
Note technique

Alimentation en eau chaude des lave-vaisselle et lave-linge

N° Document	NT11-01	Diffusion hors collaborateurs Amoès	
Version	1.1 – Septembre 2011	Autorisée librement	X
Rédigé par	Samuel Le Barh	Restreinte (sur autorisation d'Amoès)	
Validé par	David Chénier	Interdite (document confidentiel)	

1 | Objectifs et synthèse

Les lave-vaisselle et lave-linge consomment de moins en moins d'énergie et d'eau. Toutefois, le chauffage de l'eau y est entièrement électrique. Lorsque l'on dispose d'une source d'énergie renouvelable (solaire, bois, réseau de chaleur...), il peut être intéressant d'alimenter ces appareils électroménagers directement en eau chaude sanitaire, et ce pour plusieurs raisons :

- Avec le mix énergétique français actuel, 1 kWh d'électricité consommée au compteur représente environ 3,25 kWh d'énergie primaire non renouvelable¹. Limiter les consommations électriques d'un bâtiment permet donc dans tous les cas de réduire de manière importante l'impact du bâtiment sur les ressources énergétiques naturelles.
- Le temps de cycle est réduit, puisque l'eau arrive chaude dans les machines à laver (à condition évidemment qu'elles soient placées à proximité de l'alimentation en eau chaude sanitaire du logement),
- L'eau chaude sanitaire est souvent adoucie, ce qui permet de limiter l'entartrage et d'améliorer l'efficacité des produits de rinçage.

La présente note a donc pour objet de faire un tour d'horizon des gains énergétiques possibles sur ces postes de consommation et d'évaluer la disponibilité sur le marché de produits adaptés. Nous avons volontairement exclu de notre étude les produits haut de gamme ou professionnels, certes très performants mais que nous jugeons peu adaptés à l'installation en logement.

Nous avons choisi de comparer le fonctionnement habituel (tout électrique) de ces appareils avec une alimentation par une eau chaude à 50 °C produite à 30% par des panneaux solaires et un appoint au gaz.

¹ Valeur prise en compte pour les calculs énergétiques sur la ZAC de Clichy-Batignolles à Paris. Plus précisément, cette valeur peut varier selon les données prises en compte et l'année de calcul, par exemple :

- En 2004, l'öko-institut (Allemagne) calculait une valeur de 3,35 pour son logiciel GEMIS (Global Emission Model for Integrated Systems)..
 - En se basant sur des valeurs Enerdata de 2007, l'institut Négawatt a obtenu une valeur de 3,17 [4].
- La valeur réglementaire française de 2.58 a été déterminée dans les années 1970, à une époque où la production d'électricité nucléaire était beaucoup moins développée.

En effet, les autres solutions de production de chaleur renouvelable (chauffage urbain, bois...) présentent de meilleurs bilans en énergie primaire. Les hypothèses prises en compte pour obtenir ces résultats sont détaillées dans le corps du rapport.

L'économie d'énergie *possible* est définie comme l'économie d'énergie résultant d'un raccordement effectif en eau chaude de la machine à laver, ce qui implique donc que l'équipement soit adapté pour cela, et tient compte du taux d'équipement des ménages. Les résultats obtenus sont présentés dans le tableau suivant :

	Lave-vaisselle	Lave-linge
Consommation électrique d'un cycle alimenté à l'eau froide (Wh/cycle)	1430	793
Economie électrique possible par alimentation eau chaude (Wh/cycle)	775	456
	54%	57%
Economie annuelle en énergie primaire en logement collectif (kWhEP/m²SHAB/an)	1,7	1,9

Si les lave-vaisselle permettent généralement une alimentation en eau chaude, ce n'est pas aujourd'hui le cas des lave-linge, même si ces produits commencent à exister dans des gammes de prix « raisonnables ».

Il ressort ainsi de cette analyse, que dans des bâtiments équipés de systèmes performants pour la production d'eau chaude sanitaire, un raccordement systématique à l'eau chaude des lave-vaisselle est une pratique de bon sens. Par ailleurs, dans une optique de bâtiments conçus pour rester actuels dans quelques années, le raccordement à l'eau chaude des lave-linge est fortement souhaitable.

