



tesla

Transferring
Energy Save
Laid on Agroindustry

MANUEL

*d'Efficacité Énergétique des
usines d'huile d'olives*

IEE/12/758/SI2.644752

Rédacteur principal: UÉvora
(Universidade de Évora)



Co-financé par le programme Intelligent Energy Europe
de l'Union Européenne

Dernière version :

Mai 2014

Auteurs:

Fátima Baptista, Dina Murcho et Luis Leopoldo Silva. Université d'Evora, École de Sciences et Technologies, Département d'ingénierie Rurale ICAAM - Institut Méditerranéen des Sciences Environnementales et Agricoles.

Co-auteurs:

Ce document a été réalisé conjointement avec CIRCE, ENEA, Tecaliman et UPM, et contient des informations provenant de Spanish Co-ops, Coop de France, CONFAGRI et Legacoop Agro.

À propos de ce rapport:

Ce rapport a été rédigé selon la trame du projet TESLA (Intelligent Energy Europe) et a été financé par la Commission Européenne.

Copyright:

Ce rapport peut être copié et distribué tant que le copyright est toujours respecté. Enseignants, formateurs et tout autre utilisateur doivent toujours citer les auteurs, le projet TESLA et le programme Intelligent Energy Europe.

“Le contenu de cette publication relève entièrement de la responsabilité de ses auteurs. Il ne reflète pas nécessairement l'opinion de l'Union Européenne. Ni l'EACI, ni la Commission de l'Union Européenne ne peuvent être tenues responsables de l'usage qui pourrait être fait des informations qui y sont contenues”.

The logo for the Tesla project, featuring the word "tesla" in a bold, lowercase, sans-serif font. To the right of the text is a stylized yellow infinity symbol.

Transferring
Energy Save
Laid on Agroindustry

0. Table des matières

1. Introduction

1.1. Analyse de la production du secteur de l'huile d'olives	7
1.1.1. Production	7
1.1.2. Méthodes d'extraction de l'huile d'olives	8
1.1.3. Consommation énergétique	9
1.2. Point de vue socio-économique	9

2. Description des procédés

2.1. Réception, nettoyage et lavage	10
2.2. Broyage et homogénéisation de la pâte	11
2.3. Séparation de l'huile de l'eau et des particules solides	14
2.4. Stockage	16
2.5. Mise en bouteille	17

3. Analyse énergétique du secteur de L'huile d'olives

3.1. Consommations électriques et thermiques	17
3.2. Coût de l'énergie	21
3.3 Balance énergétique	21
3.4. Particularités du secteur	23

4. Mesures d'économies d'énergie

4.1. Biomasse utilisée dans les chaudières des usines d'huiles d'olives	23
4.2. Installation d'un broyeur de type «Listellos» à la place d'un broyeur à grille	24
4.3. Amélioration de l'étape de séparations	25
4.4. Procédé de décantation par réservoir	26
4.5. Nettoyage de l'huile par décantation mécanique: Oleosim	26
4.6. Moteurs performants	27
4.7. Système d'air comprimé (SAC)	29
4.8. Entraînement à vitesse variable	30
4.9. Isolation	31
4.10. Récupération de chaleur	32
4.11. Eclairage	35
4.12. Batteries de condensateur pour diminuer l'énergie éactive	36
4.13. Transformateurs de puissance haute performance	36
4.14. Outils de management	37

5. Conclusions

6. Références

1. INTRODUCTION

La culture des oliviers est limitée géographiquement à cause des spécificités des sols et du climat. C'est une culture spécialement adaptée aux conditions climatiques du bassin méditerranéen. De ce fait, c'est une des cultures prédominantes de cette région. Il y a 8000 ans, les oliviers venaient d'Anatolie en Turquie et leur culture s'est développée principalement en Afrique du Nord, dans le sud de l'Europe et en Moyen Orient.

Au fil du temps, elle a pris une grande importance dans l'économie, dans la culture et dans la vie sociale des civilisations du bassin méditerranéen.

La production d'huile d'olives est un secteur essentiel dans la structure de la production agricole des pays de l'Europe du Sud.

Près de 95% de la production d'huile d'olives se trouve dans le bassin méditerranéen. En 2010/2011, les pays de l'Union Européenne (Espagne, Italie, France, Grèce et Portugal) ont produit près de 71,8% de la production mondiale d'huile d'olives (Figure 1).

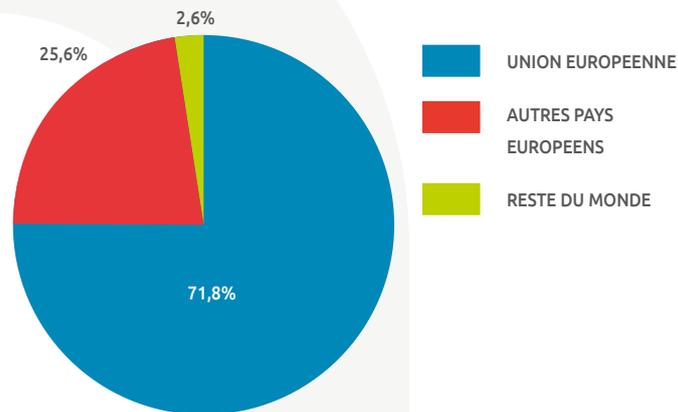


Figure 1. Production mondiale d'huile d'olives en 2010/11 (réalisées à partir des données de l'IOC, 2012)

La production d'huile d'olives des quatre pays concernés par ce rapport (Portugal, Espagne, France et Italie) présente des différences significatives, comme le montre la Figure 2. L'Espagne est de loin le plus grand producteur d'huile d'olives contribuant de 52% à 74% à la production totale d'huile d'olives des quatre pays. L'Italie suit l'Espagne (23% à 46%) et le Portugal et la France sont très loin derrière avec des valeurs respectives comprises entre 2% et 3%, et entre 0,2% à 0,4%.

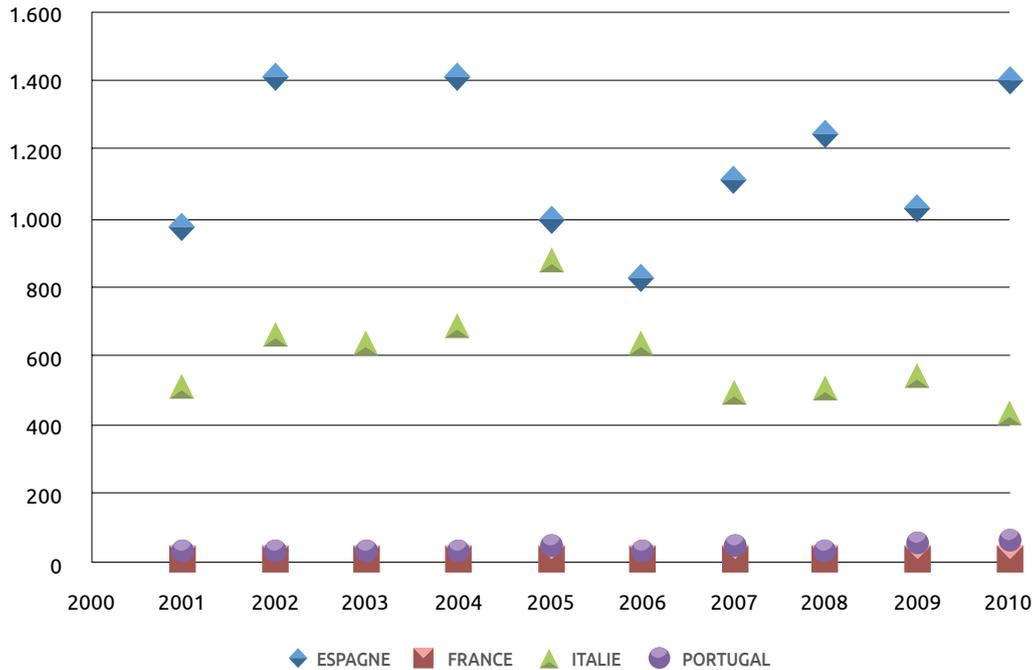


Figure 2. Production d'huile d'olives (en milliers de tonnes) (réalisées à partir des données de l'IOC, 2012)

Le tableau 1 présente les caractéristiques du secteur des olives des quatre pays selon les données publiées par

l'INE (2012); par l'IOC (2012); par l'INEA (2012), et par AFIDOL (2012).

TABLEAU 1. CARACTERISTIQUES DU SECTEUR.

SECTEUR DE L'HUILE D'OLIVES – 2011	PORTUGAL	ESPAGNE	FRANCE	ITALIE
Plantation d'oliviers pour la production d'huile d'olives (ha)	338.048	2.584.564	55.000	1.144.400
Olives produites et transformées (tonnes)	510.733	7.820.000	16.740	3.122.500
Rendement moyen (kg d'olives/ha)	1.511	3.026	300	2.728
Nombre de moulins actifs (n°)	527	1.750	254	4.809
Production d'huile d'olives (tonnes)	76.200	1.651.000	3.348	464.900
Rendement (kg huile d'olives/ha)	227	639	58	406
Huile d'olives / Olives (%)	15	21	20	15
Consommation d'huile d'olives (tonnes)	78.000	574.000	112.000	610.000
Consommation d'huile d'olives par habitant (kg)	7,4	12,3	1,7	10,3
Population résidente	10.557.560	46.815.916	64.612.939	59.394.000

Sources: INE, 2012; IOC, 2012; INEA, 2012; GPP, 2013; et AFIDOL, 2012.

