

Chauffage gaz contre chauffage électrique selon différents types de production électrique

Septembre 2007

Par Sergio Ferreira¹
Email : saf@eurocopper.org

Cet éco-profil a été rédigé par Leonardo ENERGY² dans le cadre du projet « Efficacité et éco-conception », dont le but est de démontrer et de quantifier les bénéfices environnementaux liés à l'utilisation d'équipements électriques à haut rendement.

L'objectif de cette étude de cas est de comparer un système de chauffage résidentiel utilisant une chaudière conventionnelle à gaz avec un système constitué de convecteurs électriques installés au point d'utilisation.

Cette étude a été menée dans le cas d'une résidence normale et dans le cas d'une résidence à haute efficacité énergétique. L'utilisation de plusieurs types de production électrique permet de mettre en évidence que le chauffage électrique présente de nombreux avantages environnementaux dans des pays bénéficiant de modes de production d'énergie électrique hydraulique ou nucléaire.

Cette étude utilise les modèles de l'outil d'éco-conception Toolbox développé par l'ECI.

1. Description produit et applications types

L'étude de cas d'éco-conception présentée ci-dessous a pour but de comparer les systèmes de chauffage de deux types de résidence d'une surface de 100 m², sur la base de 185 jours de chauffage par an.

¹ ECI

² Leonardo Energy est la dénomination du programme portant sur l'électricité et la gestion de l'énergie à l'ECI

La consommation énergétique de la maison normale est fixée à 100 kWh/m²/an et la consommation énergétique de la maison à haute efficacité énergétique est fixée à 50 kWh/m²/an.

Pour répondre à la demande en chauffage, la maison normale utilise une chaudière à gaz conventionnelle de 24 kW et la maison à haute efficacité énergétique une chaudière à gaz conventionnelle de 11 kW (la température moyenne de chacune étant égale à 50°C). Les résultats obtenus ont été confrontés avec les résultats correspondant à un système de chauffage électrique.

2. Objectif de l'ACV (Analyse du Cycle de Vie)

Les grandeurs de référence pour l'ACV sont la phase de production, la phase d'utilisation de l'ACV et la phase de fin de vie.

Toutes les données ACV proviennent de la base de données GaBi4 [GABI]. La modélisation ainsi que le choix des données, et notamment l'aspect qualité des données, ont été réalisés, dans la mesure du possible, conformément à la norme ISO 14040.

2.1 Fabrication

La phase de fabrication couvre les quantités de matériaux les plus importantes, voir tableau 1.

Matériaux	Chaudière	Convecteur électrique
Fonte	50,7	--
Plaques de fer	24,7	0,3
Laine minérale	1,7	--
Pièces moulées	1,3	--
Plaques d'aluminium	0,5	2
Tubes de cuivre	0,7	2
Caoutchouc	--	3

Tableau 1: liste des matériaux utilisés pour la chaudière à gaz et pour le convecteur électrique (en kg) [GABI]

La même liste a été utilisée pour les deux chaudières dans la mesure où l'écart est marginal et représente une partie insignifiante de l'impact sur le cycle de vie.

2.2 Phase d'utilisation

Pour la phase d'utilisation, on a utilisé : le type de production d'électricité moyen dans l'Europe des 25, celui de la France (majoritairement nucléaire) et celui de la Pologne (majoritairement basé sur le charbon), ainsi qu'une estimation pour l'Europe de 2020 prenant en compte 20 % de sources d'énergie renouvelables.

Les types de production énergétiques sont présentés dans le tableau 2.

	EU 25	France	Pologne	Autriche	EU 2020
Charbon	21,14	4,57	56,63	11,40	0
Lignite	9,43	0	37,10	1,65	0
Nucléaire	32,19	79,44	0	0	0
Pétrole	4,66	1,04	1,66	3,00	0
Gaz naturel	19,66	3,25	2,08	18,10	0
Hydraulique	11,01	11,59	2,44	64,32	0
Eolien	1,91	0,1	0,09	1,53	20
Production dans l'Europe des 15	--	--	--	--	80

Tableau 2 : grilles de types de production électrique pour plusieurs pays (exprimés en % de la source d'énergie) en prenant en compte, pour la production dans l'EU 2020, un objectif de 20 % d'énergie renouvelable

Les pertes sont calculées en tant qu'impacts environnementaux selon les paramètres suivants :

Paramètres	Gaz conventionnel NH	Gaz conventionnel LEH	Chauffage électrique
Capacité nominale (kW)	24	11	--
Rendement (%) (Chaudière)	93,5	92,5	98
Rendement (%) (Système de chauffage)	65	60	98
Durée de vie (années)	20	20	20
Charge (%)	30	30	--

Tableau 3 : profil de charge des deux chaudières et du chauffage électrique [GABI] [VHK]

Les systèmes de chauffage électrique ne consomment de l'énergie qu'au moment et à l'endroit nécessaire. Par ailleurs, l'électricité est le seul mode de chauffage pour lequel toute l'énergie est convertie en chauffage à l'endroit de l'utilisation. Une fois la chaleur fournie à l'utilisateur, les pertes énergétiques sont négligeables en comparaison aux pertes dans les

systèmes de distribution d'eau chaude (tuyaux, pompes de circulation) ou des pertes dues à une combustion inefficace dans le brûleur.