Il est par ailleurs important de bien prévoir une double arrivée EF/ECS (et non une seule arrivée ECS) à l'emplacement prévu dans la cuisine pour le lave-vaisselle, pour les raisons suivantes :

- Si les occupants possèdent un modèle ancien de lave-vaisselle dont ils n'ont plus la notice d'utilisation, il est possible que le chauffage de l'eau soit régulé par minuterie et non par thermostat. Il y a donc un risque de surchauffe de l'eau si l'appareil est alimenté en ECS.
- Si les occupants ne possèdent pas de lave-vaisselle, ils peuvent souhaiter installer leur lave-linge dans la cuisine, auquel cas l'arrivée eau froide est nécessaire, que le lave-linge soit équipé d'une double alimentation ou non.

La sensibilisation des occupants est nécessaire afin d'éviter les désagréments liés à un branchement inapproprié (surchauffe du lave-vaisselle ou alimentation en eau chaude seule d'un lave-linge). En plus de bien distinguer l'eau froide de l'eau chaude, il est donc utile de prévoir des panneaux d'information fixes et plastifiés au-dessus des points de raccordement, expliquant à quelles conditions les appareils peuvent être alimentés en ECS.

2 | L'alimentation en eau chaude des lave-vaisselle

Enjeu énergétique

Taux d'équipement des ménages

Selon l'INSEE, en 2008, 49% des ménages disposaient d'un lave-vaisselle [3]. Pour notre étude, nous pondérerons donc nos résultats finaux par ce taux moyen d'équipement, de manière à évaluer le gain énergétique réellement possible.

En annexe sont détaillés les taux d'équipement selon différents critères : catégorie socioprofessionnelle, type de ménage... Sur un projet en particulier, il serait possible d'affiner ce taux d'équipement en fonction du type de logements prévus et selon les publics visés.

Economie d'énergie possible

La consommation annuelle d'un échantillon de lave-vaisselle, mesurée par le bureau d'études Enertech dans le cadre de la campagne de mesure AEE2008 [1], s'élève à 273 kWh/an en moyenne, dont environ 75% pour le chauffage de l'eau. La grande majorité des appareils mesurés sont de classe A. N'ayant pu collecter de données sur l'ensemble du parc existant, il est cependant difficile de savoir si l'échantillon mesuré est

réellement représentatif du parc existant, les données manquant sur ce sujet. Nous considérerons cependant que c'est le cas, les équipements étant de plus en plus performants.

Si la température « de base » d'un cycle est 60°C, des cycles « ECO » à 45 ou 50°C existent et il est possible sur certains modèles de régler la température de lavage entre 40 et 70°C.

Les mesures menées par Enertech ont montré qu'un cycle à 50°C permet une économie moyenne d'électricité de 27% par rapport à un cycle à 60°C. Toutefois, sur certaines machines, les cycles à 50°C sont plus longs que les cycles à 60°C, ce qui augmente la consommation d'électricité des pompes et moteurs et rend difficile l'évaluation de la part de consommation électrique liée au chauffage de l'eau.

Le lave-vaisselle utilisant généralement de l'eau chaude sur la totalité de son cycle (environ 20 litres), nous avons estimé le gain énergétique occasionné en considérant les hypothèses suivantes :

- Le calcul est mené pour un cycle à 60°C,
- Les températures d'eau considérées sont de 10°C pour l'eau froide et 50°C pour l'eau chaude sanitaire,
- Un cycle à 60°C consomme en moyenne 1,43 kWh [1],
- Dans un cycle tout électrique, la part d'électricité liée au chauffage de l'eau est de 73% [2],
- L'entrée d'eau chaude est à 8 mètres de la nourrice ECS (y compris flexibles de raccordement), pour tenir compte du volume du bras mort rempli d'eau à température ambiante (20°C) qui refroidit le volume d'eau de remplissage de la machine. Cette distance est plutôt dans la fourchette haute pour les logements neufs avec volonté de performance énergétique.
- 85 cycles sont effectués par personne et par an [1].

L'économie d'électricité possible en alimentant le lave-vaisselle par de l'ECS est de 54%, soit 775 Wh/cycle.

