unités semi-industrielles disposant de séchoirs à chambre et de fours à feu mobile et ayant une capacité unitaire de production comprise entre 15 000 et 50 000 tonnes par an.
- 1,5 % de la production est assurée par des unités artisanales caractérisées par une technologie rudimentaire et disposant de fours à feu mobile. Le séchage est naturel, à l'air libre, et la capacité unitaire de ces briqueteries est inférieure à 15 000 tonnes par an.

Au cours des dernières années, la production a connu un certain repli lié en grande partie à l'augmentation du prix de l'énergie, après l'élimination de la subvention gouvernementale sur les produits énergétiques. Le manque de fonds pour l'entretien des installations accentue les problèmes techniques rencontrés par les usines.

Aujourd'hui, la structure de coût de production d'une brique creuse en Tunisie se décompose ainsi :

- Main-d'œuvre : 20 % à 30 %
- Énergie : 45 % à 55 %
- Frais financiers et amortissements : 10 % à 15 %
- Matières premières : 9 % à 11 %
- Maintenance : 4 % à 5 %



Principes de base

Marché des briques

Les principaux producteurs de briques et de tuiles dans le bassin méditerranéen sont l'Espagne, premier producteur de briques dans le monde, la France, l'Italie et la Turquie. En Afrique, le Sénégal et le Burkina Faso sont les premiers pays producteurs de briques pleines traditionnelles. La Tunisie, le Maroc et, plus récemment, l'Algérie, en train d'implanter un grand nombre de briqueteries modernes, sont les premiers producteurs de briques argileuses. Un grand nombre d'usines sont implantées à proximité des ressources naturelles, les carrières d'argile, pour faciliter l'exploitation et réduire les coûts liés au transport.

Certaines briqueteries artisanales ou familiales utilisent des outils simples et reposent sur la transmission du savoir de père en fils. Le savoir de la terre cuite est en fait plus que millénaire. Ces usines sont fréquentes au sud de la Tunisie, en Afrique centrale et subsaharienne.

Brique artisanale de Tozeur (sud de la Tunisie)



Photo : Silem Bouragaa Bacrouiche

Les unités semi-industrielles, utilisant des séchoirs à chambres et des fours à feu mobile, affrontent actuellement des difficultés techniques et financières et n'arrivent plus à faire face à la concurrence des unités industrielles. Les technologies utilisées sont souvent dépassées et les pièces de rechange ne sont plus commercialisées.

Le marché repose donc principalement sur des briqueteries industrielles modernes, automatisées, avec des systèmes de commande et de supervision à distance des séchoirs et des fours. Cette génération de briqueteries a connu un essor important depuis les années 2000 avec une pénétration rapide des technologies italiennes, françaises et turques, notamment en Afrique du Nord.

Ventilation de la consommation énergétique dans une briqueterie industrielle

L'électricité représente de 10 % à 20 % de la consommation énergétique d'une briqueterie ; l'énergie thermique représente le reste, soit 80 % à 90 % de la consommation énergétique. Autrement dit, le potentiel d'économie d'énergie thermique est très important.

Tableau 1. Consommation électrique dans une briqueterie

Phase	kWh/tonne de brique
Fabrication/façonnage	19-20
Séchage	10-12
Préparation	6-7,5
Cuisson	5-5,5
Consommation électrique moyenne	40-45

Tableau 2. Consommation thermique dans une briqueterie

Phase	th/tonne de brique
Séchage	120-150
Cuisson	250-300
Consommation thermique moyenne	370-450

Malgré le large assortiment de briques, la diversité de leurs formes, leurs propriétés physicomécaniques et le type d'argile utilisé, les étapes de fabrication de produits rouges sont communes. Elles incluent la préparation, la fabrication (façonnage), le séchage et la cuisson.

Les ateliers de préparation et de fabrication consomment exclusivement de l'électricité pour les moteurs des ventilateurs, les broyeurs, les malaxeurs et la mouleuse ou l'étireuse (tableaux 1 et 2). Cette dernière machine, qui façonne les briques pour obtenir la forme et le type de brique souhaités, est une grosse consommatrice d'énergie électrique, avec des puissances installées de 230 à 280 kW.