2.3 Fin de vie

La fin de vie est définie comme le rapport de la quantité de matériaux démantelée à des fins de recyclage [kg], à la quantité de matériaux broyée à des fins de recyclage [kg]. Les tonnages de matériaux recyclés sont comptés comme des crédits environnementaux.

3. Résultats

3.1 Résultats des simulations

Le tableau ci-dessous regroupe les résultats obtenus à partir de la modélisation ACV des deux systèmes de chauffage pour les cinq types de production électriques définis :

Paramètres	Unités	Maison normale						Maison à haut rendement énergétique					
		Gaz	Electricité					Gaz	Electricité				
			UE25	Autriche	France	Pologne	UE 2020		UE25	Autriche	France	Pologne	UE 2020
Consommation en énergie primaire (hors renouvelable)	GJ	1 279,5	2 141,4	727,4	2578	2 127,6	1 746,7	696,9	1 071,3	364,3	1 289,6	1 064,4	873,96
Consommation en énergie primaire (avec renouvelable)	GJ	2,69	128,4	319,6	113,4	26,19	351,5	2,64	64,2	309,8	56,7	13,6	175,84
Dioxyde de carbone	Kg	70 488	99 605	57 158	20 558	206 560	79 910	38 253	49 834	28 611	10 311	103 310	39 987
Oxyde d'azote	Kg	59,3	178,9	93,6	38,02	411,6	159,3	32,98	89,49	46,86	19,2	205,9	79,7
Oxyde de soufre	Kg	37,09	417,11	166,9	69,49	1 176,5	281,51	22,3	208,63	83,1	34,8	588,3	140,8
Potentiel d'acidification	eq Kg SO ₂	97,09	543,87	232,4	96,87	1 467,9	409,4	55,34	272,1	116,3	48,56	734,1	204,8
Potentiel d'eutrophisation	eq Kg phosphate	8,01	28,68	15,8	6,76	60,4	30,1	4,53	14,35	7,92	3,39	30,2	15,02
Potentiel de réchauffement planétaire (100 ans)	eq Kg CO ₂	75 062	107 090	61 804	22 722	219 690	84 230	40 741	53 587	30 943	11,402	109 890	42 156
Potentiel de dégradation de la couche d'ozone	eq Kg R11	0,00046	0,026	0,00011	0,062	0,00036	0,024	0,00044	0,0128	0,00006	0,031	0,00019	0,0119
Potentiel de création photochimique d'ozone	eq Kg Ethylène	15,06	32,66	15,29	6,26	81,2	31,07	8,31	16,36	7,67	3,15	40,3	15,56

Tableau 4 : présentation des résultats (incluant les catégories des impacts environnementaux CML 2001) par cycle de vie pour deux types de maisons utilisant des systèmes de chauffage à gaz et électrique pour différents types de production électrique telle que calculée par l'outil d'éco-conception

L'outil de simulation départit les impacts par cycle de vie (fabrication, utilisation et fin de vie). Dans ce cas, plus de 99 % de l'impact environnemental du cycle de vie se trouve dans la phase d'utilisation. Il en résulte donc que la phase d'utilisation, et plus particulièrement la consommation d'énergie (gaz ou électricité), est responsable de la majeure partie de l'impact du cycle de vie (voir figure 1). (Le recyclage des matériaux à la fin de vie est compté comme un crédit).

On comprend, dès lors, l'importance d'une estimation précise de la durée de vie, du taux de charge et du rendement.

