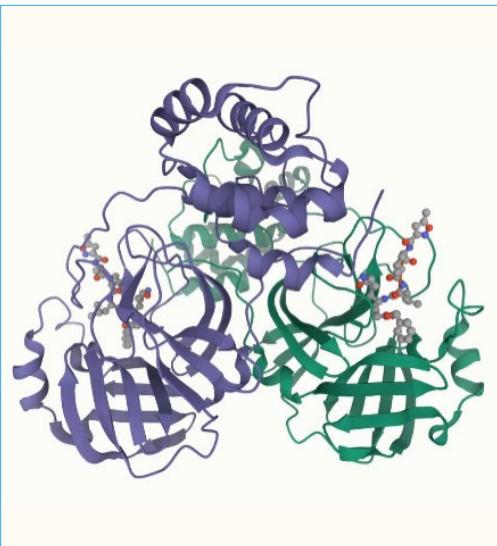


Lessives enzymées professionnelles : performances.

Les enzymes ont fait leur apparition dans la formulation des lessives domestiques il y a bien longtemps, conférant aux lessives des fonctions d'enlèvement ciblées sur différentes catégories de salissures. **Il s'agit de lipases, protéases, pectinases, amylases, mannanases, ...**

Une enzyme est une protéine dotée de propriétés catalytiques. La plupart des biomolécules capables de catalyser des réactions chimiques dans les cellules sont des enzymes. Une enzyme agit en abaissant l'énergie d'activation d'une réaction chimique, ce qui accroît la vitesse de réaction, et ne s'en trouve pas modifiée.



Représentation d'une protéase

En fractionnant les salissures, les enzymes renforcent l'efficacité des lessives et permettent, par exemple, de réduire l'emploi de certains tensioactifs, d'agents de blanchiment ou bien d'abaisser les températures de lavage.

Enzymes	Salissures cibles
Lipases	Graisses
Protéases	Sang, œuf, lait
Pectinases	Fruits, certains végétaux
Amylases	Amidon et sucre
Mannanases	Épaississants alimentaires

Cellulases : des lessives domestiques comportent des cellulases pour l'élimination des bouloches de certains textiles.

L'emploi d'enzymes de synthèse s'est accru dans le domaine ménager, surtout de par le développement des lessives liquides, utilisables à basse température. À noter que celles-ci ne contiennent aucun agent oxydant afin de garantir la stabilité du produit dans son ensemble et dans le temps. Plus récemment, les enzymes ont également fait leur apparition dans le domaine des lessives professionnelles ou industrielles.

C'est pourquoi le CTTN a proposé d'identifier différentes lessives enzymées professionnelles, d'en sélectionner quelques-unes et d'évaluer leurs performances.

▼ Les lessives employées

Pour ce faire, 3 lessives enzymées proposées par des fabricants très introduits sur le marché de la blanchisserie et de l'entretien professionnel ont été retenues.

Elles ont été comparées entre-elles mais aussi avec une lessive connue, classique, sans enzyme et une lessive normalisée (notifiée dans la norme ISO 15797 : Méthodes de blanchissage et de finition industriels pour les essais des vêtements de travail (sans azurant optique)).

	Lessive	Dosages préconisés
Enzymée	A	8 g/kg de linge
	B	6 à 10 g/kg de linge
	C	70 mL/5 kg de linge
Non enzymée	D (lessive classique)	7 à 10 g/kg de linge
	E (lessive ISO 15797)	16 g/kg de linge

Les dosages préconisés sont donnés par les fiches techniques des produits et correspondent à une eau moyennement dure (22°TH lors des essais) pour du linge considéré comme sale.

À noter que le fabricant de la lessive A prévoit l'emploi d'un additif alcalin, inclus dans le dosage préconisé ci-dessus, pour moitié.

▼ Structure du programme de lavage utilisé pour chacune des lessives

Le programme de lavage utilisé est le même pour chacun des essais réalisés, et pour chacune des lessives testées. Seules varient les températures de lavage et les doses de lessive.

