

Voyage d'étude sur les Huiles Végétales Pures



★ HUILE DE COLZA

Fürstenfeldbruck (Allemagne)

18 - 19 mars 2005

Introduction

Ce voyage d'étude, co-organisé par Rhônaplénergie-Environnement, la FRCUMA Rhône-Alpes et Hélianthe s'est inscrit dans le projet européen 100 % RENET. Il a rassemblé 32 personnes représentant les départements de l'Ain, du Rhône et de la Drôme.

Le secteur des transports est le second consommateur d'énergie en France, le principal responsable d'émissions de gaz à effet de serre, et présente une dépendance énergétique quasi-totale par rapport au pétrole. C'est pourquoi la directive européenne 2003/30/CE du 8 mai 2003 vise à promouvoir les biocarburants. En France, la priorité est donnée aux productions industrielles de biocarburants (diester ou bio-éthanol) en coopération avec les entreprises pétrolières, qui les utilisent en mélange avec les carburants fossiles. Les Huiles Végétales Pures (HVP) sont reconnues comme biocarburant au niveau européen : il s'agit d'huiles non modifiées de colza ou de tournesol, obtenues simplement par pression à froid, décantation et filtration. Elles peuvent être utilisées, pures ou en mélange dans les véhicules diesel, avec ou sans adaptation des moteurs selon les configurations. Les HVP présentent de nombreux avantages, comme par exemple :

- le meilleur bilan énergétique parmi les biocarburants (1 unité de carburant fossile permet de produire 5 unités d'HVP environ),
- un bilan neutre en terme d'émissions de CO₂ et un produit biodégradable,
- une production possible en filière courte décentralisée, favorable au développement local,
- des co-produits, les tourteaux, très intéressants pour les exploitations d'élevage.

L'Allemagne est en avance sur l'utilisation des HVP, avec par exemple le programme « 100 tracteurs à l'HVP », le programme de 150 véhicules particuliers roulant à l'HVP suivis pendant 6 ans en Bavière, et de nombreuses autres expériences. Le District de Fürstfeldbruck, en Bavière, a servi de zone pilote dans le cadre du projet européen 100% RENET, en partenariat avec la société VWP. Celle-ci développe des technologies permettant l'utilisation des HVP aussi bien sur des voitures, des véhicules utilitaires que des tracteurs. Ce voyage a été l'occasion de découvrir ces nombreuses expériences de production, commercialisation et utilisation d'HVP, d'adaptation de véhicules ainsi que la politique volontariste du District pour cette filière.

La société VWP a été notre partenaire lors de ce voyage. Son approche est de modifier les moteurs pour qu'ils puissent ensuite carburer 100 % à l'Huile Végétale Pure carburant.

Ce document est une retranscription des interventions lors des différentes visites. Les deux jours de voyage se sont axés sur la technologie développée par la société VWP qui transforme les moteurs dans le but de carburer 100 % à l'HVP. Mais il existe, en Allemagne, d'autres approches (mélange, bicarburant, ...), non présentées dans ce document, permettant aussi aux véhicules de rouler à l'HVP.

Ce voyage a été financièrement soutenu par le Conseil Régional Rhône-Alpes et par la Commission Européenne dans le cinquième Programme Cadre de Recherche et Développement.

Les enseignements du voyage

Avant de partir en Allemagne, nous connaissions déjà certains avantages de la filière HVP comme son bilan énergétique élevé, sa biodégradabilité, son bilan neutre d'émission de CO₂, la production de tourteaux valorisables en alimentation animale...

Mais des points restaient à éclaircir quant à la mise en place, la faisabilité technique et l'utilisation de cette filière HVP.

Ce voyage d'étude nous a permis de revenir avec des enseignements forts qui restent encore méconnus en France.

Tout d'abord, nous nous sommes aperçu que la filière HVP est très bien implantée sur le territoire allemand avec une commercialisation de l'HVP directement dans certaines stations services, facilitée il est vrai par la défiscalisation totale promulguée par l'État allemand. On estime à 5 000 le nombre de véhicules qui roulent à l'HVP en Allemagne, alimentés par un réseau de 300 moulins décentralisés.

L'HVP est, nous l'avons vu, un moyen pour les agriculteurs d'obtenir une bien meilleure valorisation de leur colza. L'huile produite est utilisée comme carburant pour les tracteurs de l'exploitation, l'excédent étant vendu pour une utilisation dans des véhicules particuliers. Le tourteau est valorisé pour l'alimentation du bétail, avec une parfaite traçabilité. Nous sommes dans un schéma de micro-économie favorisant le développement local.

Les Allemands cherchent à normaliser l'HVP en collaboration avec l'Autriche et l'Italie. Actuellement, seul un standard existe, il ne s'agit que d'une pré-norme sur laquelle s'appuie, notamment, VWP.