Description technique

Mélanges et stockages

La qualité de l'argile a une grande influence sur tout le cycle de fabrication des briques, depuis la préparation de la matière jusqu'à la qualité du produit fini. L'expérience a aussi montré que le mélange d'argile et le dosage des mélanges d'argile ont une grande influence sur la consommation d'énergie du four : un bon mélange permet de réduire la température de cuisson de 920 à 850 °C, ce qui peut réduire la consommation thermique du four d'au moins 5 %. Le dosage des mélanges d'argile est un domaine qui mérite plus d'études et de recherche. La plupart des briquetiers ne donnent pas beaucoup d'importance à ce paramètre.

Une autre possibilité d'amélioration est de réaliser un stockage plus long de la matière première avant de l'acheminer à l'atelier de préparation. En effet, un mélange d'argile stocké pendant une ou deux heures donne un taux de rebut de 2 % à 2,5 % au niveau de l'étreuse, contre 0,5 % à 1 % dans le cas d'un stockage pendant une semaine. Cette baisse des rebuts permet de réduire la consommation d'énergie électrique de fabrication de 1,5 %. Cette technique est aussi appelée « cure ».

Cycle de fabrication des briques artisanales

La préparation et le façonnage se font d'une façon manuelle. Les produits crus sont séchés à l'air libre et passent dans un four à feu mobile. Le four est allumé et alimenté à travers les « alandiers », ou bouches à feu, par les feuilles de palmiers ou une autre matière disponible, telle que le bois. La consommation énergétique de ces unités est de l'ordre de 20 kWh/tonne (énergie électrique) et 150 th/tonne équivalant à 175 GWh/tonne (énergie thermique), soit un total combiné de 195 kWh/tonne.

Les briqueteries artisanales ne font pas couramment appel à des organismes ou des experts externes pour l'assistance technique, les études et le conseil. Ces briqueteries reposent plutôt sur une structure familiale et un savoir-faire transmis d'une génération à l'autre, ce qui transforme le secteur en un métier ne nécessitant pas de connaissances et d'outillage pointus.

Briqueteries industrielles

Le cycle de fabrication comprend quatre phases.

- 1) *La préparation* vise à transformer la matière première, après l'excavation, en une matière caractérisée par l'uniformité et la constance de la composition des éléments minéralogiques et chimiques. La préparation comprend notamment l'humidification uniforme et suffisante pour permettre un bon moulage du produit.
- 2) *La fabrication (ou façonnage)* se fait principalement par moulage (par extrusion), possible avec des mélanges qui ont un taux d'humidité entre 20 % et 26 %. Le mélangeur permet de dégazer l'argile pour augmenter sa plasticité et d'obtenir un juste dosage de l'argile dans l'hélice de la machine. La mouleuse « extrudeuse » achemine l'argile vers une filière (ouverture) qui donnera au filon de terre le profil voulu. Pendant ce parcours, un compactage de l'argile s'effectue et sa plasticité augmente grâce à la persistance du dégazage.
- 3) *Le séchage des briques* vise l'évacuation de l'eau de façonnage jusqu'à ce que la teneur en eau du produit soit réduite à moins de 3 % environ du poids sec. Cette opération est délicate, car il faut interrompre le séchage en dessous de la limite de tension que peut supporter la pâte; cette limite varie avec la nature de l'argile et la cohésion de la pâte, ce qui rend difficile un séchage homogène.

Le séchage naturel à l'air libre nécessite un grand espace et un cycle très long.

Le séchage artificiel s'effectue dans des installations permettant d'assurer à la fois un chauffage progressif et une ventilation régulière. Les technologies les plus reconnues sont (i) le séchoir à chambres où la circulation longitudinale de l'air se fait en sens inverse de l'entrée des produits. L'opération dure d'un à cinq jours suivant les argiles. Ce type de séchoir est de moins en moins utilisé dans l'industrie. (ii) Le séchoir tunnel où circulent des balancelles portant les briques à sécher, dans le sens inverse de l'air chaud et sec récupéré des fours. Le séchage dure de six heures à trois jours. Ce type de séchoir est prépondérant dans le secteur, étant donné la facilité d'exploitation et la durée réduite du cycle de séchage, offrant un meilleur rendement énergétique. Dans les deux cas, la durée de séchage peut être réduite par un brassage de l'air au moyen de puissants ventilateurs.