Étapes du cycle de lavage	Durée par étape [min : sec]
Lavage	20 : 00
Vidange	00 : 30
Rinçage	03 : 00
Vidange	00 : 30
Rinçage	03 : 00
Vidange	00 : 30
Rinçage	03 : 00
Vidange / Essorage final	08 : 00

Ce programme de lavage a été mis en œuvre sur une laveuse-essoreuse (CTTN) à chauffage électrique des bains, d'une capacité de chargement nominale de 13,5 kg.

Rapports de bain : 4 litres/kg au lavage ; 3,3 litres/kg au rinçage.

S'agissant de produits « uniques » (additif pour le produit A), pour chaque lavage, les programmes comprennent un bain de lavage et 3 rinçages.

Programme d'essais

Lessive	Température de lavage °C	Dosages de lessive, grammages	
		g / kg	g
A	30	8	73,6
B	30	8	73,6
C	30	14	128,8
D	40	8,5	78,2
E	40	16	147,2
A	40	8	73,6
B	40	8	73,6
C	40	14	128,8
D	60	8,5	78,2
E	60	16	147,2

Rappel : A, B et C sont les lessives enzymées évaluées. D est une lessive classique non enzymée. E une lessive normalisée.

Les températures de lavage correspondent aux préconisations des fabricants de lessives concernés.

Les dosages également, sachant qu'en cas de préconisations de grammages données sous la forme de fourchette, la moyenne de celle-ci a été pratiquée.

Ces essais permettront d'observer les niveaux de performances d'enlèvement de salissures aux températures de lavage préconisées pour les lessives enzymées par rapport aux températures couramment fixées pour les autres lessives : non enzymée et normalisée, sachant qu'un niveau de température est commun à toutes les lessives : 40°C.

Les mesures d'enlèvement de salissures ont été effectuées à partir de bandes de tissus salis CFT, imprégnées de 15 salissures différentes pour certaines, et de 8 autres salissures, cette fois d'application superficielle sur d'autres bandes de tissus.

Charge textile utilisée : constituée de tabliers de cuisine blancs en polyester-coton, de 9,2 kg.

Les bandes de tissus salis sont agrafées sur les tabliers. 3 bandes 15 taches et 3 de 8 taches sont associées à la charge de linge à chaque essai.

Chaque programme de lavage est reproduit 3 fois (3 cycles). 9 bandes de chaque type permettent donc de caractériser les performances d'enlèvement de chaque programme.

L'enlèvement des différentes salissures est obtenu à partir de la spectrophotométrie de chacun des tissus salis après lavage.

Chacune des valeurs des tableaux ci-dessous correspond à la moyenne de 3 mesures (mesures de 3 tissus distincts comportant la même salissure). La dispersion des résultats entre les valeurs d'enlèvements obtenus pour une même salissure est très satisfaisante (généralement très faible, sauf dans quelques cas pour la lessive E, ce qui n'a pas d'incidence sur les enseignements de l'étude).

▼ Résultats issus des salissures imprégnées

Les salissures sont regroupées ci-dessous par catégorie. Pour chaque salissure, le meilleur enlèvement est identifié : **couleur verte**.

		Enlèvement en %									
Lessives		A	A	B	B	C	C	D	D	E	E
Température (°C)		30	40	30	40	30	40	40	60	40	60
Grasses / pigmen-taires	Huile minérale	28,6	31,0	30,7	33,2	27,3	29,1	28,7	29,0	27,9	26,3
	Sébum / noir de carbone	21,8	24,0	24,4	26,3	22,4	24,0	25,1	24,5	22,7	22,0
	Maquillage	42,9	54,1	45,9	50,4	40,1	45,6	48,9	49,0	45,4	46,7
	Mayonnaise	36,0	40,9	33,0	36,6	31,9	34,6	36,9	36,9	29,9	23,6
	Sauce de viande	86,4	98,0	91,2	100,4	80,9	90,2	94,0	94,5	91,4	81,8
Enzyma-tiques	Lait chocolaté	19,8	34,0	5,1	8,6	11,0	16,5	19,5	20,1	7,5	0,0
	Sang vieilli	65,5	66,6	24,0	26,7	39,8	40,7	41,1	39,9	28,7	21,6
	Pomme de terre	54,5	60,9	60,1	65,2	27,3	37,4	38,3	37,8	35,9	29,0
	Sauce de salade	36,5	44,0	40,1	44,9	35,1	36,8	40,5	41,5	37,0	34,2
	Pectine	37,0	42,5	36,2	39,6	33,4	33,8	35,2	38,4	35,6	30,8
Oxy-dables	Thé	13,9	14,7	17,4	17,0	16,1	18,1	16,8	18,2	16,0	14,8
	Café	34,7	34,5	35,9	35,5	35,5	36,2	36,7	35,3	33,7	34,3
	Vin	52,5	53,1	70,9	74,5	70,0	76,5	76,5	76,9	70,8	68,8
	Herbe	38,6	48,0	34,4	40,2	36,0	40,1	43,2	41,5	37,2	32,7
	Myrtille	50,7	53,2	54,5	61,2	55,0	60,5	62,6	61,7	57,4	55,2
Enlèvement moy.		41,2	46,6	40,3	44,0	37,5	41,3	42,9	43,0	38,5	34,8