En énergie primaire, si l'on compare les deux solutions :

	Tout électrique	Gaz + Solaire
	En Wh/cycle	En Wh/cycle
Chaleur restant à produire	0	775
Consommation de gaz en énergie finale	0	904
Consommation de gaz en énergie primaire	0	994
Consommation électrique en énergie finale	1430	656
Consommation électrique en énergie primaire	4648	2130
Energie primaire totale	4648	3124
Economie d'énergie primaire		-33%

Si l'on reporte cette économie à une consommation par habitant, on obtient une économie de 129 kWhEP/an par habitant d'un foyer équipé.

Cette unité nous paraît la plus pertinente pour évaluer la consommation d'un lave-vaisselle. A l'échelle d'un bâtiment, il faudrait prendre en compte la densité réelle d'occupation et la catégorie socioprofessionnelle des habitants.

Un français disposait en 2006 en moyenne de 39,6 m² de résidence principale [5], mais cette valeur peut descendre à 20 m² voire moins dans un logement social parisien. D'un autre côté, les habitants de logements sociaux sont moins équipés en lave-vaisselle que les propriétaires ou les locataires du parc privé, qui disposent généralement de ressources plus élevées.

Les consommations énergétiques d'un bâtiment étant généralement rapportées à sa surface, la combinaison de ces deux paramètres peut jouer de manière importante sur les économies possibles.

Toutefois, si l'on considère les valeurs moyennes, on peut considérer que **l'économie possible en énergie primaire d'une alimentation en eau chaude d'un lave-vaisselle est, sur un bâtiment de logement, de l'ordre de 1,7 kWhEP/m²SHAB/an.**

Produits existants

La très grande majorité des lave-vaisselle (même bon marché), n'ayant qu'une arrivée d'eau, elle peut être alimentée directement en eau chaude sanitaire tant que celle-ci ne dépasse pas 60°C. Les notices d'installation précisent systématiquement cette température maximale, ou si l'appareil ne peut être alimenté qu'en eau froide.

On ne se heurte donc à aucune difficulté pour une alimentation du lave-vaisselle en ECS, dans la mesure où la température d'eau chaude est réglementairement plafonnée à 50°C pour éviter les risques de brûlure.

Afin d'éviter toute confusion de la part de l'utilisateur, il est important que les alimentations froide et chaude soient clairement identifiables.

Cependant, à moins de mettre un mitigeur thermostatique sur l'arrivée d'eau, il n'est pas possible de faire varier la température d'entrée et donc de profiter pleinement des programmes d'économies d'énergie, de plus en plus présents sur les appareils, qui proposent des lavages à 40 ou 45°C. Mais même dans ce cas, le bilan énergétique d'un raccordement à l'eau chaude reste favorable.

3 | L'alimentation en eau chaude des lave-linge

Alimenter directement en eau chaude un lave-linge à simple arrivée est peu intéressant :

- Pour pouvoir régler la température du cycle, il faut prévoir un mitigeur en amont du lave-linge.
- Les rinçages, normalement effectués à l'eau froide, le sont à l'eau chaude, ce qui occasionne des consommations énergétiques supplémentaires (il y a généralement 1 lavage chaud pour 2 rinçages froids).

Toutefois, il existe des systèmes permettant de régler la température d'alimentation en eau chaude ou des machines à double arrivée d'eau. Nous avons donc étudié le gain énergétique possible si les rinçages sont effectués à l'eau froide.

Enjeu énergétique

Taux d'équipement des ménages

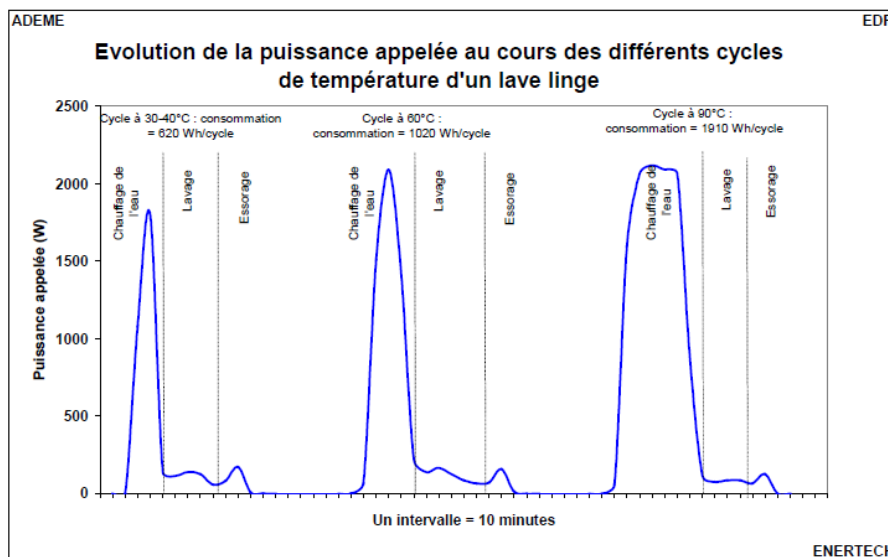
Les ménages français sont en grande majorité équipés de lave-linge. Selon l'INSEE, en 2008, 94% des ménages disposaient d'un lave-linge [3].