- 4) *La cuisson* du produit de terre doit être effectuée après le séchage afin de faire acquérir à la brique ses caractéristiques définitives de résistance mécanique et d'inaltérabilité face aux intempéries. Les installations pour la cuisson des briques sont très diverses. Le four tunnel, dans lequel le produit est mobile et le feu est fixe, est le plus utilisé. Pendant les deux dernières décennies, la plupart des briqueteries ont migré vers ce type de four pour augmenter leurs capacités de production, réduire leur consommation d'énergie et diminuer les coûts de production. Un four tunnel comprend trois zones : (i) une zone de préchauffage, (ii) une zone de cuisson et (iii) une zone de refroidissement. Des dispositifs de régulation automatique permettent une cuisson uniforme avec le suivi de la température dans chaque zone du four et l'obtention d'une courbe de cuisson adéquate pour chaque mélange d'argile ou produit désiré. La régulation automatique permet de réduire jusqu'à 15 % de la consommation d'énergie d'un four tunnel.

Finalement, étant donné l'évolution des techniques de séchage et de cuisson ainsi que l'augmentation des capacités de production jusqu'à 2000 tonnes par jour, il a été nécessaire de passer de la manutention manuelle à la manutention semi-automatique ou automatique.

Vue intérieure d'un four tunnel



Photo : Sihem Bouragaa Bacouiche

Un profil énergétique cogénérateur

Le profil énergétique des briqueteries est caractérisé par une stabilité de la consommation d'électricité et de chaleur toute l'année, ce qui facilite l'intégration de la cogénération et permet d'améliorer l'efficacité énergétique des usines. Les centrales à cogénération atteignent un rendement énergétique supérieur à 95 %, contre un rendement maximal de l'ordre de 55 % pour la production d'électricité hors cogénération. Autrement dit, la cogénération est une des solutions prometteuses pour le secteur. Par exemple, en Tunisie, des installations de cogénération de 4 à 5 MW sont fonctionnelles pour alimenter les usines en électricité produite par les turbines ou les moteurs à gaz, avec récupération des fumées pour le séchage des briques. Certaines briqueteries ont ainsi pu réduire leurs factures d'énergie jusqu'à 30 %. De plus, la vente de l'excédent d'électricité produite au fournisseur d'énergie électrique améliore la rentabilité de ces systèmes.

Stratégies de mise en œuvre et résultats attendus

Une panoplie d'actions

Des mesures d'amélioration du rendement énergétique sont disponibles à chacune de ces étapes (tableau 3).

Les applications

Les technologies varient d'un pays à l'autre, voire dans un même pays, sous l'effet du manque de compétences ou du manque de moyens financiers, ce qui se solde par des stratégies d'économie d'énergie très variables. De plus, l'achat d'un nouveau séchoir ou d'un nouveau four est un investissement lourd. De même, l'investissement dans des installations de cogénération ou d'énergie photovoltaïque est souvent équivalent à l'investissement d'un agrandissement de l'usine par une nouvelle unité de production, ce qui rend les choix des industriels difficiles.

Pour éviter ces investissements décrits comme « lourds », ces industriels optent généralement pour des actions d'économie d'énergie moins coûteuses, mais à fort potentiel, telles que la récupération de la chaleur excédentaire des fours pour l'envoyer vers les séchoirs (figure 1). Ce processus permet de valoriser le plus grand gisement d'économie d'énergie d'une briqueterie. Il a permis à plusieurs briqueteries de réduire leur consommation thermique jusqu'à 50 th/tonne, soit le tiers de la consommation du séchoir.