▼ Résultats issus des salissures d'application superficielle

Pour chaque salissure, le meilleur enlèvement est également identifié : **couleur jaune**.

		Enlèvement en %									
Lessives		A	A	B	B	C	C	D	D	E	E
Température (°C)		30	40	30	40	30	40	40	60	40	60
Huile min./Noir de carb.		64,8	69,1	59,4	71,6	66,3	74,6	80,4	80,2	73,4	72,6
Maquillage		20,3	23,8	22,5	31,5	27,3	36,6	41,7	42,1	34,6	31,7
Mayonnaise		50,1	55,4	47,3	50,2	49,5	53,6	52,1	47,5	44,5	41,0
Bœuf en sauce		75,9	76,4	79,9	80,7	68,2	84,8	78,3	75,0	69,5	68,3
Chocolat au lait		73,9	72,7	72,1	74,3	66,6	72,7	68,7	70,4	59,1	46,2
Vinaigrette		23,1	43,1	61,1	82,0	76,1	63,6	61,3	59,8	57,8	36,4
Herbe		69,0	79,6	80,1	82,3	79,6	82,8	83,6	82,3	76,1	74,1
Baies		53,4	59,2	69,7	71,1	65,7	67,7	70,4	70,4	67,2	67,5
Enlèvement moy.		53,8	59,9	61,5	68,0	62,4	67,1	67,1	66,0	60,3	54,7

▼ Salissures imprégnées

Salissures grasses et pigmentaires : Sans exceller, les lessives enzymées conduisent à des enlèvements assez peu éloignés ou équivalents, dès 30°C, à ceux obtenus avec la lessive classique D et avec la lessive normalisée, utilisées à 40°C.

À 40°C les lessives enzymées obtiennent souvent les meilleurs scores, y compris en comparaison des lessives D et E utilisées à 60°C.

À cette température, les lessives A (avec additif alcalin Aa) et B manifestent un avantage sensible.

Salissures enzymatiques : Pour des températures de 30 et 40°C, les lessives enzymées présentent un avantage sur les lessives D et E. Cet avantage est atténué concernant la sauce de salade et la pectine.

Salissures oxydables : ces salissures étant plus sensibles à la température et aux agents de blanchiment, les lessives D et E (utilisées à 40 et 60°C) restent bien positionnées. Toutefois, sur certaines salissures, on relève les bons scores des lessives enzymées B et C sur le vin, comparativement aux lessives D et E.

▼ Salissures superficielles

Ces salissures étant moins sévères, les niveaux d'enlèvement sont généralement supérieurs à ceux obtenus à partir des salissures imprégnées.

Les lessives enzymées présentent des résultats équivalents voir meilleurs, par rapport à ceux obtenus avec les lessives D et E utilisées à 40 et 60°C, pour : Mayonnaise, Bœuf en sauce et Chocolat au lait.

Les niveaux de performances issus des autres salissures sont plus nuancés.