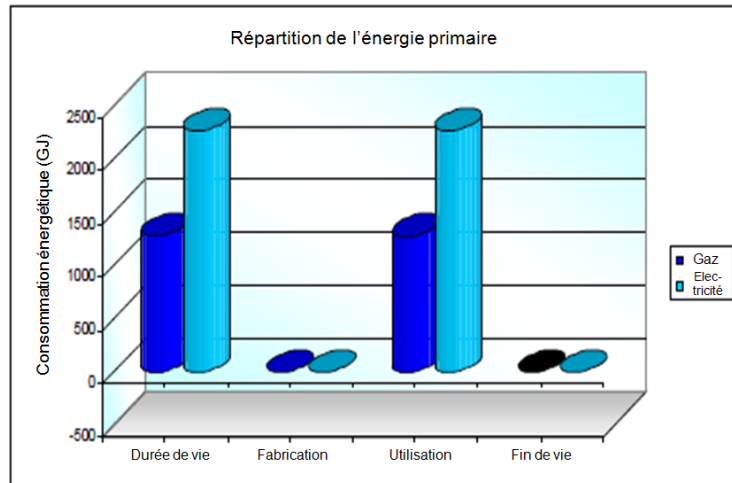
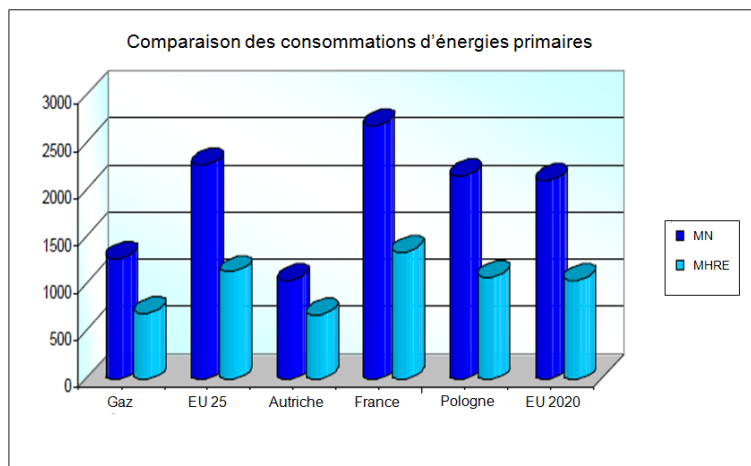


Figure 1 : répartition de l'énergie primaire pour les systèmes de chauffage à gaz et électrique



Légende du graphique:

MN : maison normale
MHRE : maison à haut rendement énergétique

Figure 2 : consommation d'énergie primaire (GJ) pour le cycle de vie de la chaudière gaz et du chauffage électrique selon des production énergétiques correspondant à l'Europe des 25, l'Autriche, la France, la Pologne et l'Europe de 2020, pour deux types de maisons (normale et haut rendement énergétique)

L'impact environnemental dépend aussi fortement du type de production d'énergie électrique. La figure 2 représente la comparaison entre les consommations énergétiques d'une chaudière gaz et d'une chaudière électrique sur la durée de vie, et selon différents types de production énergétiques. On remarquera l'influence du rendement du mode de production d'énergie : l'Autriche (avec 60 % d'hydraulique) utilise moins d'énergie primaire que la France (avec 70 % de nucléaire).

L'énergie primaire consommée par une chaudière à gaz est plus faible que l'énergie primaire consommée par un chauffage électrique, mais il convient toutefois de préciser que le rendement au point de livraison (de la chaleur) est beaucoup plus élevé dans le cas du chauffage électrique. De plus, l'investissement pour un système électrique est environ les deux cinquièmes de celui d'une solution gaz, avec une durée de vie plus importante. La maintenance est aussi moins importante pour le chauffage électrique pour lequel il n'est pas nécessaire de faire contrôler l'installation régulièrement par un expert, de nettoyer les conduits d'évacuation ou encore de purger les conduites d'alimentation. Il en résulte donc une réduction significative de coût en faveur de la solution électrique, ce qui autorise des investissements annexes tels que l'amélioration de l'isolation et de la ventilation de l'habitation permettant ainsi de diminuer les besoins en chauffage. L'investissement peut aussi porter sur des énergies renouvelables (non pris en compte pour le moment) en faveur d'une meilleure (plus propre) production électrique.

Une autre alternative réside dans l'intégration de pompes à chaleur. La consommation en énergie primaire est alors divisée par un facteur 3 dans la mesure où la chaleur électrique peut être stockée avec un rendement proche de 95 %, contre 50 % pour l'hydrogène ou 70-80 % pour les batteries. Ceci présente un réel avantage qui conduit à une meilleure intégration de modes de production d'énergie de nature renouvelable au sein du réseau électrique.

La figure 3 montre que l'utilisation du chauffage électrique est avantageuse dans les pays tels que l'Autriche ou la France en termes d'émission de CO₂. Même dans l'Europe des 25, la différence en termes d'émissions de CO₂ est marginale et pourrait aisément être supprimée en améliorant l'isolation du bâtiment ou le rendement de la production/distribution de l'électricité.