1.1. Analyse de la production du secteur de l'huile d'olives

1.1.1. Production

EN ESPAGNE Elle est le plus gros producteur d'huile d'olives dans le monde, avec une production moyenne annuelle d'environ 750 ktonnes avec une production maximale de 1,4 million de tonnes. La surface de plantation d'oliviers a augmenté ces dernières années et elle correspond maintenant à plus de 300 millions d'oliviers. La surface de plantation correspondante est d'environ 2,5 millions d'hectares. Cela représente plus de 25% de la surface mondiale de plantation d'oliviers (ASOLIVA) et plus de 50% de la surface européenne (UE des 27) de plantations d'oliviers (EUROSTAT.). La culture de l'olive est l'une des cultures les plus importantes du pays. En quelques décennies, l'Espagne est devenue un pionnier dans la recherche et le développement technologique du secteur des olives.

EN ITALIE Selon l'analyse économique du secteur oléicole (2012 European Commission, Directorate-General for Agriculture and Rural Development), en 2008, 1 350 000 hectares sont consacrés à la culture de l'olive, avec une densité d'oliviers de 132 par hectare. En général, les plantations italiennes sont petites (70 % d'entre elles font moins de 2 ha). Le rendement d'olives est de 3 t/ha. Entre 2000 et 2010, le rendement annuel d'olives était généralement compris entre 500 et 600 kilogrammes par hectare.

EN FRANCE Selon l'IOC (2012), en 2011, elle comptait 5,1 millions d'oliviers répartis sur 55 000 hectares. Les plantations d'oliviers occupaient moins de 0,18% de la surface agricole utilisée. La densité moyenne d'oliviers par hectare était de 92 oliviers par hectare. Les oliviers ne sont pas une culture importante. Plus de la moitié des plantations sont de vieilles plantations (64% des surfaces de culture d'oliviers ont plus de 50 ans). Les nouvelles plantations (âgées de moins de 5 ans) représentent seulement 4% de la surface totale d'oliviers plantés. Néanmoins, ces dernières années, la surface occupée par des oliviers a continué d'augmenter et elle pourrait atteindre près de 59 700 hectares en 2014.

AU PORTUGAL En 2011, les oliviers ont été cultivés sur 345 683 ha, dont 7,635 ha étaient destinés aux olives de table et 338 048 ha à l'huile d'olives. Cette année, la production de l'huile d'olives était d'environ 832 000 hL (76 200 tonnes). Une usine d'une capacité de production supérieure à 920 tonnes d'huile par an est considérée comme importante; une usine d'une capacité de production inférieure à 95 tonnes d'huile par an est considérée comme petite. Sur la base de cette analyse et des données de l'INE sur 123 usines d'huile, 76% de la production totale est obtenue par des usines de grande capacité, 22% des usines de capacité moyenne et seulement 2% dans les usines de petite capacité.

1.1.2. Méthodes d'extraction de l'huile d'olives

En Espagne, la plupart des usines ont été modernisées et équipées de décanteurs à deux phases. Aujourd'hui, 75% des usines espagnoles sont des usines à deux phases, ce qui a permis d'augmenter la qualité de l'huile d'olives et de réduire la quantité d'eaux usées. Les usines ont des capacités différentes, les capacités les plus communes allant de 100 à 500 tonnes d'huile d'olives par an.

Au Portugal entre 2009 et 2011, la superficie plantée d'oliviers a augmenté, ce qui a conduit à l'installation de nouvelles

usines et à la modernisation de celles existantes, des usines traditionnelles à trois phases aux usines à deux phases plus efficaces au niveau de l'étape d'extraction. Cela a également conduit à investir dans des usines de transformation et d'utilisation du marc d'olives provenant de la production d'huile. La figure 3 montre l'évolution au cours des dernières années, avec la diminution des usines traditionnelles et l'augmentation du nombre d'usines en continu à deux phases et à trois phases.

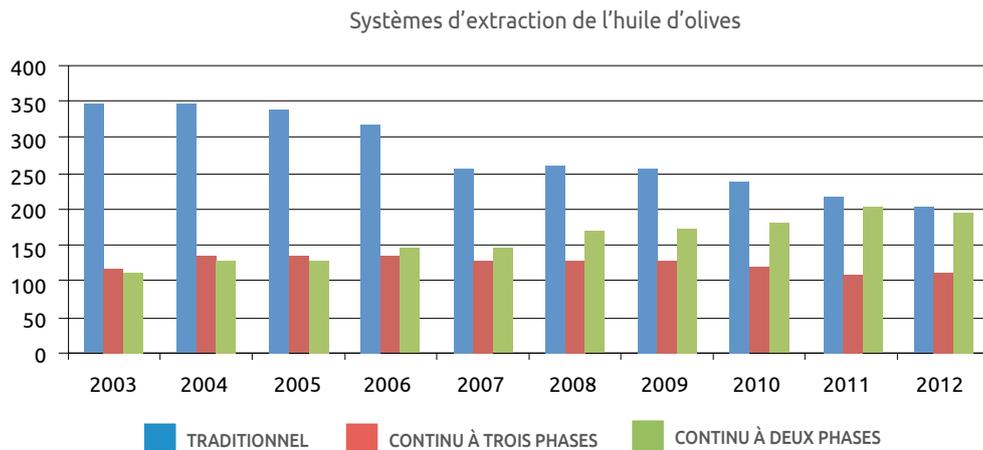


Figura 3. Nombre d'usines au Portugal avec différents systèmes d'extraction de l'huile d'olives (données provenant de INE, 2012)

1.1.3. Consommation énergétique

Selon les données enregistrées par l'INE dans l'enquête sur la production industrielle annuelle de 2011, sur 123 usines portugaises étudiées, la consommation d'énergie des usines est basée principalement sur l'électricité (98,3%), avec une faible contribution de la biomasse, sur le diesel et le gaz, avec des valeurs respectives de 1%, 0,5% et 0,2%. Toutefois, dans les usines d'huile d'olives où les noyaux sont utilisés comme biomasse pour être consommés au niveau de la chaudière, la consommation d'énergie provient pour environ 50% de l'électricité et pour 50% de la biomasse, selon le projet CO2OP où six usines coopératives espagnoles ont été étudiées.

1.2. Point de vue socio-économique

EN ESPAGNE Conformément à OSCAE 2009 (Cooperativas Agro-alimentarias), FIAB 2008 et MARM 2009, il y avait 1 744 usines en Espagne, dont 951 d'entre elles étaient des coopératives. Associées avec les usines d'huile d'olives, il y a d'autres infrastructures qui travaillent dans ce secteur. Il existe 6 260 usines qui extraient l'huile du marc d'olives. Ce marc est encore une source importante d'huile, qui est extrait par des procédés physiques ou chimiques. Le produit, appelé huile de grignons d'olives, avait une production annuelle de 96 mille tonnes en 2010 (Anuario de esta-

dística, 2011). Il existe aussi 1 519 usines de conditionnement, dont 90% d'entre elles sont associées à des usines.

EN ITALIE En 2011, selon les données de l'IOC en 2012, il y avait 4 809 usines, pour un total de 1 350 000 hectares d'oliveraies. La production d'huile d'olives est beaucoup plus éparpillée qu'en Espagne. En 2007, selon Eurostat, le nombre d'exploitations était de 776.000, avec une taille moyenne de 1,3 ha. En outre, il y avait plus de 5.000 usines, tandis qu'en aval, l'industrie est très concentrée avec principalement des embouteilleurs contrôlant près de la moitié du marché de l'huile d'olive vierge ce qui équivaut à 80% de la consommation intérieure.

AU PORTUGAL Selon l'institut national des statistiques (INE, 2012), en 2011 il y avait 527 usines d'huile d'olives, dont 138 d'entre elles appartiennent à des coopératives. Les coopératives représentent 30% de la production totale d'huile d'olives(GPP, 2013).

EN FRANCE En 2009 il y avait 254 usines en France, avec une capacité moyenne de production de 21 tonnes / an (CIO, 2012). En outre, les oliviers sont présents dans près de 29.243

exploitations agricoles, mais 85% d'entre elles ont moins de 2 hectares d'oliviers (COI, 2012).

En ce qui concerne le chiffre d'affaires annuel, les données suivantes ont été obtenues pour le secteur de l'huile d'olives:

AU PORTUGAL Selon des informations de l'institut national des statistiques, en 2011, le chiffre d'affaires estimé du secteur était de 465 millions d'euros.

EN ESPAGNE Selon l'Agence de l'huile d'olives, le chiffre d'affaires 2010/2011 était de 2 492 millions d'euros, en considérant l'huile d'olives à la sortie de l'usine, avant d'être mise en bouteille.

EN ITALIE Selon l'étude présentée par l'ISMEA, en 2010 le chiffre d'affaires de la production du secteur était de 1.513 millions d'euros.

EN FRANCE Selon l'étude présentée par AFIDOL, en 2011 le chiffre d'affaires de la production du secteur était de 228 millions d'euros.

2. DESCRIPTION DES PROCÉDÉS

Les usines d'huile d'olives sont un exemple d'agro-industries qui ont dû évoluer en se modernisant et en s'adaptant technologiquement au cours des dernières décennies, afin de répondre à des exigences en hygiène et en environnement. Le process général de production se compose de : la réception des olives, leur nettoyage et leur stockage; le broyage et l'homogénéisation de la pâte; la séparation des phases; le stockage; et la mise en bouteille.

2.1. Réception, nettoyage et lavage

Après récolte, il est nécessaire de produire l'huile d'olives dans les 24 heures qui suivent de manière à éviter la fermentation et la dégradation des olives. Si ces deux phénomènes apparaissent sur les olives, cela diminuerait la qualité de l'huile produite. Dès que les olives arrivent au moulin, elles sont nettoyées et lavées. Ce processus est effectué par une machine de nettoyage (Figure 4), qui sépare les olives d'autres matériaux végétaux (feuilles, branches). La terre attachée aux olives pendant la récolte et la collecte des olives sur le terrain est éliminée par lavage. Dans le processus de lavage, il est consommé environ 10 à 12 L d'eau pour 100 kg d'olives.