Les durées de cycle de séchage ou de cuisson font aussi partie des sujets de développement dans les briqueteries, car réduire le cycle de séchage ou de cuisson contribue directement à la réduction de la consommation de l'énergie. Parfois, on trouve des briqueteries à fours très longs, permettant de réduire le séjour des wagons tout en augmentant la capacité de production. L'accélération de la vitesse de séchage grâce aux méthodes de préparation de la matière première est un moyen pratique pour améliorer la qualité de séchage et réduire la consommation d'énergie thermique.

D'autres actions simples à mettre en œuvre sont disponibles. Ce sont des actions génériques d'efficacité énergétique, telles que l'installation de variateurs de vitesse au niveau des ventilateurs, l'installation de batteries de condensateurs et de filtres anti-harmoniques ou encore la mise en place de tableaux de bord de suivi énergétique avec la possibilité d'installation de compteurs divisionnaires d'énergie pour calculer continuellement les ratios de consommation électrique et thermique. Cette dernière mesure aide les briqueteries à mieux calculer leurs coûts de production, à optimiser leurs contrats de fourniture de l'énergie et à comparer les lignes de production, en particulier les ratios thermiques des fours et des séchoirs.

Des résultats visibles

Les indicateurs de performance énergétique des briqueteries industrielles montrent une amélioration remarquable grâce aux efforts qui ont été faits pour optimiser les procédés, exploiter de nouvelles technologies de séchage et cuisson, automatiser les opérations de chargement et de déchargement, d'empilage et de dépilage, réduire le taux de déchet et diminuer des taux de consommation d'énergie des équipements.

L'importance du cadre réglementaire et incitatif

L'instauration d'un cadre incitatif est importante pour amener les industriels à mettre en œuvre un plan d'efficacité énergétique et à profiter de l'assistance technique des pays plus expérimentés dans ce domaine.

Par exemple, la Tunisie a mis en place un cadre réglementaire et incitatif pour mettre à niveau ses industries et favoriser un environnement compétitif. Ce cadre inclut des subventions couvrant jusqu'à 70 % des coûts des actions immatérielles et 20 % des coûts des actions matérielles, notamment par l'intermédiaire du Fonds de transition énergétique (FTE). Les plans de mise à niveau s'articulent autour de quatre points essentiels :

- 1) Alignement technique et technologique par rapport aux briqueteries européennes ;
- 2) Amélioration de la performance énergétique et atteinte des meilleurs ratios à l'échelle internationale ;
- 3) Réduction des émissions des gaz à effet de serre dans l'atmosphère ;
- 4) Certification.

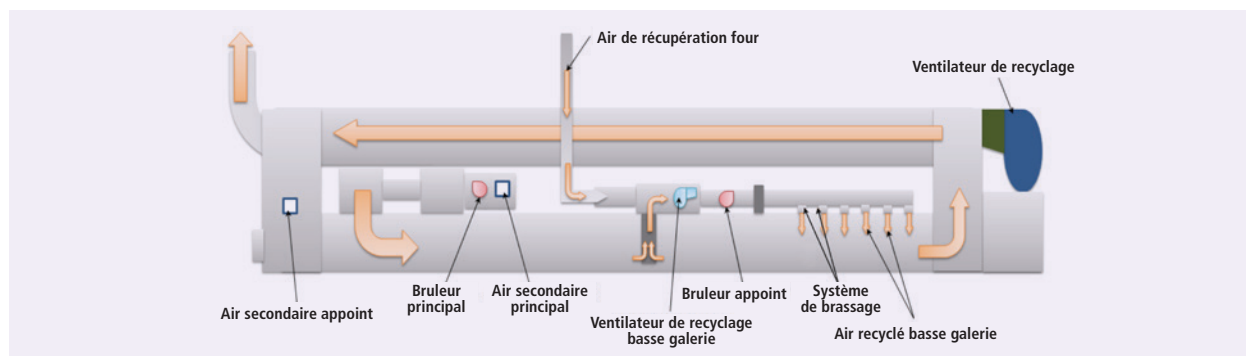
Plus de 50 briqueteries ont bénéficié de ce programme et ont mis en place un plan d'amélioration énergétique, permettant de réduire de 25 % à 30 % de leur consommation.