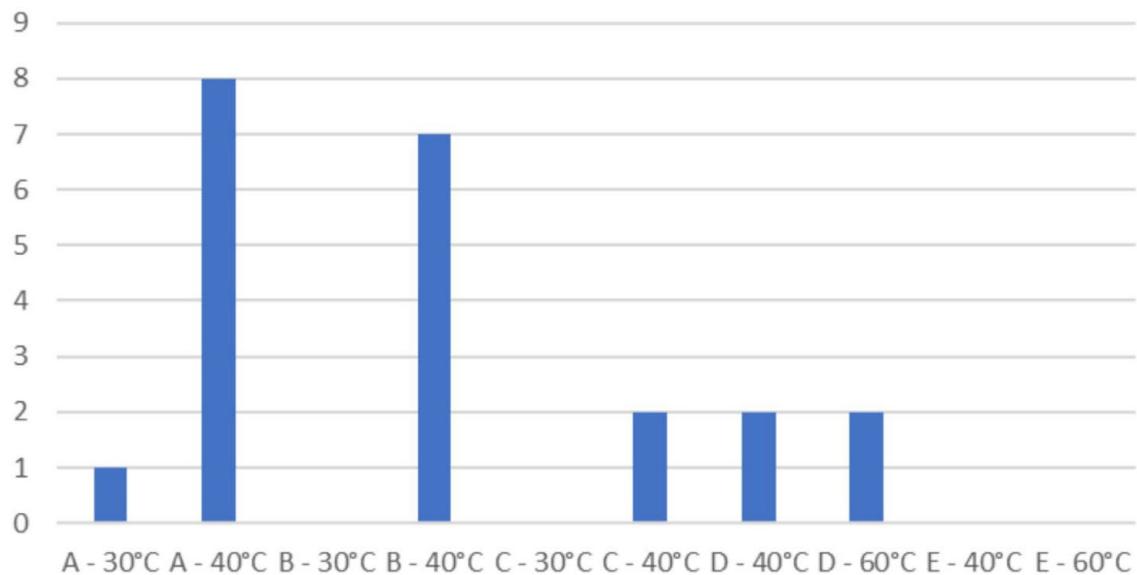
Ne disposant pas de la connaissances précise du type d'enzymes introduits par leur fabricant respectif dans ces 3 lessives enzymées, il est difficile de procéder à une analyse plus poussée des résultats, sachant que chaque type d'enzymes cible une famille de salissures particulière. Les salissures oxydables, d'ailleurs, ne sont généralement pas ou peu sensibles aux enzymes.

Cependant, on note en complément que les lessives A et B, utilisée à 40°C, donnent de très bons résultats par rapport à la lessive classique D (sans enzyme) même lorsqu'elle est employée à 60°C.

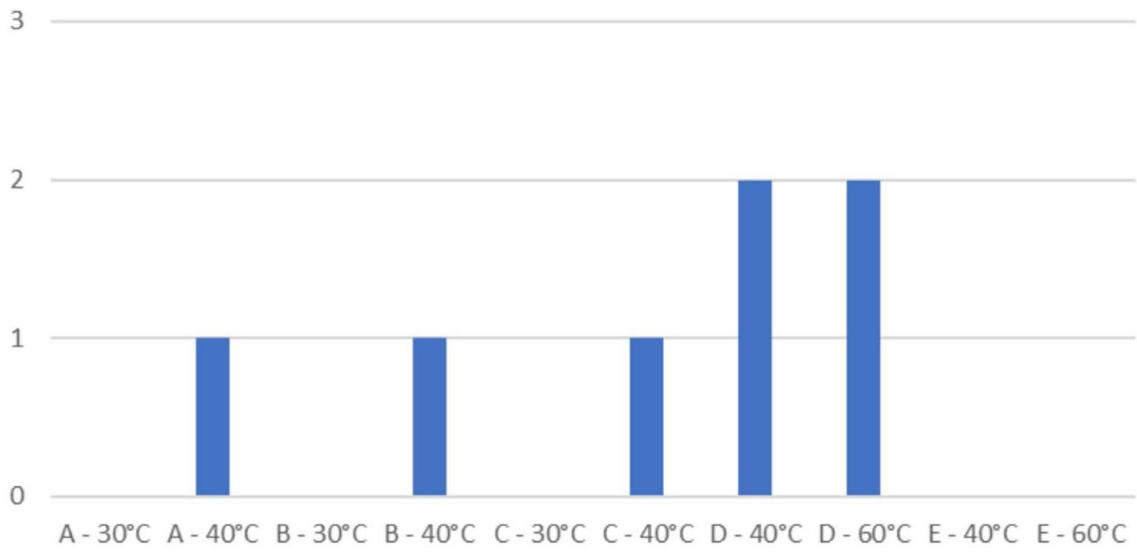
On retiendra globalement un assez bon niveau de performances des lessives enzymées, à des températures de lavage basses (30 et 40°C) ce qui peut être qualifié de compromis dans certains cas.