Economie d'énergie possible

La consommation électrique d'un lave-linge sert principalement au chauffage de l'eau. Le tableau ci-dessous indique pour chaque phase de cycle la part de la consommation électrique [1] :

	30-40°C	60°C	90°C
Chauffage de l'eau/prélavage	78%	87%	95%
Lavage	15%	9%	3%
Essorage	7%	4%	2%
Consommation moyenne (en énergie finale)	620 Wh/cycle	1020 Wh/cycle	1910 Wh/cycle

Plus précisément, le graphique ci-dessous présente l'évolution de la puissance appelée par un lave-linge au cours des différents cycles :



Pour essayer d'avoir une estimation de l'économie d'électricité possible par une alimentation ECS du lave-linge, nous considérons les hypothèses suivantes :

- Les températures d'eau considérées sont de 10°C pour l'eau froide et 50°C pour l'eau chaude sanitaire.

- un lave-linge est utilisé de la manière suivante [2] :
 - ♦ 70% pour des cycles à 30-40°C
 - ♦ 24% pour des cycles à 60°C
 - ♦ 6% pour des cycles à 90°C
- Environ 90% de la consommation de la première partie du cycle est utilisée pour chauffer l'eau (soit en moyenne 71% du cycle total).
- L'entrée d'eau chaude est à 8 mètres de la nourrice ECS (y compris flexibles de raccordement), pour tenir compte du volume du bras mort à chauffer électriquement. Cette distance est plutôt dans la fourchette haute pour les logements neufs avec volonté de performance énergétique.
- 88 cycles sont effectués par personne et par an [1].

Nous obtenons les gains suivants :

	30-40°C	60°C	90°C	Moyenne
Consommation moyenne	620 Wh/cycle	1020 Wh/cycle	1910 Wh/cycle	793 Wh/cycle
Part liée au chauffage de l'eau	68%	77%	86%	71%
	419 Wh	785 Wh	1643 Wh	580 Wh
Potentiel d'économie d'électricité	64%	56%	37%	57%
	396 Wh/cycle	568 Wh/cycle	715 Wh/cycle	456 Wh/cycle

En énergie primaire, si l'on compare les deux solutions pour les consommations moyennes :

	Tout électrique	Gaz + Solaire
	En Wh/cycle	En Wh/cycle
Chaleur restant à produire	0	456
Consommation de gaz en énergie finale	0	532
Consommation de gaz en énergie primaire	0	585
Consommation électrique en énergie finale	793	337
Consommation électrique en énergie primaire	2579	1096
Energie primaire totale	2579	1681
Economie EP		-35%

Si l'on reporte cette économie à une consommation par habitant, on obtient une économie de 79 kWhEP/an par habitant d'un foyer équipé.

En prenant en compte le taux d'équipement réel des ménages et le fait qu'une personne vit en moyenne dans 39,6 m², on peut donc considérer que **l'économie possible en énergie primaire d'une double alimentation d'un lave-linge est, sur un bâtiment de logement, de l'ordre de 1,9 kWhEP/m²SHAB/an.**

Produits existants

Systèmes de réglage de la température d'alimentation en eau

A notre connaissance, aujourd'hui, deux produits (Alfamix et Preconnex) existent pour mitiger l'eau en amont d'un lave-linge. Ils permettent de régler la température d'alimentation en eau, mais aussi d'assurer automatiquement le passage à l'eau froide pour le rinçage du linge.

Toutefois, la rentabilité d'un tel système dépend beaucoup de la source de chaleur remplaçant l'électricité. Il représente un coût d'investissement de 300€ environ (prix public unitaire TTC constaté).