Figure 4. Machine de nettoyage et de lavage

Après le nettoyage et le lavage, les olives sont transportées par bandes transporteuses jusqu'aux silos de stockage. Elles sont stockées jusqu'à ce que la prochaine étape de production débute. Avant d'être stockées, elles passent sur une benne peseuse et sont pesées. Selon leur variété et leur qualité (déterminée à l'étape précédente), les olives sont séparées dans différents silos de stockage.

2.2. Broyage et homogénéisation de la pâte

Dans cette étape, les olives sont broyées dans un broyeur à tambour en acier (figure 5) produisant une pâte à base d'olives. Le but de ce broyage est de déchirer les cellules de la chair afin de faciliter la libération de l'huile à partir des vacuoles. Le noyau des olives représente 25% de leur poids, mais il contient moins de 1% de la teneur en huile. La plupart des huiles d'olives sont fabriquées à partir de la pulpe d'olives, qui contient entre 15 et 22 % d'huile selon la variété et les pratiques de cultures.

Il est nécessaire de faire attention à la durée de broyage et à la finesse de la mouture. Ceci dépend de la taille des mailles des tamis du broyeur à tambour en acier. Un broyage long peut augmenter l'oxydation de la pâte et peut réduire la saveur de l'huile d'olives. Dans les broyeurs modernes, le broyage dure environ 20 minutes.



Figure 5. Broyeur

La pâte d'olives est battue et mélangée, avec pour objectif de la rendre uniforme. De plus, cela permet de libérer l'huile contenue dans les cellules de la pulpe d'olives et de casser l'émulsion huile / eau. Ainsi, les petites gouttes d'huile peuvent se combiner aux gouttes plus grosses facilitant l'extraction mécanique de l'huile.

Le mélangeur horizontal (figure 6) présente trois réservoirs cylindriques à double paroi avec des lames percées. Ces pales ont différentes vitesses de rotation selon le type et la dimension du mélangeur, mais généralement cette rotation est faible

pour permettre un mélange lent. La capacité de la machine est déterminée par la quantité d'olives traitées par le broyeur.



Figure 6. Mélangeuse horizontale

Le procédé de mélange est effectué à température modérée (entre 25 à 28°C), maintenu par l'eau chaude utilisée dans le mélangeur. Ces températures facilitent la libération de l'huile, sans changer ses caractéristiques organoleptiques. Le temps de mélange et la température sont les deux paramètres à prendre en considération lors de cette étape du procédé.

Les grands temps de mélange (tableau 2) vont augmenter le rendement en huile, en diminuant la teneur en marc dans l'huile (le résidu solide après la séparation de l'huile

d'olives), mais permettent une période d'oxydation plus longue diminuant ainsi la durée de vie de l'olive. La température influence directement la viscosité de l'huile d'olives. Une température plus élevée permettra d'obtenir des rendements plus élevés d'huile d'olives ; car elle facilite,

dans la phase suivante, la séparation de l'eau et l'huile. Toutefois, si la température de la pâte d'olives est trop élevée, une réduction de la qualité de l'huile d'olives peut apparaître, aboutissant à des huiles d'olives ayant une amertume prononcée (Petraakis, 2006).

TABLEAU 2. INFLUENCE DU TEMPS D'HOMOGENEISATION SUR LE RENDEMENT D'EXTRACTION DE L'HUILE

CONDITIONS		Temps d'homogénéisation (min)		
		15	45	90
RENDEMENT D'EXTRACTION D'HUILES D'OLIVES (%)		78,5	82,8	85,7
Marc d'olives	Quantité (Kg/100 kg olives)	71,7	71,9	71,5
	Humidité (% en marc frais)	57,7	58,2	58,9
	Huile (% en marc frais)	4,4	3,6	3,1
	Huile (Kg/100 kg olives)	3,1	2,6	2,2
Eau usée végétale	Quantité (L/ 100 kg olives)	25	20	20
	Huile (% on vww*)	2,8	2,1	1,6
	Huile totale perdue dans les co-produits (Kg/100 kg olives)	3,8	3,1	2,5

Source: adaptée de Di Giovacchino et al., 2002.

*vww: Eau usée végétale

2.3. Séparation de l'huile de l'eau et des particules solides

L'étape suivante consiste à séparer l'huile du reste des composants des olives (solides végétaux et eau). Traditionnellement, cela permettait d'utiliser des presses, mais maintenant cette étape est faite par des procédés de centrifugation, à l'aide de centrifugeuses horizontales de grande capacité (décanteurs) (figure 7).

Le procédé de centrifugation peut être une centrifugation à trois phases ce qui permet de séparer l'huile (phase huileuse), l'eau (phase aqueuse), et des matières solides (phase solide), ou d'un processus à deux phases, séparant uniquement l'huile à partir du marc humide. La force centrifuge créée dans les décanteurs permet aux phases d'être aisément séparées en fonction de leur différence de densité.



Figure 7. Centrifugeuse horizontale (décanteur)



Figure 8. Centrifugeuse verticale

Dans les décanteurs d'huile à trois phases, une partie des polyphénols de l'huile est lavée à cause de la quantité importante d'eau ajoutée (par rapport à la méthode traditionnelle). Ceci produit une plus grande quantité d'eau de végétaux qui doit être traitée. Les décanteurs d'huile à deux phases utilisent moins d'eau dans le procédé d'extraction de l'huile. Cela permet de réduire significativement la production d'eaux usées, et donc de réduire le lavage phénol. L'eau utilisée est expulsée par le décanteur avec le marc, ce qui donne une pulpe humide (62-75 % en teneur en eau). Cela crée une plus grande quantité de marc par rapport aux décanteurs trois phases (Tableau 3). Après avoir quitté le décanteur, l'huile et l'eau d'origine végétale passent à travers une centrifugeuse verticale (figure 8) pour éliminer les sédiments naturels et pour séparer la fraction d'eau d'origine

végétale de la phase huileuse. Il est à noter que dans le cas d'une usine à deux phases une centrifugeuse verticale est suffisante alors que dans les usines à trois phases, deux centrifugeuses sont nécessaires pour achever cette étape, la première a la même

fonction que décrite précédemment et la seconde permet de séparer l'eau usée restante de l'huile d'olive. Bien que le pourcentage d'huile d'olives obtenu n'est pas élevé, à la fin de l'année, la quantité d'huile collectée peut être considérable.

TABLEAU 3. CARACTERISTIQUES MARC D'OLIVES ET DES EAUX USEES OBTENUES AVEC LES PROCEDES DIFFERENTS DE CENTRIFUGATION.

CONDITIONS		Centrifugation	
		2-phases	3-phases
RENDEMENT D'EXTRACTION D'HUILES D'OLIVES (%)		86,1	85,1
Marc d'olives	Quantité (Kg/100 kg olives)	72,5	50,7
	Humidité (% en marc frais)	57,5	52,7
	Huile (% en marc frais)	3,16	3,18
	Huile (% en matière sèche)	7,44	6,68
Eau usée végétale	Quantité (L/ 100 kg olives)	8,3	97,2
	Matière sèche (% en vww)	14,4	8,5
	Huile (g/L)	13,4	12,6
	Huile totale perdue dans les co-produits (Kg/100 kg olives)	2,42	2,8

Source: adaptée de Petrakis, 2006.

*vww: Eau usée végétale

Dans chaque étape d'extraction (deux ou trois phases), les résultats des composants sont différents. (Tableau 3).

Le marc passe à travers un tamis où les plus grosses particules solides sont séparées du reste du marc. Ce résidu de particules solides peut être utilisé comme combustible dans une chaudière biomasse pour chauffer l'eau utilisée dans la mélangeuse horizontale et dans d'autres équipements qui nécessitent de l'eau chaude pour fonctionner (1 kg de noyaux d'olives par heure produiront 4 100 kcal). Le marc restant est vendu pour la production d'huile de marc d'olives. Il est transporté dans des installations spécialisées appelées extracteurs qui chauffent le marc entre 45°C et 50°C. Ces extracteurs peuvent extraire jusqu'à 2 litres d'huile pour 100 kg de marc en utilisant un décanteur à deux phases adapté.

2.4. Stockage

Après passage dans la centrifugeuse verticale, l'huile d'olives, complètement propre, est pesée (figure 9). Elle est stockée dans des conteneurs en acier inoxydable (figure 10) pendant environ 2-3 mois. Cette période est suffisante pour faire un nettoyage final de l'huile d'olives, par sédimentation des particules en suspension conduisant à une qualité supérieure d'huile d'olives.



Figure 9.
Étape de pesée
de l'huile



Figure 10.
Conteneurs de stockage
de l'huile d'olives en acier
inoxydable

2.5. Mise en bouteille

Après la période de stockage, l'huile d'olives est prête à être consommée. Elle est mise en bouteille dans des bouteilles en verres (figure 11) et elle est prête à entrer dans le circuit commercial.



Figure 11. Procédé de mise en bouteille de l'huile d'olives

3. ANALYSE ÉNERGÉTIQUE DU SECTEUR DE L'HUILE D'OLIVES

Dans les paragraphes suivants, des valeurs énergétiques typiques sont présentées pour deux usines ayant des volumes de production différents. Les valeurs moyennes sont pour les usines de capacité de 1 600 et 300 tonnes d'huile d'olives produites par an (deux décanteurs à deux phases et chaudière biomasse). Les usines ont une activité saisonnière : de Novembre à Mars, dans les quatre pays étudiés, avec de légères différences selon les pays. La principale source d'énergie pour le fonctionnement des usines est électrique. De la réception des olives, au nettoyage, au lavage, au broyage, au mélange, à la centrifugation et à la mise en bouteille, toutes les machines fonctionnent à l'électricité. De l'eau chaude est également employée, chauffée par une chaudière qui utilise les résidus solides d'olives, du diesel ou un autre type de biomasse.