En effet, il faut considérer le degré de salissures du linge à laver et le type de salissures en présence, qui dépendent de la provenance et de l'usage du linge. Mais abaisser les températures de lavage sans compensation par d'autres paramètres comme la durée (prolongation de l'action mécanique), correspond à un gain d'énergie et à une productivité maintenue, voire accrue.

Nombre de meilleurs enlèvements Salissures imprégnées



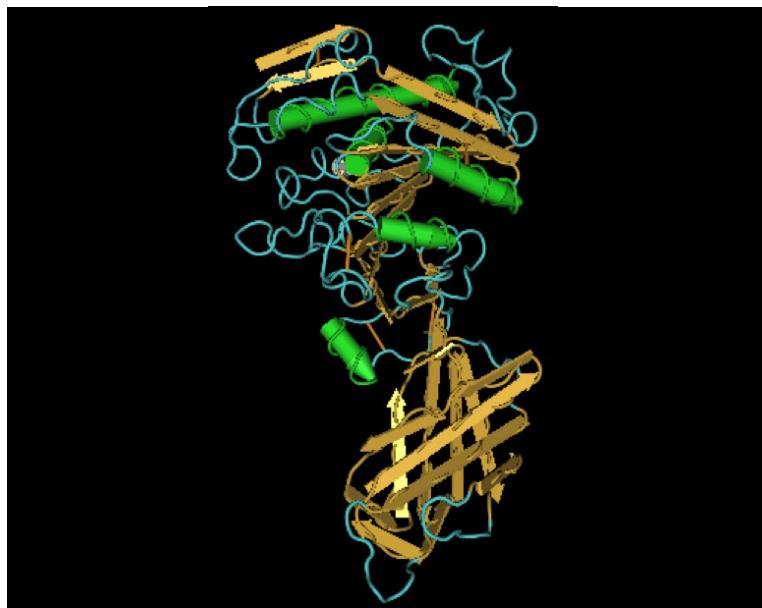
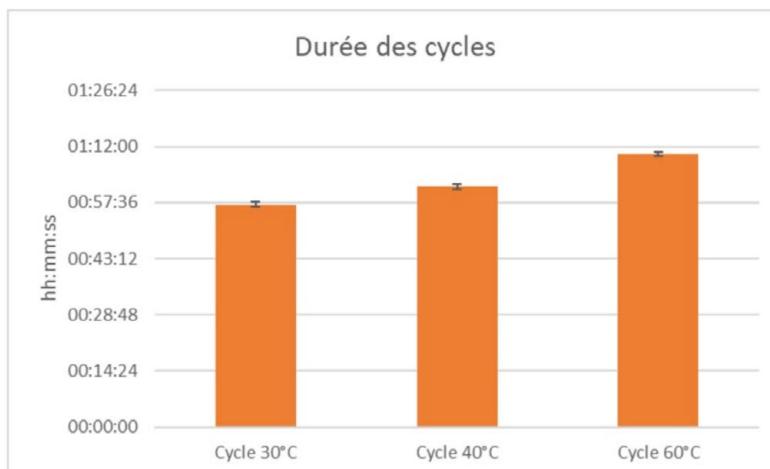
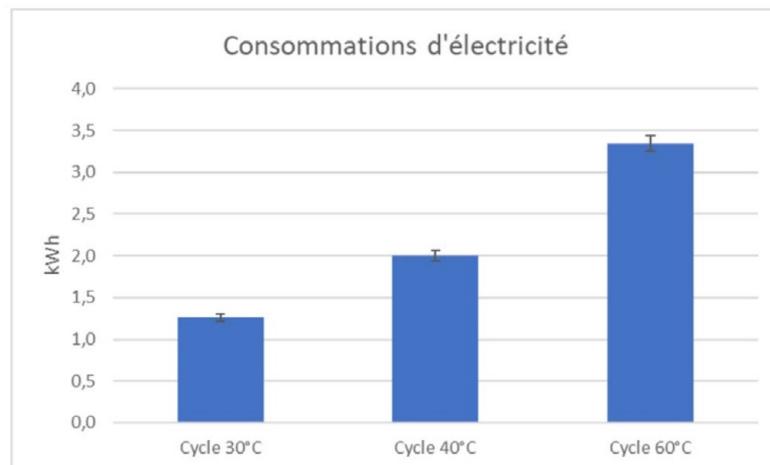
Nombre de meilleurs enlèvements Salissures superficielles