Ce type de dispositif étant indépendant de la machine à laver, il est nécessaire de régler la température de lavage au niveau du lave-linge et au niveau du mitigeur.

Lave-linge à double alimentation

Ces lave-linge sont assez courants en Suisse ou en Allemagne, où la double arrivée d'eau est également utilisée pour utiliser de l'eau de pluie (pour économiser l'eau) ou de l'eau adoucie (pour préserver le matériel et améliorer l'efficacité des produits de lavage). En fonctionnement avec eau chaude, selon le programme choisi, la régulation de la machine à laver permet de l'alimenter avec une eau à température adéquate (eau mitigée pour le lavage, eau froide pour le rinçage...).

En France cependant, peu de modèles existent. Voici une liste non exhaustive des produits (non professionnels) que nous avons pu référencer (juillet 2011) :

Marque	Modèle	Capacité	Prix public (TTC)
Whirlpool	AWOE 9759 GG	9 kg	550 à 800 €
Bosch	WAQ28310FF	1 à 7 kg (détection du poids du linge)	500 à 700 €
Neff	W7320F3EU	1 à 7 kg	900 €
Miele	Allwater W 5840 WPS	7 kg	1200 à 1600 €

Les prix annoncés correspondent aux prix minimaux et maximaux que nous avons pu constater chez différents revendeurs en ligne. Le prix maximal est le prix « officiel » annoncé par le constructeur et ne peut être dépassé, même en magasin.

4 | Références

[1] *Campagne de mesures des appareils de production de froid et des appareils de lavage dans 100 logements* – Projet AEE2008 – Ademe – EDF – Enertech – 2008

[2] *Maîtrise de la Demande Electrique - Campagne de Mesures par usage dans le secteur domestique* – Programme SAVE – Campagne de mesure CIEL – Enertech – 1995

[3] *Statistiques sur les ressources et les conditions de vie (SRCV) 2008* – INSEE

[4] *Du gâchis à l'intelligence, du bon usage de l'électricité* – Page 25 – *Cahier de Global Chance* n°27 – Janvier 2010

[5] *Enquête logement 2006* - INSEE

[6] www.sebasol.ch : site Internet suisse proposant des éléments sur le raccordement en ECS des appareils de lavage (liens valables au 8 septembre 2011), destinés principalement aux usagers :

- <http://www.sebasol.ch/lave-linge.pdf>
- <http://www.sebasol.ch/lave-linge2.pdf>

Annexe : taux d'équipement des foyers en lave-vaisselle et lave-linge

L'INSEE dispose de données sur l'équipement des foyers français en biens durables (électroménager, automobile...). Cette annexe détaille ce taux d'équipement selon deux critères : la catégorie socioprofessionnelle et la composition du ménage. Ce type de données peut permettre d'adapter plus précisément les calculs énergétiques aux caractéristiques des logements et habitants sur un projet donné.