Nous avons aussi rapporté avec nous la certitude que l'HVP permet à tous les moteurs diesel (injection indirecte, directe et direct à haute pression comme les common rail et injecteur pompe de dernière génération) de fonctionner parfaitement. La société VWP modifie, avec succès, des voitures et des tracteurs pour carburer 100 % à l'HVP tout en veillant au respect des normes antipollution en vigueur. Nous avons eu l'occasion de visiter une concession Deutz-Fahr et une concession Audi sous enseigne VWP ; ces partenariats renforcent l'aspect commercial pour les clients utilisateurs de véhicule roulant à l'HVP tout en permettant (en collaboration avec VWP) le maintien de la garantie au moteur adapté. Pour l'instant les voitures et tracteurs ne sont pas encore modifiés directement en usine mais les techniques apparaissent déjà mures pour être validées par les constructeurs.

SOMMAIRE

1. PRÉSENTATION GÉNÉRALE..... 5

Le district de Fürstenfeldbruck, par son président Thomas KARMASIN..... 5

Le ZIEL 21, par sa présidente Birgit BAINDL..... 6

Projet européen 100 % RENET, par le coordinateur responsable du projet Michael STÖHR 8

2. LES HUILES VÉGÉTALES PURES..... 9

Présentation des aspects techniques, économiques et écologiques des HVP par Thomas KAISER de VWP..... 9

La production d'huile 9

Le moteur et ses adaptations 9

Norme de l'huile..... 10

Les émissions de gaz..... 11

Le programme « 100 tracteurs » 11

Tracteurs et voitures fonctionnant à l'HVP, unité de pressage chez la famille WÖRL..... 12

Concession Deutz-Fahr de M. BRAND..... 16

Les ateliers Vereinigte Werkstätten für Pflanzenöltechnologie (VWP), par G. GRUBER..... 18

Garage Audi HIPPE, par M. RÜCKERT (responsable du service) 20

Ferme biologique KRAMERBRÄUHOF à Pfaffenhofen 21

Restaurant d'autoroute de Dasing..... 23

1. Présentation générale

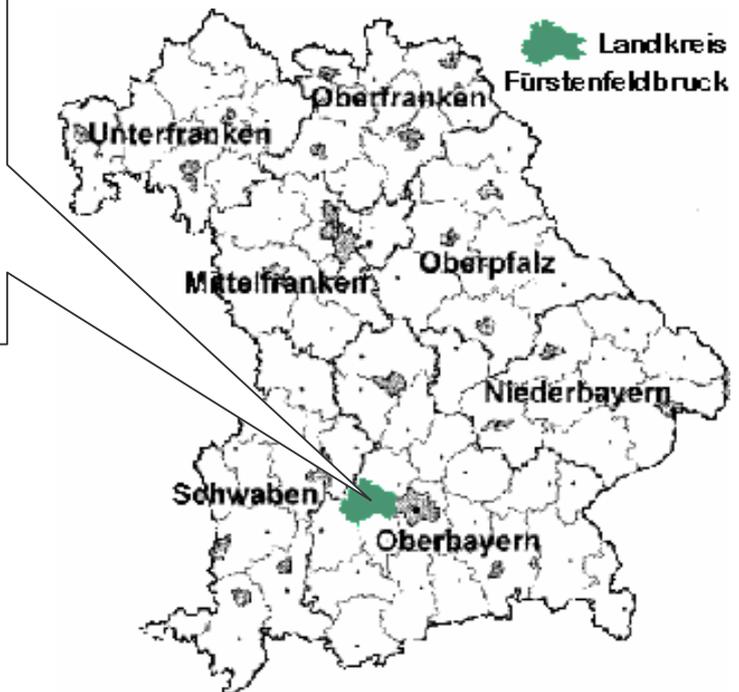
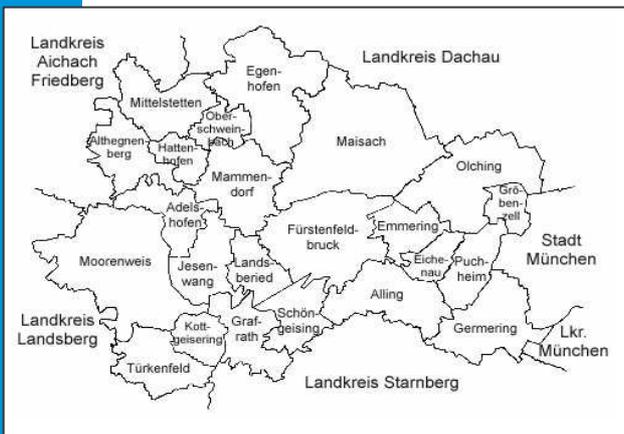
Le district de Fürstenfeldbruck, par son président Thomas KARMASIN



Thomas KARMASIN

Le district de Fürstenfeldbruck compte 200 000 habitants sur une surface 435 km², ce qui représente une densité de population relativement élevée (460 hab/km²). La circonscription est composée de 23 communes ; elle est impliquée dans le domaine du social, de la jeunesse, de la santé, de l'environnement, etc....