Analyse à partir du nombre de meilleurs enlèvements obtenus : on retrouve bien le classement intéressant des lessives A et B. Pour une part des résultats, elles apparaissent en retrait par rapport à la lessive classique D, qui tire son avantage des salissures oxydables d'application superficielles.

Consommations et durées de cycles

Pour des programmes de lavage identiques, effectués avec des charges textiles identiques, sans surprise, la consommation s'accroît avec la température de lavage. La durée des cycles s'accroît également dans la mesure où l'atteinte d'une température de consigne plus élevée demande davantage de temps (phase lavage).



Représentation d'une lipase

Approche technico-économique

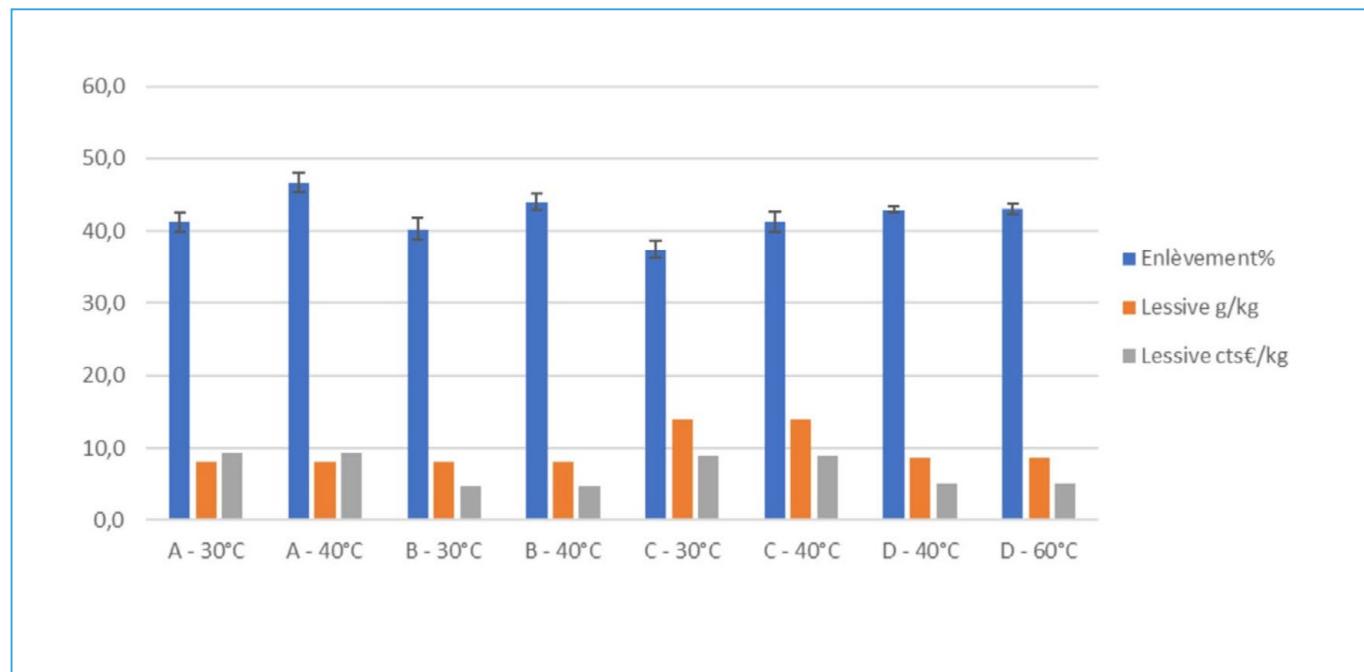
Une correspondance est établie entre les performances et les quantités de produits utilisés, leurs coûts, et les coûts de l'eau et de l'énergie. La lessive normalisée, peu signifiante sur le plan économique, est exclue de cette approche.