3.1. Consommations électriques et thermiques

Les Tableaux 4 et 5 montrent les valeurs moyennes de production standard des procédés d'usine équipée d'un décanteur à deux phases et d'une chaudière biomasse, pour des volumes de production de 1 600 et 300 tonnes d'huile d'olives par an.

TABLEAU 4. VALEUR D'UNE PRODUCTION REPRÉSENTATIVE. USINE DE 1 600 TONNES D'HUILES D'OLIVES PAR AN.

PROCESS (PAR ORDRE SÉQUENTIEL)	TECHNOLOGIES COURANTES	Puissance électrique installée (kW)	Consommation électrique (kWh/an)	Puissance thermique installée (kW)	Consommation thermique (kWh/an)
Réception et nettoyage des olives Stockage	Moteurs électriques	750	21.000		
Broyage et préparation de la pâte	Moteurs électriques, chaudière biomasse	400	93.000	870	270.000
Décantation et centrifugation	Moteurs électriques du décanteur 2 phases	170	120.000		
Stockage	Moteurs électriques, chaudière biomasse	170	12.000	200	26.000
Mise en bouteille	Moteurs électriques	70	4.000		
Éclairage et autres utilités électriques	Fluorescents	40	38.000		
Utilités thermiques	Chaudière, chariots élévateur			260	40.000
TOTAL		1.600	288.000	1.330	336.000

Source: Donnée provenant d'une analyse de Cooperativas Agro-alimentarias de 6 usines d'huile d'olives en 2010.

TABLEAU 5. VALEUR D'UNE PRODUCTION REPRESENTATIVE. USINE DE 300 TONNES D'HUILES D'OLIVES PAR AN.

PROCESS (PAR ORDRE SÉQUENTIEL)	TECHNOLOGIES COURANTES	Capacité (t/h ou L/h)	Puissance électrique installée (kW)	Consommation électrique (kWh/an)	Puissance thermique installée (kW)	Consommation thermique (kWh/an)
Réception et nettoyage des olives Stockage	Moteurs électriques	40 t/h	70	3.600		
Broyage et préparation de la pâte	Moteurs électriques, chaudière biomasse	25 t/h	100	13.000	175*	50.000
Décantation et centrifugation	Moteurs électriques du décanteur 2 phases	1.000 l/h (huile d'olives)	40	12.500		
Stockage	Moteurs électriques, chaudière biomasse		0	0		
Mise en bouteille	Moteurs électriques	25 t/h	6	710		
Éclairage et autres utilités électriques	Fluorescents		1	1.350		
Utilités thermiques	Chaudière	10 kg de noyaux/h			175*	10.000
TOTAL			217	31.160	175	60.000

Source: Donnée provenant d'une analyse de l'Université de Évora, d'une usine d'huile d'olives représentative.

*Puissance thermique installée se réfère à la puissance de la chaudière pour chauffer l'eau pour les deux procédés (broyage et préparation de la pâte et utilités thermiques) qui ne peuvent être considérés séparément.

TABLEAU 6. COMPARAISONS DES PERFORMANCES ENTRE 2 USINES.

	Usine produisant 1 600 tonnes d'huile d'olives par an	Usine produisant 300 tonnes d'huile d'olives par an
Consommation électrique	180 kWh/tonne d'huile d'olives	104 kWh/tonne d'huile d'olives
Consommation thermique	210 kWh/tonne d'huile d'olives	200 kWh/tonne d'huile d'olives
Puissance électrique installée	1.600 kW	217 kW
Puissance thermique installée (chaudière, véhicules, etc.)	12.280 kW (chaudière) 50 kW (véhicules)	175 kW (chaudière)

Source: Université de Évora et Cooperativas Agro-alimentarias (2010).

En ce qui concerne la consommation d'énergie thermique, les tableaux 4 et 5 montrent que la biomasse est utilisée au niveau de la chaudière pour chauffer l'eau utilisée dans le procédé de production ou pour chauffer les bureaux du bâtiment. Dans la plupart des chaudières d'usines d'huile d'olives, les noyaux d'olives sont utilisés comme source de combustible biomasse, et en général, elles utilisent les noyaux obtenus lors

de la production d'huile. La figure 12 représente la répartition relative des consommations électrique et thermique. Ainsi, il est possible d'observer que dans ces usines, la répartition est d'environ de la moitié de chaque composante de l'énergie, 54 et 46%. Certaines différences peuvent exister dans cette répartition des consommations selon les technologies utilisées par l'usine.

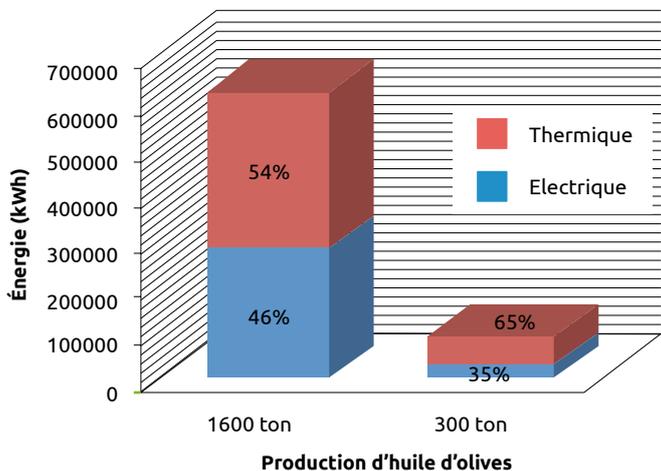


Figure 12. Répartition relative des consommations énergétiques d'une usine d'huile d'olives

3.2. Coût de l'énergie

Le coût de l'énergie électrique d'une usine représentative est d'environ 0,08 à 0,12 €/ kWh; et le coût de l'énergie thermique d'une usine représentative est d'environ 0,015 à 0,02 €/ kWh. En supposant un prix moyen de 0,10 €/ kWh pour l'électricité et de 0,017 €/ kWh pour l'énergie thermique, il est possible d'affirmer que les coûts énergétiques totaux varient entre 4 136 et 34 512 € par an pour les usines étudiées, représentant un

coût par tonne compris entre 13,8 € / tonne et 21,6 €.

L'énergie électrique représente 75 à 83% des coûts totaux en énergie. Cependant, puisque la plupart des usines d'huile d'olives utilisent leurs propres résidus comme biomasse pour leurs chaudières, le coût de l'énergie thermique est généralement faible et il est lié au séchage et au tamisage des noyaux d'olives. Ainsi, près de 100% des coûts de l'énergie correspondent à de l'énergie électrique.

3.3 Balance énergétique

La figure 13 montre le bilan énergétique (thermique et électrique) représenté selon un diagramme de Sankey pour les usines produisant 1.600 tonnes d'huile d'olive par an. Il est possible d'observer une distribution relative des consommations thermique et électrique par étape de production. En ce qui concerne l'énergie thermique, le broyage et la préparation de la pâte en consomment le plus tandis que l'énergie électrique est utilisée principalement lors de la séparation des phases et de la préparation de la pâte. Cela montre que les mesures d'amélioration de l'efficacité énergétique doivent se focaliser sur ces procédés. La réception et l'éclairage sont également des sources importantes de consommation d'énergie, représentant 4% de la consommation totale d'énergie.