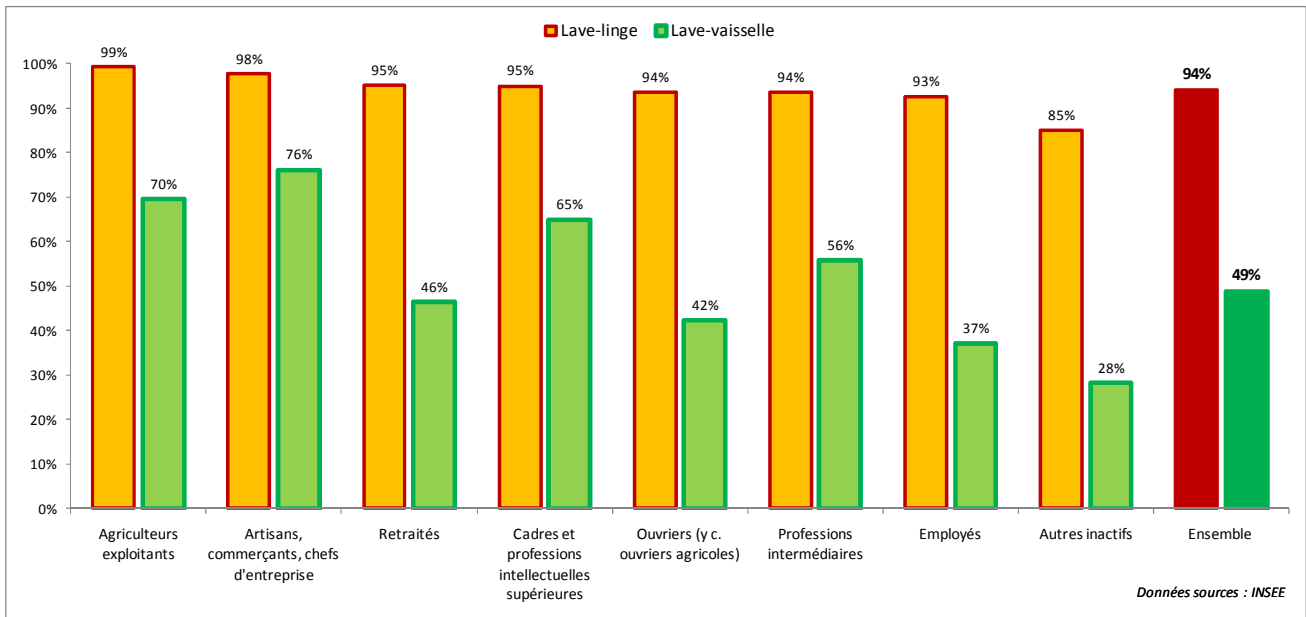


Figure 1 - Taux d'équipement en lave-linge et lave-vaisselle selon la catégorie socioprofessionnelle en 2008

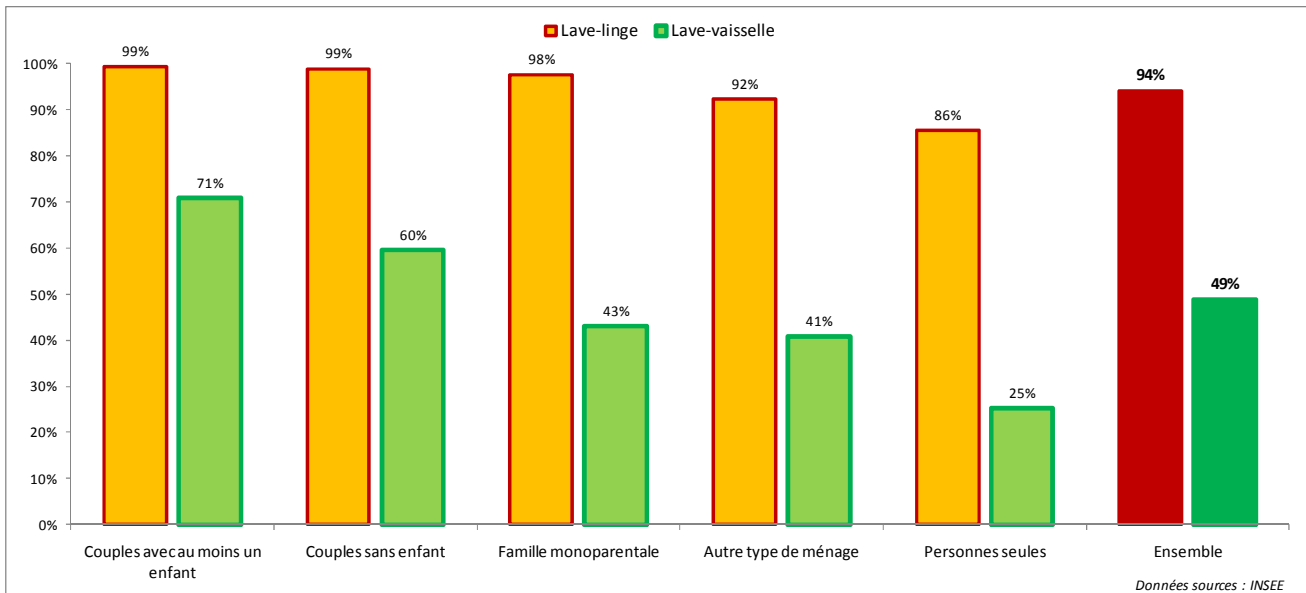


Figure 2 - Taux d'équipement en lave-linge et lave-vaisselle selon la composition des ménages en 2008