D'après les tarifs communiqués pour chacune des lessives employées, et en fonction des mesures de consommations effectuées :

		A - 30°C	A - 40°C	B - 30°C	B - 40°C	C - 30°C	C - 40°C	D - 40°C	D - 60°C
Lessive	g / kg	8	8	8	8	14	14	8,5	8,5
	cts €/kg	9,36	9,36	4,75	4,75	8,86	8,86	5,11	5,11
Électricité	cts €/kg	2,14	3,40	2,14	3,40	2,14	3,40	3,40	5,68
Eau	cts €/kg	4,64	4,64	4,64	4,64	4,64	4,64	4,64	4,64
Coût	cts €/kg	16,14	17,39	11,54	12,79	15,64	16,90	13,14	15,43

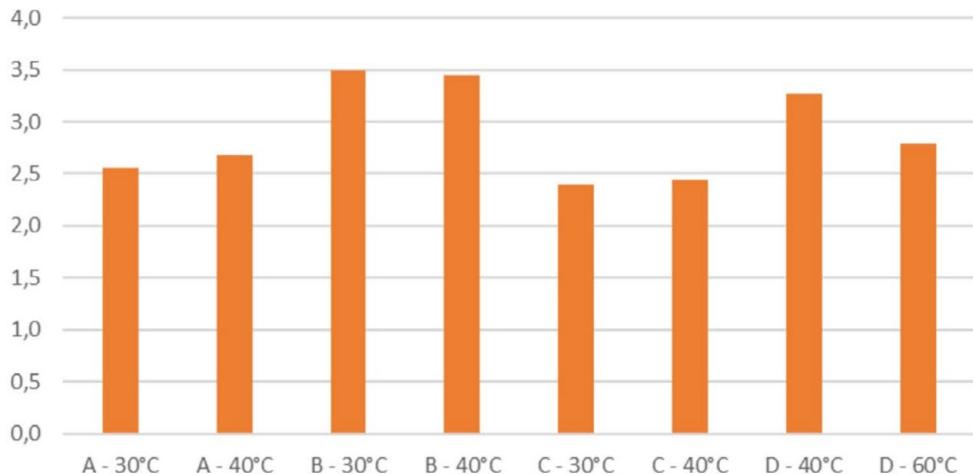
Les coûts sont donnés en centimes d'euros/kg de linge, hors TVA.

Coûts des lessives rapprochés des niveaux d'enlèvement moyen des salissures



Le coût des lessives est très variable, la lessive B étant fort bien positionnée, même si elle ne donne pas le meilleur enlèvement moyen. Cet élément se retrouve dans le diagramme suivant, où ressortent les ratios « enlèvement/coût total » (coûts lessive, eau, énergie).

Enlèvement moyen pondéré du coût total (%/cts €)



De ce point de vue, dans le cadre de l'étude rapportée ici, la lessive B apparaît comme étant un très bon compromis technico-économique, dès 30°C comme température de lavage, **avec des économies d'énergie à la clé**.

▼ Influence sur la DCO et la DBO5

Une hypothèse consistait à avancer que les lessives enzymées étant possiblement moins concentrées, notamment en tensioactifs ou en d'autres agents chimiques, les DCO et DBO5 caractérisant les rejets issus des lavages correspondants seraient abaissées. Cette hypothèse n'a pu être vérifiée au travers des quelques analyses des eaux de vidange issues des essais de lavage effectués. Ce point particulier nécessiterait d'être approfondi en réalisant d'autres essais.



Informations complémentaires : Parallèle avec le lavage domestique et les lessives enzymées destinées à ce secteur.