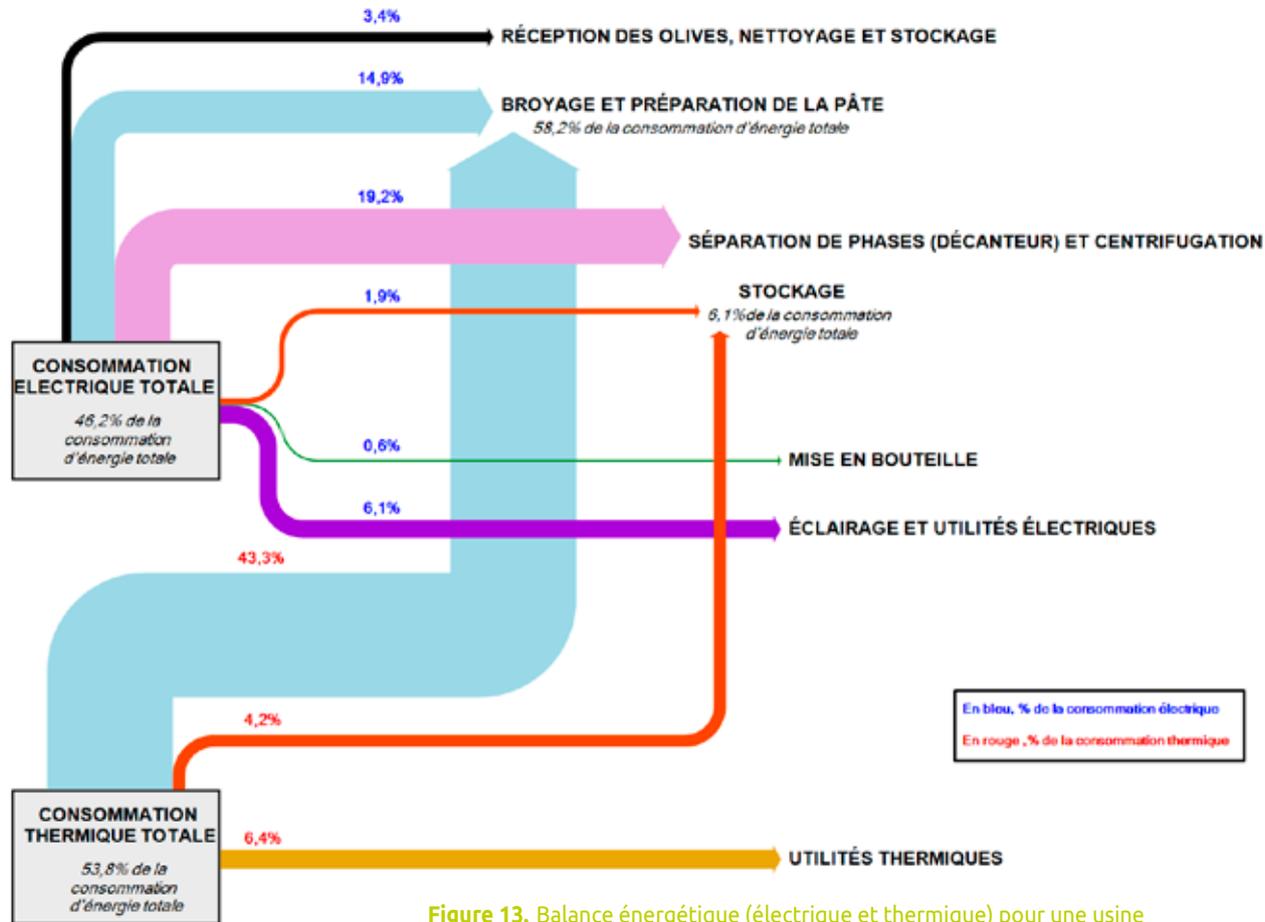


Figure 13. Balance énergétique (électrique et thermique) pour une usine Représentative produisant 1 600 tonnes d'huile d'olives par an

3.4. Particularités du secteur

Ce secteur est caractérisé par une production saisonnière, principalement entre novembre et mars ce qui a une grande influence sur la consommation d'énergie électrique et/ou thermique. Selon l'étude réalisée par Cooperativas Agro-alimentarias (2010), la consommation maximale totale d'énergie est entre décembre et mars, qui correspond au pic de production. Le reste de l'année, la consommation d'énergie concerne seulement la mise en bouteille et les installations administratives.

Un autre aspect important est l'utilisation des noyaux d'olives, sous-produits de ce secteur. Un nombre croissant d'usines utilisent leurs propres noyaux d'olives comme biomasse pour la chaudière. Le surplus de noyaux d'olives, ou tous les noyaux d'olives dans certaines usines, sont vendus à d'autres sociétés, procurant une autre source de revenus pour l'entreprise. Le prix est fonction de la qualité, de la disponibilité sur le marché et du prix des autres types de biomasse. En moyenne, le prix est compris entre 75 et 100 € la tonne de noyaux.

4. MESURES D'ÉCONOMIES D'ÉNERGIE

Ces dernières années, l'efficacité énergétique et les mesures d'économie d'énergie font partie des politiques européennes communes. Améliorer l'efficacité énergétique contribuera à réduire les émissions de GES et les coûts de production.

Dans les pages suivantes, des mesures d'économie d'énergie pour les usines d'huile d'olives sont présentées, sur la collection des meilleures pratiques (Ortego et Gutierrez, 2013) et sur les résultats de Cooperativas Agro-alimentarias (2010).

4.1. Biomasse utilisée dans les chaudières des usines d'huiles d'olives

Pour produire de l'huile d'olives, il est nécessaire de séparer tous les composants des olives après broyage. Dans ces étapes, de la pâte d'olives peut être gardée à une température de 28°C, ce qui est réalisé à l'aide d'une chaudière dont le fluide caloporteur est l'eau chaude. Grâce à la grande quantité de déchets produits dans les usines d'huile d'olives, il est possible d'utiliser le noyaux des olives comme combustible pour la chaudière biomasse.

Dans le cas où l'usine d'huile d'olives a une chaudière utilisant un combustible fossile (comme le gaz naturel ou le diesel) une bonne pratique serait de changer la chaudière par une autre adaptée pour les combustibles solides. Ces chaudières biomasse peuvent également utiliser comme déchets industriels des noyaux d'olives.

Ces chaudières ont l'avantage de permettre à l'usine d'utiliser ses propres déchets, d'économiser de l'énergie et de réduire les émissions de CO₂. Compte tenu du changement d'une chaudière diesel par une nouvelle utilisant la biomasse, les coûts énergétiques sont réduits de 46 €/MWh à 13 €/MWh en chaleur nette (en prenant en compte les coûts d'énergie thermique en raison du séchage et du tamisage des noyaux d'olives, et d'autres utilités thermiques). Dans les coopératives d'huile d'olives dans lesquelles cette pratique a été mise en place, le retour sur investissement a été de 3 ans.

En outre, en mettant en place un système de contrôle de consommation de la biomasse, ce procédé pourrait être optimisé et le surplus de noyaux d'olives pourrait être vendu pour obtenir des revenus supplémentaires. Cette chaudière biomasse peut également être plus efficace en intégrant un système d'automatisation qui commande l'alimentation de la chaudière et la température de l'eau d'entrée. Bien que cette mesure n'impliquerait aucun gain économique (la biomasse est gratuite pour les usines d'huile d'olives en utilisant leurs propres noyaux d'olives), elle pourrait être une source de revenus supplémentaires en vendant le surplus de noyaux.

4.2. Installation d'un broyeur de type «Listellos» à la place d'un broyeur à grille

Après la réception, les olives doivent être broyées. Le broyage a une forte demande d'énergie due à l'utilisation de moteurs électriques de puissance relativement élevée. Le type de broyage affecte la demande d'énergie selon le type de grille utilisée. Il s'agit d'une étape importante car il a aussi une incidence sur la qualité de l'huile d'olives.

Une bonne technique pourrait consister à changer les broyeurs traditionnels par des broyeurs utilisant des «listellos». Ce système permet de réduire la taille des particules en consommant moins d'énergie grâce à sa conception.

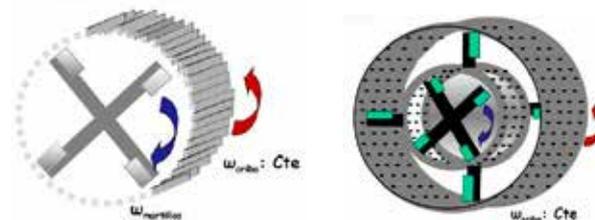


Figure 14. Schéma d'un broyeur de type «Listello» et d'un broyeur à grille

Le broyeur de type «listello» est une sorte de broyeur ayant des marteaux rotatifs qui ont une vitesse de rotation à 1.500 et 3.000 tours par minute. Il comprend un seul tamis tournant

dans le sens inverse des marteaux, avec un diamètre de perforation variant selon la taille de grain souhaitée. Selon les données commerciales disponibles, avec la même consommation d'énergie, il est possible d'augmenter la production d'huile d'olives jusqu'à 35%. Cependant, cette augmentation dépend de la taille de la mouture et de la quantité de production. La figure ci-après montre qu'avec la même consommation d'énergie, une production plus importante peut être obtenue avec des le broyeur de type «listello» qu'avec d'autres types de broyeurs.

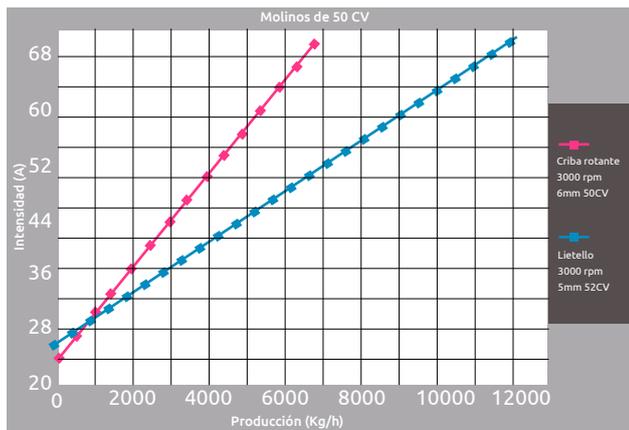


Figure 15. Puissance par rapport à la production d'un broyeur à grille (30 HP = 22 kW) et d'un broyeur de type «listello» (50 HP = 37 kW) (Pierallisi).

4.3. Amélioration de l'étape de séparations

Cette étape est la plus énergivore des étapes du process de l'huile d'olives. L'objectif principal est de séparer l'huile d'olives du reste des composants de l'olive (liquide et solide). Afin de réduire la consommation d'énergie de ce procédé, une méthode valable est d'installer un entraînement direct intégré aux séparateurs dans lesquels la pâte homogène peut être facilement séparée par différences de densités de chaque élément.

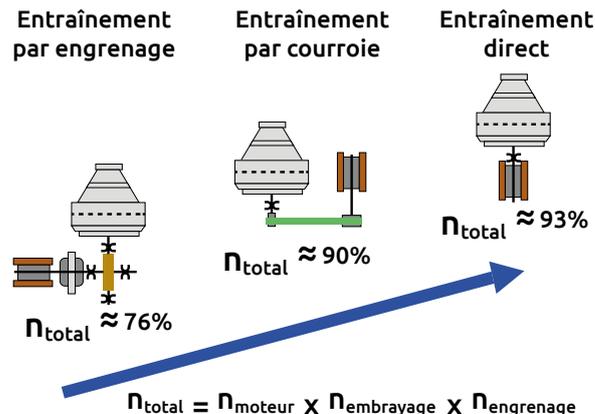


Figure 16. Amélioration de l'efficacité énergétique avec différents systèmes d'entraînement (GEA Westfalia).

La technologie du procédé de séparation est le même, mais la transmission de puissance est plus efficace. Avec ce séparateur à entraînement direct, le bol est entraîné directement, régulé en fréquence et intégré au moteur triphasé, améliorant son niveau d'efficacité. Aucun embrayage et aucune courroie ne sont utilisés pour la transmission.