Tableau 3. Survol des solutions d'économie d'énergie préconisées

Action	Zone où sont réalisées les économies	Atelier de préparation	Atelier de fabrication	Séchoir	Four	Usine
Dosage et mélange d'argile						
Préparation et stockage intermédiaire des mélanges d'argile						
Ajout de combustible solide dans la matière première						
Démarrage progressif						
Utilisation des brûleurs à haute vitesse						
Utilisation des moteurs à haut rendement et des variateurs électroniques de vitesse						
Contrôle et régulation de l'humidité de l'argile						
Récupération des gaz chauds de refroidissement (zone longue) du four vers le séchoir						
Brassage de l'air chaud dans le séchoir						
Récupération de l'air à haute température de la zone de refroidissement rapide (zone courte) du four vers le séchoir						
Isolation des fours et allègement des revêtements wagons						
Régulation automatique du séchoir et du four avec supervision automatique						
Optimisation du circuit d'air comprimé						
Cogénération						
Gestion de l'énergie						
Éclairage économe						
Compensation énergie réactive						
Utilisation de la biomasse dans les fours de briqueteries						
Système de contrôle et supervision automatique						

■ économies sur l'énergie électrique ■ économies sur l'énergie thermique

Figure 1. Séchoir à balancelles muni d'une gaine de récupération de l'air chaud du four à 120 °C



Source : auteur.

Tableau 4. Évolution des taux de consommation énergétique des briqueteries industrielles, cas de la Tunisie

Consommation spécifique	Moyenne jusqu'à 1990	Moyenne jusqu'à 2005	Moyenne jusqu'à 2016	Meilleure performance en Europe
Électricité (kWh/tonne de brique)	60	50	37	35
Combustible (th/tonne de brique)	550	480	380	350

À cause du coût de production de la brique, dont l'énergie représente plus de 50 %, il est essentiel que les briquetiers mettent en œuvre des mesures d'efficacité énergétique, d'autoproduction de l'énergie et d'utilisation de combustibles alternatifs moins coûteux que les produits pétroliers, leur permettant de résister à la concurrence des nouveaux produits de construction innovants qui attirent de plus en plus les promoteurs.

Conclusion

Le coût de production des briques rouges dépend de plusieurs facteurs liés au contexte propre à chaque briqueterie et à chaque pays, tels que la performance énergétique, la capacité de production, le niveau technologique, le type de combustible, etc. Le coût de l'énergie représente la part la plus importante du coût de production, renforcée par l'augmentation du prix de l'énergie durant les dernières années, suivi du coût de la main-d'œuvre.

Une briqueterie est une usine grande consommatrice d'énergie et toute action envisagée pour la maîtrise de l'énergie est une vraie occasion pour le développement durable de l'usine elle-même et du secteur. Les axes d'amélioration résident dans l'innovation technologique, la recherche et l'amélioration des mélanges de matières, la maîtrise de la qualité et la gestion de l'énergie. C'est l'adéquation entre matières premières, énergie utilisée et procédés technologiques qui permet l'obtention d'un produit fini de bonne qualité au moindre coût.

Le recours aux nouvelles technologies de fours, séchoirs et systèmes d'empilage, dépilage et manutention des briques a contribué à la mise à niveau des briqueteries industrielles, qui deviennent des usines

modernes dotées de systèmes automatisés, voire de la commande et de la gestion à distance. En ce sens, des investissements importants et une expertise pointue sont nécessaires pour l'exploitation et la maintenance des séchoirs et des fours, pour l'efficacité énergétique et la cogénération.

La définition d'un cadre incitatif approprié et les partenariats public-privé sont importants pour aider les briqueteries à surmonter les barrières financières et ainsi améliorer leur compétitivité !