Le district est géré par une administration autonome de 70 conseillers élus par la population et entourés par 500 collaborateurs. On compte aussi 2 musées, une piscine et 17 écoles.



Le ZIEL 21, par sa présidente Birgit BAINDL



Birgit BAINDL

Le ZIEL 21 (Zentrum Innovative Energien im Landkreis Fürstfeldbruck), qui signifie *Centre des Energies Innovantes à Fürstfeldbruck*, a été créé en 2001 afin de mettre en œuvre un tournant énergétique sur le district.

A l'origine, la conférence de Rio de 1992 a abouti à la création du concept de l'Agenda 21, un programme d'actions pour le 21^{ème} siècle orienté vers le développement durable (dont la protection de l'environnement). Par la suite, 1997 est une année charnière pour cette circonscription pilote, avec la mise en place de nombreux projets concrets, notamment l'eau chaude solaire. Une solution globale est proposée, avec un prix fixé et une installation par les artisans de la région. Le projet est un succès, avec de plus de 500 installations dans le district, ce qui en 1999 va lui permettre d'obtenir le prix européen de l'énergie solaire.

La circonscription s'intéresse aussi aux autres énergies renouvelables, dans un but d'autonomie énergétique totale en 2030. Des groupes de travail sont créés pour appliquer cette résolution, mais il est

nécessaire que tous les citoyens adhèrent à ce projet. Cette période de 30 ans, qui correspond à une génération, doit permettre une innovation technologique au niveau de l'énergie et de l'isolation dans les maisons.

L'objectif principal reste bien entendu la préservation de l'environnement et l'autonomie énergétique, mais sans perdre de vue l'intérêt économique local d'un tel développement sur la circonscription.



Logo de ZIEL 21

Ce tournant énergétique sur le district de Fürstfeldbruck va permettre la création du ZIEL 21 en juin 2001 : ZIEL signifie aussi *but, objectif* en allemand, et le chiffre 21 fait référence au 21^{ème} siècle et à l'Agenda 21.

La conférence de création a eu lieu à la Caisse d'Épargne, qui est un des initiateurs du ZIEL 21, avec le district de Fürstfeldbruck et la communauté Brucker Land (membre du réseau Unser Land).

Cette association indépendante a pour objectif la coordination de groupes de travail et d'innovation en matière d'énergies renouvelables. Elle compte parmi ses membres :

- la circonscription de Fürstfeldbruck ;
- Brucker Land (association de gestion d'un label « produits de qualité locaux ») ;
- la Caisse d'Épargne locale ;
- les spécialistes régionaux de l'artisanat et de la prestation de services ;
- le parlement communal bavarois,
- la fédération des entrepreneurs autonomes, l'association allemande des arts et métiers de Fürstfeldbruck ;
- le distributeur régional de gaz naturel (Erdgas Südbayern) ;
- les services municipaux de Fürstfeldbruck ;
- l'agriculture.

Le ZIEL 21 se limite pour l'instant à une vingtaine de membres avec un droit de vote, afin d'accélérer les prises de décisions. Il dispose de faibles moyens financiers et n'emploie qu'une personne à mi-temps. Son budget provient des cotisations des membres, de sponsors et de fonds

européens, mais à l'avenir le ZIEL 21 souhaite augmenter la part de ses cotisations par l'arrivée de membres non-actifs. Cependant, Birgit Baidl reconnaît que le bénévolat reste le fer de lance de l'association.

Plusieurs groupes d'innovations, composés d'ingénieurs, d'artisans... se chargent bénévolement de trouver de nouvelles solutions de développement d'énergies renouvelables par la mise en commun de leurs expériences. Ces réalisations représentent d'importantes possibilités économiques pour les artisans et les agriculteurs de la circonscription.

Isolation thermique, maisons à faible consommation énergétique : propositions d'architectes, de peintres...

Solaire thermique : production d'eau chaude et chauffage d'appoint à l'aide d'énergie solaire ; propositions de « packs » solaires.

Photovoltaïque : production d'électricité à l'aide du soleil. Les installations publiques de ce type sont nombreuses et équipent de plus en plus de bâtiments : 16 communes, sur les 23 que compte le district, possèdent 18 toits solaires. Certains terrains agricoles sont même utilisés pour des installations photovoltaïques. Aujourd'hui ces modules sont en rupture de stock du fait de la demande trop importante en Allemagne. En effet, les avantages sont nombreux, notamment des crédits très avantageux et un rachat de l'électricité « renouvelable » à un prix fort intéressant (4 fois supérieur à la France).