Bien que chaque cas doive être analysé attentivement afin de déterminer les économies potentielles, de manière générale, les économies peuvent aller jusqu'à 15%.

4.4. Procédé de décantation par réservoir au lieu de la centrifugeuse verticale

Actuellement, une nouvelle technologie est mise en œuvre pour remplacer les centrifugeuses verticales par des réservoirs de décantation. Cette technique permet d'économiser de l'énergie et de l'eau. C'est un système de décantation statique et il est possible d'économiser 100% de l'énergie utilisée par la centrifugeuse verticale, et de réduire la consommation d'eau et les effluents produits lors du lavage de l'huile. Le principal inconvénient de cette mesure est l'espace requis pour installer les bassins de décantation. Les études réalisées par Cooperativas Agro-alimentarias (2010) ont montré un retour sur investissement compris entre 2 et 4,5 ans.

4.5. Nettoyage de l'huile par décantation mécanique : OLEOSIM

Ce système est similaire au précédent, mais il nécessite moins d'espace (ainsi, il peut traiter plus de volumes d'huile) et consomme peu d'énergie (environ 96% d'énergie de moins que les centrifugeuses verticales, selon les données du fournisseur).

Le système OLEOSIM sépare, clarifie et purifie l'huile d'olives sans évacuer d'effluents. L'appareil se compose de trois modules:

- L'équipement de dilatation nettoiera l'huile d'olives et dilatera les particules organiques par des moyens mécaniques actionnés par un moteur à faible rotation. Il utilise une petite quantité d'eau pour dilater les particules.
- Le stabilisateur fixera l'huile, libérera l'air de l'étape précédente et empêchera l'air d'entrer dans le purificateur. Il contrôlera également l'entrée de l'huile dans le purificateur.
- L'équipement de purificateur séparera l'huile de l'eau et permettra d'éliminer l'eau ajoutée au cours du procédé, ainsi que les particules organiques traitées dans les étapes précédentes. Il retiendra également les solutés provenant de la dissociation eau – huile obtenue par l'agent stabilisant.

Ce système OLEOSIM est équipé d'un système de commande automatique qui émet des décharges pour précipiter les impuretés vers le bas tandis que l'huile propre est retirée de la partie supérieure et apportée à la cave. Les études réalisées par Cooperativas Agro-alimentarias (2010) ont montré un retour sur investissement pour ce système entre 3 et 5 ans.

4.6. Moteurs performants

La consommation électrique des moteurs est influencée par plusieurs facteurs. Pour bénéficier des économies potentiellement disponibles, les utilisations doivent optimiser l'ensemble de l'installation dont les moteurs font partie avant de considérer cette sous partie. Les points suivants pourront être pris en compte afin d'améliorer l'efficacité des moteurs.

MOTEURS À RENDEMENT ÉLEVÉ. La classification de l'efficacité énergétique des moteurs électriques est définie par le standard IEC 60034-30. Selon cette classification, 5 niveaux d'efficacité sont possibles:

- *IE1 : rendement standard*
- *IE2 : haut rendement*
- *IE3 : rendement très élevé*
- *IE4 : rendement extrêmement élevé*

- *IE5: rendement Ultra Premium (récemment dispnible sur le marché)*

La directive européenne concernant les EuP (Energy-using Products - Equipements consommateurs d'énergie) a établi des contraintes relatives au design des moteurs, en accord avec les exigences de haute efficacité énergétique du standard IEC 60034-30. Elle établit également que les moteurs mis sur le marché avant le 16 juin 2011 devront au minimum respecter le niveau d'efficacité IE2. Au 1^{er} janvier 2015 les moteurs de 7,5 à 375 kW devront à minima respecter le niveau IE3. Au 1^{er} janvier 2017 les moteurs de 0,75 à 375 kW devront respecter à minima la norme IE3.

La Figure 17 présente les différences entre chaque type de moteur.

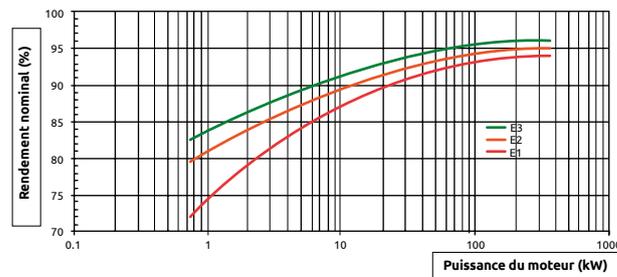


Figure 17. Comparaison des courbes d'efficacité énergétique (CIRCE)

DIMENSIONNEMENT DES MOTEURS. Le rendement maximal est obtenu entre 60 et 100 % de la pleine charge. Le rendement des moteurs à induction est habituellement à son maximum vers 75% de la pleine charge et il reste relativement plat jusqu'à 50% de charge. À moins de 40 % de la pleine charge, un moteur électrique ne fonctionne pas dans des conditions optimisées et le rendement chute très rapidement. Les moteurs de plus grande puissance peuvent fonctionner avec un rendement raisonnablement élevé à des charges de moins de 30% de la puissance nominale.

Le rendement d'un moteur électrique selon sa charge est présenté par la Figure 18.

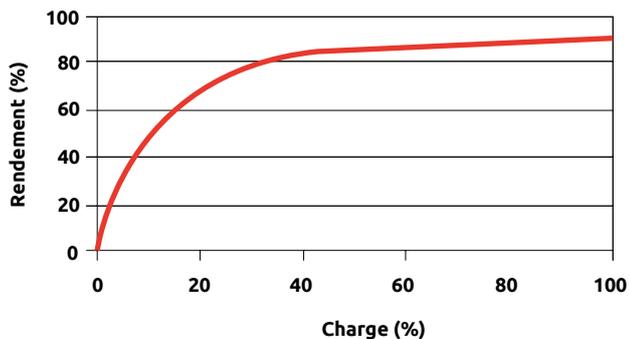


Figure 18. Rendement d'un moteur électrique en fonction de la charge (BREF, 2009)

CONTROLES DU MOTEUR. L'objectif est de limiter au minimum le sous régime des moteurs (charge à vide) par exemple à l'aide de capteurs de présence, d'une minuterie, le contrôle du procédé, etc. Donc, le moyen de contribuer à l'efficacité énergétique est d'arrêter les moteurs quand il n'y en a pas besoin à l'aide d'un interrupteur ou d'un contacteur pour connecter et déconnecter le moteur concerné. L'ajustement de la vitesse du moteur, par l'utilisation d'entraînements à vitesse variable (EVV) peut conduire à des économies d'énergie significatives associées à un meilleur contrôle des procédés, une réduction de la fatigue des équipements mécaniques. Quand la charge varie, les EVV permettent de réduire la consommation d'énergie électrique, notamment des pompes centrifuges, des compresseurs et des ventilateurs. Les applications de transformation des matières, faisant appel à des broyeurs et les machines de manutention comme les convoyeurs peuvent aussi bénéficier, en termes de performance globale et de consommation énergétique, de l'utilisation des EVV.

Les équipements de transmission, notamment les arbres, les courroies, les chaînes et les engrenages doivent être installés et entretenus correctement. Le système de transmission entre le moteur et la charge est une source de pertes. Ces pertes peuvent varier considérablement, de 0 à 45 %. Un accouplement direct est toujours la meilleure option possible (lorsque cela est réalisable techniquement).

4.7. Système d'air comprimé (SAC)

Presque tous les secteurs industriels utilisent de l'air comprimé avec des objectifs différents : presse à granuler, système de refroidissement, compresseur, convoyeur, etc. L'efficacité énergétique du système d'air comprimé peut être contrôlée par les mesures suivantes.

CONCEPTION DU SYSTEME. De nos jours, de nombreux systèmes d'air comprimé existants auraient besoin d'une mise à jour de leur conception globale. L'installation de compresseurs supplémentaires et la mise en œuvre de diverses applications à différents stades de la durée de vie de l'installation, sans que soit repensé parallèlement le système d'origine se sont souvent traduites par des performances sous-optimales du SAC. La pression est un paramètre fondamental d'un SAC qui doit répondre à 95 % de tous les besoins et d'utiliser un petit dispositif d'augmentation de pression pour le reste. Le dimensionnement des canalisations et l'emplacement des compresseurs constituent un autre paramètre fondamental.

Un système correctement conçu doit avoir une perte de pression inférieure à 10 % de la pression de sortie du compresseur au point d'utilisation.

ENTRAINEMENT A VITESSE VARIABLE (EEV) ET VOLUME DE STOCKAGE. Lorsque les besoins en air du procédé fluctuent,

selon les heures de la journée et selon les jours de la semaine, l'EEV et le volume de stockage aideront à réduire l'énergie demandée par le SAC. Les économies peuvent atteindre 30 %, bien que les gains moyens, lorsqu'un compresseur doté d'un EEV dans un SAC est ajouté, soient d'environ 15 %. Un volume de stockage permet d'en réduire les fluctuations et de répondre aux demandes de pointe sur un temps très court. Les EEV sur les compresseurs, apportent également quelques avantages supplémentaires : une pression stable, des facteurs de puissance beaucoup plus élevés par rapport à des entraînements classiques, ce qui donne une puissance réactive faible; un démarrage progressif à faible vitesse prolongeant la durée de vie du compresseur.

REDUCTION DES FUITES DES SYSTEMES D'AIR COMPRIME.

La réduction des fuites des systèmes d'air comprimé (SAC) est de loin le plus grand gisement d'économies d'énergie. Une fuite est directement proportionnelle à la pression du système. Les fuites sont présentes dans tous les systèmes d'air comprimé, 24 heures sur 24, et non pas seulement pendant la production. Le pourcentage de perte de capacité du compresseur dû aux fuites peut être inférieur à 15 % pour une installation bien entretenue et supérieur à 25 % pour une installation mal entretenue. Les programmes de maintenance préventive des systèmes d'air comprimé doivent comprendre des mesures de prévention des fuites et des tests périodiques. Une manière supplémentaire de

réduire des fuites consiste à abaisser la pression de service du système. Avec une pression différentielle plus faible sur une fuite, le débit de la fuite est réduit.