Références

- Agence de promotion de l'industrie et de l'innovation. 2014. *Les industries de matériaux de construction, de la céramique et du verre en Tunisie*. http://www.tunisieindustrie.nat.tn/FR/download/CEPI/mono_imccv.pdf.
- Agence française de développement, Agence nationale pour la maîtrise de l'énergie, CRA2E. 2012. *Guide pratique sur l'efficacité énergétique dans les briqueteries*. Disponible sur demande auprès de l'auteur de la fiche.
- Commission européenne et ministère de l'Écologie, de l'Énergie, du Développement durable et de la Mer. 2007. *Document de référence sur les meilleures techniques disponibles – Fabrication des céramiques*. https://aida.ineris.fr/sites/default/files/directive_ied/cer_bref_1206_VF_0.pdf.
- Kornmann, M., et Y. Fehry Fassy. 2006. *Étude d'analyse du potentiel de la filière brique et tuile au Maroc*. Étude réalisée avec le soutien financier du programme MEDA de l'Union européenne. Disponible sur demande auprès de l'auteur de la fiche.

Les fiches techniques du Programme international de soutien à la maîtrise de l'énergie (PRISME) sont publiées par l'Institut de la Francophonie pour le développement durable (IFDD).

Directeur de la publication :

Jean-Pierre Ndoutoum, Directeur, IFDD

Comité éditorial :

Mamadou Kone, Spécialiste de programme, IFDD

Romarc Segla, Expert, programme Énergie, IFDD

Louis-Noël Jail, Chargé de communication, IFDD

Supervision technique :

Maryse Labriet, Eneris Consultants, info@enerisconsultants.com

Auteur :

Sihem Bourgoaa Baccouche, experte en énergie, Tunisie, baccouchesihem@gmail.com

Ingénieure en génie mécanique, agréée par l'Agence nationale pour la maîtrise de l'énergie de la Tunisie, M^{me} Baccouche est experte auditrice en énergie. Elle est formatrice certifiée en efficacité énergétique et énergies renouvelables et experte certifiée du Registre international des auditeurs certifiés (IRCA) pour l'assistance et l'accompagnement des entreprises selon les exigences de la norme ISO50001.

Édition et réalisation graphique :

Perfection Design inc.



L'Institut de la Francophonie pour le développement durable (IFDD) est un organe subsidiaire de l'Organisation internationale de la Francophonie (OIF). Il est né en 1988 de la volonté des chefs d'État et de gouvernement des pays francophones de conduire une action concertée visant le développement du secteur de l'énergie dans les pays membres. En 1996, cette action a été élargie à l'environnement. Basé à Québec (Canada), l'Institut a aujourd'hui pour mission, notamment, de :

- contribuer au renforcement des capacités nationales et au développement de partenariats dans les domaines de l'énergie et de l'environnement,
- promouvoir l'approche développement durable dans l'espace francophone.

Institut de la Francophonie pour le développement durable (IFDD)

56, rue Saint-Pierre, 3^e étage
Québec, Canada G1K 4A1
Téléphone : +1 418 692-5727
Télécopie : +1 418 692-5644
Courriel : ifdd@francophonie.org
Site Internet : www.ifdd.francophonie.org

Mai 2019

Imprimé sur papier contenant 100 % de fibres recyclées postconsommation.



Étude de cas 1. Mise en place d'un système de contrôle et suivi de l'humidification de l'argile dans une briqueterie tunisienne

Pour des raisons de confidentialité, le nom de l'entreprise n'est pas mentionné.

Description technique

À la suite d'un audit énergétique de la briqueterie, un plan d'action d'économie d'énergie a été défini pour améliorer les rendements énergétiques de l'usine. En plus de l'énergie consommée sous ses deux formes, électrique et thermique, les briqueteries consomment de grandes quantités d'eau pour le mélange de l'argile. Les économies d'eau sont liées aux économies d'énergie.

L'idée du projet est de modifier la quantité de l'eau dans le cru, de réduire le cycle de séchage, donc la chaleur d'évaporation, autrement dit la quantité d'énergie consommée (tableau 5). Le système détecte, avec des capteurs appropriés, le degré d'humidité de l'argile et régule la sortie de l'eau dans le mélangeur pour limiter les variations de pression à la sortie de l'extrusion et garantir l'obtention d'une homogénéité du produit en sortie. La gestion est réalisée par un microprocesseur capable de traiter les données collectées au niveau des capteurs.