Les quantités d'émission de CO₂ diffèrent sensiblement de pays à pays du fait des différentes sources d'énergie à l'origine de la production d'électricité. La France (nucléaire) et l'Autriche (hydraulique) ont des niveaux d'émissions de CO₂ plus faibles. Le charbon utilisé comme énergie primaire de production d'électricité est responsable de plus hauts niveaux d'émissions de CO₂, ce qui est le cas notamment de la Pologne (56 % de charbon et 37 % de lignite).

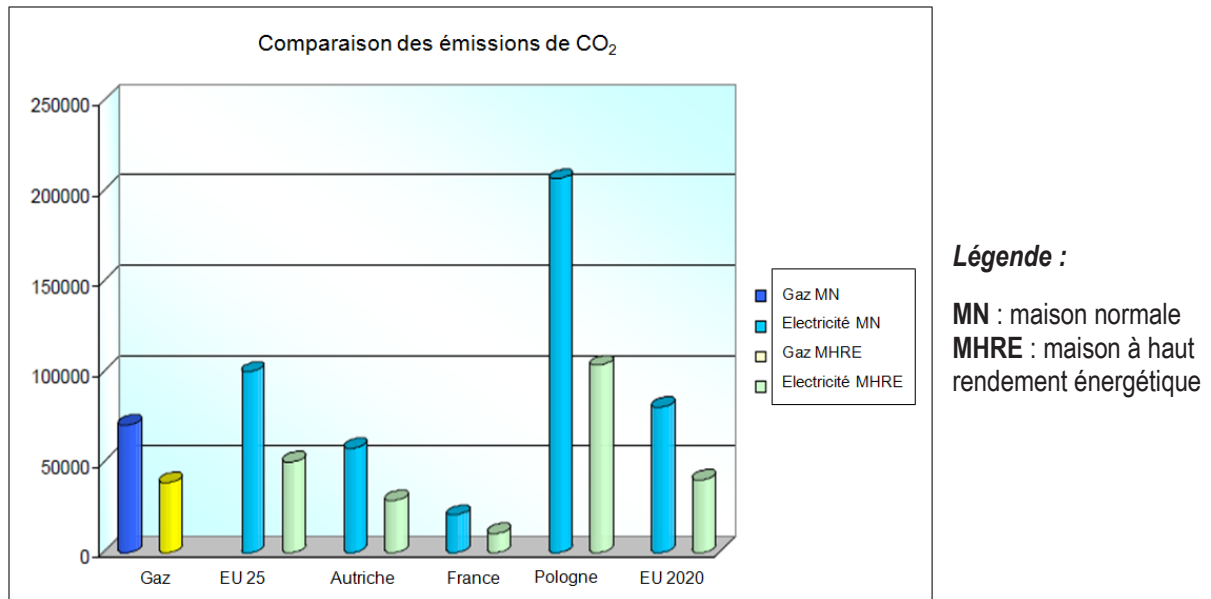


Figure 3 : émissions de CO₂ (kg) sur la durée de vie du système de chauffage (gaz ou électrique) selon différents types de production d'énergie, pour deux types de maisons, l'une normale et l'autre à haut rendement énergétique

Les émissions de CO₂ correspondant à l'estimation du type de production de l'énergie dans l'Europe de 2020 (prenant en compte 20 % d'énergie renouvelable) sont presque les mêmes que celles calculées pour le chauffage gaz. Si l'on prend en compte les améliorations de rendement de la production d'électricité et les améliorations d'isolation des bâtiments, les progrès dans la capture et le stockage des émissions carbone, il apparaît que le chauffage électrique est de loin la solution présentant la meilleure efficacité et offrant de plus l'avantage de servir de tampon pour l'intégration des énergies renouvelables.

4. Références

[Cuivre, 2006] ECI, informations à jour concernant les cycles de vie sur le site internet du centre d'information du cuivre www.copper-life-cycle.org

[GABI] les outils et modèles ont été mis à disposition par PE Europe, Hauptstrasse 111-113, D-70771 Leinfelden-Echterdingen (Stuttgart), Allemagne, www.gabi-software.com

[VHK] Preparatory Study on Ecodesign of CH Boilers for the European Commission, VHK – Van Holsteijn en Kemma BV, Delft, Pays-Bas

[Leonardo ENERGY, 2007] Is electrical heating making a come back? Par Hans de Keulenaer, disponible sur www.leonardo-energy.org

[Toolbox, 2005] Les informations originales concernant cette assertion proviennent des résultats du rapport GABI4 en référence à l'outil d'éco-conception Toolbox 2005 (pour plus d'informations, contactez Sergio Ferreira, email saf@eurocopper.org)

[GIFAM] Livre Blanc, Les appareils de chauffage et chauffe-eau électriques, 2004

[KUL] Eindrapport GBOU-EL2EP Project – Deel 3b : Optimalisatie per systeem, Katholieke Universiteit Leuven 2007