ALIMENTATION DES COMPRESSEURS AVEC DE L'AIR

FRAIS EXTERIEUR. Pour des raisons thermodynamiques, la compression de l'air chaud nécessite davantage d'énergie que la compression de l'air froid. Cette énergie peut tout simplement être économisée en alimentant la station d'air comprimé avec de l'air extérieur. Il est possible d'installer un conduit raccordant l'extérieur à l'entrée du compresseur, ou à toute la station d'air comprimé. L'admission extérieure doit être placée du côté nord, ou du moins être à l'ombre la plupart du temps.

OPTIMISATION DU NIVEAU DE PRESSION. Plus le niveau de pression de l'air comprimé généré est bas, meilleur est le rapport coût-efficacité de la production. Toutefois, il est nécessaire de garantir à tous les consommateurs actifs qu'ils disposent à tout moment de suffisamment d'air comprimé. La manière la moins onéreuse d'ajuster la plage de pression d'un compresseur consiste à utiliser des pressostats mécaniques. La plage de pression est réajustée au moyen d'un compresseur à convertisseur de fréquence fonctionnant comme un compresseur à pleine charge et en adaptant sa vitesse aux besoins spécifiques en air comprimé.

4.8. Entraînement à vitesse variable

L'entraînement à vitesse variable peut être installé sur tous les process fonctionnant à charge variable, par exemple : les pompes centrifuges, les ventilateurs, le broyeur, le compresseur du SAC, etc. En l'utilisant, la consommation énergétique des moteurs est abaissée jusqu'à ce que la consommation soit adaptée aux besoins réels du process.



Figure 19. Variateur de vitesse

Les EEV, appelés aussi variateur de vitesses, contrôlent la vitesse de rotation des moteurs des pompes, des ventilateurs, des convoyeurs ou d'autres machines. Ces variateurs fonctionnent

en convertissant des paramètres d'entrée de constantes électriques (volt, fréquence) en valeurs variables. Ce changement de fréquence provoque un changement dans la vitesse du moteur et aussi dans le couple. Cela signifie que la vitesse du moteur peut être réglée selon des paramètres externes comme par exemple la température, le débit, etc. Le contrôle de la vitesse peut être très important dans l'efficacité énergétique des procédés.

Les économies d'énergie dépendent de la puissance du moteur, de la charge, du profil et du temps annuel de fonctionnement du moteur. Un moteur fonctionnant avec ou sans variateur de vitesse peut voir sa consommation énergétique varier de plus de 50 %.

4.9. Isolation

Dans plusieurs secteurs industriels concernés par TESLA, il est nécessaire de récupérer de la chaleur pour chauffer ou refroidir dans des process. Par exemple, dans les chaudières où de l'eau chaude ou de la vapeur va de la chaudière au consommateur.

Dans ce genre d'installation, les conditions d'entretien des matériaux d'isolation sont très importantes pour éviter les pertes thermiques et les problèmes de condensation. Ainsi, les matériaux d'isolation doivent suivre plusieurs

recommandations : résister aux problèmes de rouille, protéger contre les rayons UVA, être sec (attention aux fuites qui affectent la capacité d'isolation des matériaux isolants), être flexible et facile à installer, et avoir une faible conductivité thermique ($0,04 \text{ W/m } ^\circ\text{C}$ ou moins). La gamme de températures de travail commun pour les matériaux isolants est comprise entre -50°C et 110°C .

ISOLATION DES CANALISATIONS. Les économies potentielles réalisées dépendront : du diamètre de la conduite et de la longueur (ou de la taille de la surface isolée), de la différence de température, de la résistance thermique matériau isolant et de l'épaisseur du matériau isolant. Par exemple, deux canalisations qui transportent un fluide chaud, l'une isolée et l'autre non isolée. Dans les deux cas, la température du fluide est de 60°C , la température de l'air est de 15°C , la longueur du tuyau est de 100 m, le diamètre de la conduite est de 150 mm, et le matériau d'isolation est en polyuréthane de 31 mm d'épaisseur et une conductivité thermique de $0,04 \text{ W/m } ^\circ\text{C}$. La comparaison entre les pertes de chaleur de ces deux canalisations montre que les pertes d'énergie de la canalisation isolée seront réduites à 85%, ce qui signifie qu'une grande quantité d'énergie peut être sauvée simplement en isolant thermiquement les canalisations.

ISOLATION DES VALVES. En outre, les raccords, les vannes et les autres connexions ne sont généralement pas bien isolés. Des plaques isolantes amovibles et réutilisables sont possibles pour ce type de surfaces. Compte tenu de la température de fonctionnement de 150°C, de la température ambiante de 20°C, et la taille de la vanne de 150 mm, les économies potentielles d'énergie pour l'installation de couvercles isolants et amovibles des vannes peuvent aller jusqu'à 970W (BREF 2009).

En règle générale, toute surface qui atteint des températures de plus de 50°C, pour laquelle il existe un risque de contact humain doit être isolée afin de protéger le personnel.



Figure 20. Bonnes conditions d'isolation des canalisations.

4.10. Récupération de chaleur

L'eau chaude est nécessaire dans toutes les industries pour plusieurs utilisations différentes : de l'eau sanitaire jusqu'à l'eau préchauffée pour la chaudière ou la production de vapeur. Dans ce handbook, 3 techniques de récupération de chaleur sont développées car elles n'impliquent pas une augmentation de la consommation d'énergie.

RECUPERATION DE CHALEUR DES COMPRESSEURS

D'AIR. La majeure partie de l'énergie électrique utilisée par un compresseur d'air industriel est convertie en chaleur et doit être évacuée vers l'extérieur. Dans de nombreux cas, une unité de récupération de chaleur correctement conçue récupère un pourcentage élevé de cette énergie thermique disponible et permet d'en faire bon usage en chauffant de l'air ou de l'eau lorsqu'il existe une demande.

Il existe deux systèmes de récupération différents:

- **Chauffage de l'air:** la récupération de chaleur peut être utilisée pour plusieurs applications nécessitant de l'air chaud. L'air atmosphérique ambiant traverse les refroidisseurs du compresseur dont il extrait la chaleur. Les seules modifications nécessaires du

système sont l'addition de conduits et éventuellement un autre ventilateur pour traiter la charge de la canalisation et pour éliminer toute contre-pression sur le refroidissement du ventilateur du compresseur. Ces systèmes de récupération de chaleur peuvent être modulés avec une commande thermostatique simple d'un événement articulé. L'air chaud peut être utilisé par exemple pour chauffer l'air ambiant.

- **Chauffage de l'eau:** il est également possible d'utiliser un échangeur de chaleur pour extraire la chaleur perdue des refroidisseurs à huile situés dans les compresseurs monoblocs refroidis par air ou par eau afin de produire de l'eau chaude. En fonction du modèle, les échangeurs de chaleur peuvent produire de l'eau potable ou non potable. Lorsqu'il n'existe pas de demande d'eau chaude, le lubrifiant est acheminé au refroidisseur de lubrifiant standard. L'eau chaude peut être utilisée dans l'industrie des aliments pour animaux pour la production de vapeur ou pour n'importe quelle autre application où l'eau chaude est requise.

Pour la plupart des compresseurs sur le marché, il existe en option des systèmes de récupération de chaleur, soit intégrés

dans le bloc compresseur, soit sous forme de solution externe. Une unité de récupération de chaleur correctement conçue récupère approximativement 50 à 90 % de cette énergie thermique disponible.

RECUPERATION DE CHALEUR PAR DES ECONOMISEURS OU DES CONDENSEURS.

L'installation d'un système de récupération de chaleur dans les chaudières permet la récupération de la chaleur des gaz d'échappement. Dans les chaudières, beaucoup de chaleur est perdue par les fumées donc par récupération de la chaleur, une partie de la consommation de combustible pourrait être réduite. Un économiseur est un échangeur de chaleur installé dans le tube de fumées qui transfère la chaleur des fumées à l'eau de la chaudière ou à un autre procédé thermique. L'installation d'un économiseur après la chaudière permet de faire une économie d'énergie pouvant aller jusqu'à environ 5% (la diminution de la température des fumées ne peut pas dépasser une limite, car elle entraînerait la corrosion dans l'échangeur de chaleur et dans la fumée cheminée).

Le condenseur permet la récupération de l'énergie contenue dans les fumées de combustion par condensation d'une partie de la vapeur d'eau. L'économie d'énergie dépend de la diminution de température des fumées de combustion. Dans

les cas réels, l'installation de condenseur après la chaudière permet d'atteindre une économie d'énergie d'environ 15%.

SOLAIRE THERMIQUE POUR CHAUFFER L'EAU. Les capteurs solaires haute performance sont équipés d'un verre spécial avec un transfert d'énergie supérieur à 92%. L'absorbent est fabriqué en cuivre avec un traitement sélectif (TINOX) et il peut être utilisé à une température maximale de 250°C, avec

un rendement optique de 75% et un coefficient de pertes thermiques de 2,9 W/m² °C.

Les économies potentielles dépendront du taux d'ensoleillement. Les économies communes sont autour de 50 - 70% selon les conditions météorologiques et la demande en énergie. Cela signifie que la consommation d'énergie de la chaudière peut être réduite, et donc moins de fioul serait consommé ce qui induirait une baisse du CO₂ émis.