Tableau 5. Exemple de perte en poids pendant les différentes phases de fabrication de la « brique à 12 trous »

Poids cru (kg)	Poids sec (kg)	Poids cuit (kg)	Chaleur d'évaporation
6,895	6,290 (perte en eau séchoir : 8,8 % par rapport au poids cru)	5,726	0,6-1 th/kg d'eau évaporée

Transport du mélange d'argile vers le malaxeur



Photo : Sihem Bouregaa Baccouché

Stratégie de mise en œuvre

Principales étapes

Après avoir élaboré l'étude de faisabilité technique et économique du projet, un bureau d'études a assisté l'industriel lors d'un contrat d'assistance technique à la mise en place d'un programme d'efficacité énergétique. Le projet a bénéficié d'une aide accordée par l'État tunisien, équivalente à 20 % de l'investissement matériel, grâce au Fonds national de maîtrise de l'énergie (FNME) géré par l'Agence nationale pour la maîtrise de l'énergie (ANME). Le projet est simple de point de vue technologique ; il a été réalisé en trois mois.

Investissement

L'investissement engagé est de 35 000 euros, financé à 20 % par la subvention ANME et à 80 % par les fonds propres de l'usine.

Résultats techniques et financiers

Avantages

Le contrôle automatique et le suivi de la teneur en eau dans le mélange d'argile permettent de diminuer la quantité d'eau nécessaire pour conférer à la pâte l'aptitude au façonnage. Le séchage est donc plus rapide et moins coûteux puisque la consommation d'énergie est proportionnelle à la masse d'eau à évacuer. D'autres avantages résultent de ces mesures :

- Dosage précis de l'eau, garantissant une composition constante du mélange ;
- Parfaite homogénéisation du mélange avec un léger effet de granulation, qui amène une amélioration de la fluidité, facilitant le traitement durant toutes les phases ;
- Élimination de grumeaux ;
- Pression uniforme durant l'extrusion et élimination des tensions à l'intérieur du mélange, ce qui facilite le procédé de séchage et réduit la puissance absorbée par l'extrudeuse.

Gains énergétiques, financiers et environnementaux

Un bilan thermique de séchoir a été effectué pour déterminer les économies réelles à la suite de la mise en place de cette mesure. En plus de l'économie d'eau, pouvant atteindre 4 %, une économie d'énergie de 5 % a été obtenue, résultant de la réduction du cycle de séchage d'une heure, soit environ 2000 thermies d'économie de gaz naturel par cycle de séchage (tableau 6).

Sachant que la briqueterie consomme du gaz naturel comme combustible, l'économie annuelle sur la facture énergétique est de l'ordre de 20 000 euros. L'investissement engagé étant de 35 000 euros, le temps de retour brut est de 18 mois.

La réduction des émissions de gaz à effet de serre correspondant est de 263 tonnes de CO₂ équivalent.

Tableau 6. Économies d'énergie au niveau du séchoir avec un système de contrôle de l'humidité

	Avant mesure	Après mesure
Consommation d'énergie (th/tonne de brique sèche)	167	159

Conclusion

Le contrôle automatique et le suivi continu de la teneur en eau dans le mélange d'argile sont les meilleures interventions réalisées pour améliorer le rendement énergétique des séchoirs des briqueteries industrielles. Ils offrent un rapide temps de retour. Ces mesures ont été implantées dans plus de 20 briqueteries en Tunisie.

Références

Contactez directement l'auteure de la fiche.

Étude de cas 2. Utilisation de la biomasse comme combustible au sein d'une briqueterie au centre de la Tunisie

Pour des raisons de confidentialité, le nom de l'entreprise n'est pas mentionné.