		Lavage domestique à 40°C																				
Lessive		Huile minérale	Fond de teint	Graisse de boeuf	Sebum / noir de carbone	Moyenne salissures grasses	Chocolat	Herbe/boue	Sang	Vinai-grette	Moyenne salissures enzym.	Herbe pure	Café	Thé	Myrtille	Sauce tomates	Vin rouge	Moutarde	Curry	Encre	Moyenne salissures oxydables	Moyenne
Enzymées	A	65,5	66,5	73,7	38,7	61,1	37,6	57,5	84,4	56,6	59,0	76,5	75,6	25,4	58,3	72,3	53,6	51,7	72,0	69,3	61,7	60,9
	B	63,0	62,6	85,6	35,2	61,6	36,2	56,4	76,4	68,8	59,4	73,3	70,3	27,5	60,4	71,8	57,5	39,3	73,3	71,0	60,5	60,5
	C	55,6	62,6	82,3	35,4	59,0	34,5	54,2	74,3	48,6	52,9	60,0	67,8	19,9	57,3	62,6	51,4	33,6	67,0	67,2	54,1	55,0
	B	59,5	55,1	51,8	35,2	50,4	35,3	54,1	81,8	47,6	54,7	51,3	69,3	20,7	56,6	59,6	49,9	30,5	65,8	66,4	52,2	52,4
	D	54,5	58,4	62,9	31,8	51,9	29,7	53,2	76,2	27,9	46,7	57,1	61,7	15,9	56,3	58,6	49,6	23,7	57,7	67,3	49,8	49,5
	E	52,9	45,7	54,2	32,7	46,4	32,9	48,2	72,4	35,8	47,3	46,2	67,6	18,2	54,8	53,0	49,4	35,7	68,1	67,8	51,2	49,2
	F	43,1	46,5	61,2	29,8	45,2	31,1	43,7	70,2	32,5	44,4	33,7	61,4	15,9	56,3	47,7	51,1	9,6	66,7	67,7	45,6	45,2
	G	46,2	42,6	50,9	29,5	42,3	28,0	35,5	72,3	20,2	39,0	30,7	70,3	15,2	54,9	51,8	50,5	12,4	53,3	69,9	45,4	43,2
Non enzymées	I	48,2	62,7	87,1	29,1	56,8	29,9	49,6	66,2	25,0	42,7	45,2	66,7	16,5	57,2	55,1	51,3	25,5	56,7	72,5	49,6	49,7
	J	50,2	58,0	59,9	30,3	49,6	29,0	40,9	71,4	24,4	41,4	46,7	68,8	17,2	55,9	57,4	50,2	27,2	52,6	66,9	49,2	47,5
	K	50,3	58,4	72,5	29,8	52,7	28,9	48,7	69,0	22,0	42,2	45,7	62,2	16,7	53,1	53,3	49,7	21,9	55,6	68,1	47,4	47,4
	L	48,6	56,0	57,7	30,2	48,1	28,4	39,8	71,2	22,6	40,5	45,0	68,5	17,8	54,6	56,8	51,3	25,4	50,9	68,1	48,7	46,6
	M	45,8	53,7	58,8	30,4	47,2	26,8	42,9	71,9	20,8	40,6	44,0	64,0	12,6	55,0	53,0	48,9	16,6	47,8	71,6	45,9	45,0

Pour chaque salissure, le meilleur enlèvement est identifié (ci-dessus) : **couleur verte**.

À titre d'exemple, ce tableau issu d'une batterie de tests comparatifs montre les performances de différentes lessives enzymées comparativement à des lessives dénuées d'enzymes (issues d'un marché extra-hexagonal). Il s'agit de lavages domestiques à 40°C sans prélavage (en lave-linge domestique).

Plusieurs lessives enzymées se distinguent des autres sur l'ensemble des salissures, à quelques nuances près, qu'elles soient de la catégorie Grasses, Enzymatiques ou Oxydables.

Sur les salissures grasses, celles des lessives enzymées qui conservent un avantage sont moins nombreuses. Ce type de salissures est en effet sensible aux lipases, mais aussi à des agents chimiques classiques comme les tensioactifs et les composés alcalins. Ces derniers (alcalins) agissent aussi efficacement sur certains polymères (encre de stylo à bille, comportant des résines).

Les salissures oxydables ne sont généralement pas sensibles aux enzymes, à part quelques-unes d'entre-elles, comme évoqué plus haut.

On note aussi que certaines lessives enzymées repérées D, E, F, G offrent relativement peu d'avantages, voire aucun, par rapport aux lessives non enzymées.

Les lessives enzymées A et B se distinguent quant à elles, assez largement de toutes les autres, d'une manière générale.

La qualité des produits et de leurs composants, de part et d'autre, joue sans nul doute un rôle non négligeable et l'effet détergent des agents chimiques classiques demeure important, y compris pour les lessives enzymées.