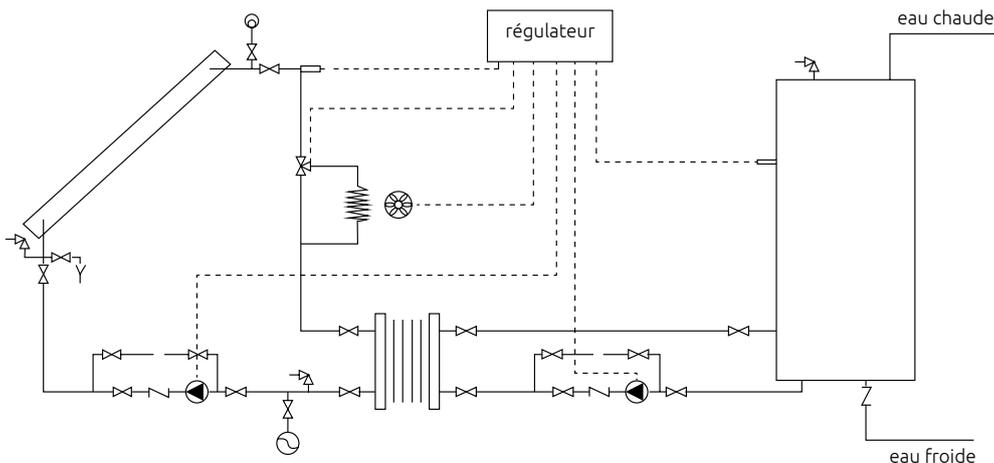


Figure 21. Schéma d'un système solaire thermique IMS (CPC solar).

4.11. Eclairage

Les secteurs industriels concernés par TESLA ont besoin d'une grande quantité d'éclairages à l'intérieur de leurs bâtiments. Actuellement, il existe une grande variété de lampes, principalement à décharge de gaz (fluorescents, sodium haute pression ou vapeur de mercure) ou halogène. Ces dispositifs sont très inefficaces et peuvent être facilement remplacés par des nouveaux en utilisant les nouvelles technologies de LED. Les LED ont une plus longue durée de vie (plus de 50.000

heures), nécessitent moins de maintenance, ont un indice de couleur de 80%, ont une température de couleur de 4 000 K, et permettent d'économiser jusqu'à 75% d'énergie (par rapport aux lampes à décharge de gaz ou halogène). Le flux lumineux est de 10 000 lm (pour 110 W) et 20 000 lm (pour 210 W). En outre, le remplacement des lampes est très facile grâce à la conception de LED. Le Tableau suivant montre les économies d'énergie en considérant la substitution des lampes fluorescentes par des diodes électroluminescentes.

TABLEAU 7. ÉCONOMIES D'ÉNERGIES OBTENUES.

CONDITIONS ACTUELLES	EFFICACITÉ ÉNERGÉTIQUE	RÉDUCTION DE PUISSANCE
2x18W tube fluorescent (puissance totale installée 42W avec une ballaste électromagnétique)	LED18S (19W)	54%
2x58W tube fluorescent (puissance totale installée 136W avec une ballaste électromagnétique)	LED60S (57W)	58%
250W Lampe à vapeur de mercure (puissance totale installée 268 W avec des appareils auxiliaires)	BY120P (110 W)	58%
400W Lampe à vapeur de mercure (puissance totale installée 428 W avec des appareils auxiliaires)	BY121P (210 W)	51%

Source : Philips

4.12. Batteries de condensateur pour diminuer l'énergie réactive

De nombreux appareils différents, tels que des moteurs ou des lampes à décharge, ont besoin d'un champ électromagnétique pour fonctionner. Comme tous les moteurs ne fonctionnent pas à charge nominale, ils provoquent une consommation d'énergie réactive qui doit être payée dans la facture d'électricité. Cette consommation d'énergie réactive peut être évitée en utilisant des batteries de condensateur.



Figure 22. Batteries de condensateur.

Les batteries de condensateurs existent pour des puissances différentes, de 7,5 KVAR à 1120 KVAR, et sont installées à côté des transformateurs de puissance des installations. La compensation du facteur de puissance est habituellement employée pour le parc machines de l'installation. Ceci est plus une mesure d'économie financière qu'une mesure d'économie d'énergie, même si cet équipement profite au réseau électrique grâce à l'augmentation de la capacité de transmission d'énergie obtenue pour le réseau électrique.

4.13. Transformateurs de puissance haute performance

Toutes les installations industrielles ont un transformateur de puissance pour convertir l'électricité qui vient du réseau. Cependant, dans les anciennes installations, les transformateurs sont très vieux, ils utilisent de l'huile et leur efficacité n'est pas aussi élevée que possible. Au contraire, les transformateurs secs réduisent les pertes du transformateur jusqu'à 70%, sont plus sûrs et sans entretien, ont une excellente capacité à supporter la surcharge et ont une excellente résistance aux courts-circuits.

4.14. Outils de management

Les usines travaillent principalement avec des machines électriques. Par conséquent, un grand nombre de machines électriques est disséminé dans toute l'usine, et les avoir toutes en bon état de fonctionnement et le plus efficace possible est relativement difficile. Contrôler et surveiller tous les process du point de vue énergétique permet de prendre les meilleures décisions pour améliorer leur efficacité énergétique.

Un logiciel de gestion d'énergie est composé de dispositifs de mesures, d'un tableau de communication et d'un programme qui permet la gestion, le suivi et l'utilisation des informations pour améliorer les consommations d'énergie dans les usines.

Ces outils sont recommandés pour la mise en œuvre d'un système de management de l'énergie dans une usine selon les exigences de la norme EN 16 001/ISO 50 001.



Figure 23. Panneau de contrôle.

5. CONCLUSIONS

Dans les dernières années, l'efficacité énergétique et les mesures d'économies d'énergie sont des préoccupations des pays européens en général et plus particulièrement pour l'industrie agro-alimentaire.

Améliorer l'efficacité énergétique contribuera à réduire les émissions de GES et les coûts de production. Plusieurs facteurs influent sur la consommation d'énergie, et sont décrits dans ce document. Il y a des différences importantes de consommation d'énergie au cours des différentes phases de production de l'huile d'olives.

En conclusion, dans les usines d'huile d'olives, il est nécessaire d'optimiser la consommation d'énergie et d'améliorer l'efficacité énergétique. Cela contribuera également à réduire les coûts énergétiques et les émissions de GES. Avec l'étude de la consommation d'énergie selon les différentes étapes de production et de la connaissance de la balance énergétique, il est possible d'identifier les points critiques afin d'utiliser les techniques adaptées.

Dans les usines d'huile d'olives, il est possible d'améliorer l'efficacité énergétique essentiellement grâce à des interventions sur les machines, l'éclairage, l'automatisation

et l'utilisation de noyaux d'olives comme combustible pour les chaudières biomasse. Aussi l'utilisation de matériaux isolants pour les canalisations, qui transportent l'eau chaude, peut minimiser les pertes de chaleur et diminuer la consommation d'énergie.

Un autre point important est d'utiliser des équipements correctement conçus pour la production de grands volumes, en améliorant le fonctionnement du système de production et les économies d'énergie. Pour finir, une maintenance fréquente et adéquate des équipements est un bon moyen d'économiser de l'énergie.



6. RÉFÉRENCES

- Agencia para el Aceite de Oliva
 - Anuario de Estadística. 2011. Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente. 1189 pp
 - AFIDOL. 2012. *Le marché de l'huile d'olive: situation & perspectives* 11/04/2012.
 - Cooperativas agro-alimentarias. 2010. *Almazaras: manual de ahorro y eficiencia energética del sector (Olive oil mills: handbook of efficiency and energy saving in the sector)*. EU project CO2OP, 2010
 - Di Giovacchino, L., N. Constantini, M. L. Ferrante, e A. Serraiocco. 2002. "Influence of malaxation time of olive paste on oil extraction yields and chemical and organoleptic characteristics of virgin olive oil obtained by a centrifugal decanter at water saving." *Grasas y Aceites*, p: 179-186.
 - GPP. 2013. *Programa de desenvolvimento rural do continente 2014-2020. Diagnóstico – Análise preliminar*. 147 pp.
 - INE. 2012. *Estadísticas Agrícolas 2011*. Instituto Nacional de Estadística, I.P.. 171 pp.
 - INEA. 2012. *Anuario dell'Agricoltura Italiana. Volume LXV*. Istituto Nazionale di Economia Agraria, Roma. 553 pp.
 - Ortego A. and Gutiérrez J.I. 2013. *IEE/12/758/SI2.644752. D 5.3: Audit and Training Proposals Report*
 - Best practices collection. TESLA project, *Intelligent Energy in Europe Program*. 47 pp.
 - Petrakis, C. "Olive Oil Extraction." *Chemist Press*, 2006: 191-224
 - Portugal Foods. 2012. *Portugal excepcional estratégia de internacionalização do sector agro-alimentar 2012-2017*. 314 pp.
- Websites:
- AICA – Agencia de información y Control Alimentarios. http://aplicaciones.magrama.es/pwAgenciaAO/OliverEspanol.aao?opcion_seleccionada=2000&idioma=ESP&numPagina=2101
 - ASOLIVA, Spanish Olive Oil Exporters Association, <http://www.asoliva.com>
 - Eurostat - <http://epp.eurostat.ec.europa.eu/>
 - Eurostat - http://epp.eurostat.ec.europa.eu/portal/page/portal/international_trade/data/database
 - INE – Instituto Nacional de Estadística. <http://www.ine.pt>
 - IOC – International Olive Council - <http://www.internationaloliveoil.org/>
 - AFIDOL – Association Française Interprofessionnelle de l'Olive - <http://www.afidol.org/>
 - www.frantoionline.it



tesla

Transferring
Energy Save
Laid on Agroindustry



www.teslaproject.org
tesla@agro-alimentarias.coop



Co-financé par le programme Intelligent Energy Europe
de l'Union Européenne