Description technique

Dans une démarche volontariste d'utilisation rationnelle de l'énergie, le nouveau promoteur a envisagé d'installer une briqueterie au centre de la Tunisie où étaient déjà concentrées de nombreuses briqueteries. Le projet a toutefois envisagé, dès sa conception, le recours à des énergies alternatives aux énergies fossiles comme solution durable pour réduire la consommation et la facture énergétiques. Étant donné la disponibilité des oliviers dans la zone du Sahel, l'idée de récupérer les grignons d'olives pour les utiliser sous forme de combustible a émergé. Le grignon d'olive, un sous-produit de la production de l'huile d'olive, est composé principalement de noyaux d'olive (environ 40 % à 45 % du poids), de morceaux de peau et de pulpe. Il est reconnu pour son pouvoir calorifique important, 22 MJ/kg (environ 5 th/kg).

Stratégie de mise en œuvre

Principales étapes

Une expertise nationale et internationale a participé à la conception et à l'exécution du projet réalisé sur une période de deux années. La briqueterie spécialisée dans les briques pleines spéciales a démarré sa production en 2017.

Investissement

L'investissement requis fut de l'ordre de 2 500 000 DT (715 000 euros) pour l'acquisition des brûleurs à biomasse, le système de transport de biomasse, le broyeur de biomasse et le système de distribution. Pour ce type de projet, les investissements diffèrent selon la technologie (hall plus léger ou avec une structure plus lourde, avec ou sans pont/grappin, convoyeur à bande ou à chaîne) et selon la distance du convoyeur entre le hall et le four.

Le projet a bénéficié des aides accordées par l'État jusqu'à 250 000 DT (71 500 euros), équivalant à 10 % du coût du projet.

Résultats techniques et financiers

Les retombées du projet sont multiples. Sur le plan macro-économique, le recours à la biomasse ou toute autre forme d'énergie renouvelable est un atout pour un pays déficitaire énergétiquement. Pour la briqueterie, la valorisation des déchets présente plusieurs intérêts. Elle constitue une source clé de réduction des émissions de gaz à effet de serre, lorsque les combustibles alternatifs contiennent une certaine quantité de biomasse. Elle permet aussi de réduire la facture énergétique des briqueteries étant donné que les prix à la thermie de ces combustibles sont nettement plus bas que ceux des combustibles traditionnels.

À titre d'exemple, en Tunisie, les grignons d'olive avec un PCI variant de 4,7 à 5,2 th/kg, pour une humidité inférieure à 10 %, se vendent 0,024 DT/th (0,68 centime d'euro) comparativement à 0,061 DT/th pour le fuel (1,71 centime d'euro) et 0,044 DT/th de gaz naturel (1,26 centime d'euro).

Pour une briqueterie de 400 tonnes/jour, ayant un four tunnel consommant 250 th/tonne de brique, la substitution de 50 % de l'énergie fournie par un combustible fossile permet une réduction de 630 000 DT/an (180 000 euros/an), soit un temps de retour de 4 ans (tableau 7).

Tableau 7. Facture énergétique de l'entreprise

	Facture avant	Facture après
Énergie consommée	100 % fuel 250 th/t x 350 j x 400 t/jr = 35 000 000 th/an	50 % fuel (17 500 000 th/an) + 50 % grignons d'olives (3500 tonnes de grignons/an)
Achat fuel lourd	2 100 000 DT/an (600 000 euros/an)	1 050 000 DT/an (300 000 euros/an)
Achat grignons d'olives	0	420 000 DT/an (120 000 euros/an)
Total facture	2 100 000 DT/an (600 000 euros/an)	1 470 000 DT/an (420 000 euros/an)

Conclusion

Malgré les barrières associées à l'approvisionnement en biomasse et à l'investissement requis, la valorisation énergétique de déchets agricoles dans les briqueteries offre des bénéfices énergétiques, économiques et environnementaux importants, et mérite un plus large développement dans le secteur.

Toutefois, certaines difficultés ralentissent le développement de la gestion et la réutilisation des déchets ou toute autre source d'énergie, telles que la disponibilité limitée de la biomasse sur toute l'année, l'anarchie de la collecte et le manque d'un cadre législatif et réglementaire qui organise le secteur et élimine les barrières auxquelles font face les industriels qui optent pour ces solutions.

Références

Contactez directement l'auteure de la fiche.

Grignons broyés



Photo: Sihem Bourgoaa Baccaudie