Biogaz : production d'énergie par la biomasse et les animaux. Par exemple, une vache produit 1,5 m³ de méthane par jour (soit 547 m³ par an). Mais cette production connaît quelques réticences de la part de la population.

Plaquettes de bois, granulés : petites installations décentralisées (gymnase, écoles, bureaux...). De telles unités de production de chaleur sont rentables uniquement lorsque les bâtiments sont proches. La fourniture du combustible s'effectue par des circuits courts, avec la particularité du paiement en fonction de l'énergie livrée (et non du volume), ce qui oblige les producteurs à fournir une bonne qualité de produits.

Huile végétale pure : lors du voyage nous avons visité la ferme de M. WÖRL, avec une unité de pressage de colza qui fournit de l'huile carburant pour ses tracteurs et d'autres voitures, ainsi que du tourteau fermier « gras » pour son élevage bovin. (cf. § 2.)

La sensibilisation par des projets dans les écoles est un élément important de communication, afin d'initier des réflexions au sein des familles et de pérenniser ce développement par les générations futures.

Le succès d'une telle opération peut être attribué à la complémentarité mise en place entre la vision écologique et l'intérêt économique de ces actions.

En 2005, la part d'énergies renouvelables sur le district reste encore faible car la population est encore en phase de sensibilisation. Mais une augmentation rapide va suivre, toujours dans l'objectif d'alimenter d'ici 2030 la totalité de sa population et de ses entreprises avec des énergies renouvelables.

Projet européen 100 % RENET, par le coordinateur responsable du projet Michael STÖHR



Michael STÖHR

Ce projet regroupe 19 partenaires dont le Parc National

Régional du Vercors. Le sigle RENET signifie *Réseau (NET) des Énergies Renouvelables (RE)*, et a pour objectif une autonomie énergétique renouvelable complète pour les 7 régions partenaires.

Pour y parvenir, la bonne problématique est : *est-ce qu'il est possible de couvrir 100 % des besoins en énergies non-renouvelables ?* La réponse est oui, mais jusqu'à quand ? D'où la nécessité de développer les énergies renouvelables. Les sources d'énergies sont donc l'hydroélectricité, le biogaz (électricité), les plaquettes de bois (chaleur) et les biocarburants (transport).

Les besoins d'une petite commune peuvent être couverts à 100 % par des énergies renouvelables, mais ceci est plus difficile à l'échelle d'une circonscription telle que Fürstfeldbruck, d'où l'importance de mettre en place des réseaux, des partenariats et des coopérations entre offreurs et demandeurs d'énergies.

On peut citer par exemple la création d'une centrale de chauffage aux

plaquettes de bois pour un réseau de consommateurs.

Le projet 100 % RENET permet la diffusion de toutes les expériences au moyen d'un manuel. De nombreux projets techniques ont aussi été mis en place, notamment sur l'utilisation de l'huile végétale pure (HVP) comme carburant.

Sur le district de Fürstfeldbruck, 11 véhicules neufs à injection directe ont été ainsi adaptés par l'entreprise VWP¹ pour rouler à l'HVP ; ils ont parcouru plus de 300 000 km sur 2 ans sans problème. Deux tracteurs ont aussi été modifiés de la sorte. Le respect des normes d'émissions EURO 3 a même permis, pour une voiture adaptée, de remporter un prix pour ses faibles émissions polluantes lors du challenge Bibendum en 2002.

¹ VWP : Vereinigte Werkstätten für Pflanzenöltechnologie.

2. Les Huiles Végétales Pures



Thomas KAISER

Présentation des aspects techniques, économiques et écologiques des HVP par Thomas KAISER de VWP

La production d'huile

300 moulins à huile sont répartis dans tout le Sud de l'Allemagne, ce qui représente un chiffre d'affaires de 1,5 million d'euros dans le secteur agricole.

De plus, la production d'oléagineux permet d'obtenir un co-produit très intéressant car riche en protéines : le tourteau. Celui-ci permet aussi de réduire la dépendance protéique (60-70 %) de l'Europe vis-à-vis du soja américain.

L'huile végétale pure ne brûle pas et n'est pas toxique. Elle est même

propre à la consommation alimentaire ! Son stockage est donc facilité.

Au niveau carburant, les huiles à chaînes saturées sont les meilleures (comme l'huile de palme par exemple, mais elle fige à température ambiante sous notre climat). Le colza, le tournesol et la moutarde peuvent aussi être utilisés sans problème pour la production d'huile carburant. En revanche, des essais sont à réaliser sur le lin et la cameline.

Histoire :

Ludwig Elsbett a été le premier à raisonner sur l'utilisation de l'énergie en circuit court, notamment en ce qui concerne le cycle du CO₂. Thomas Kaiser a été son assistant pendant 8 ans.

Le moteur et ses adaptations

Au niveau technique, les moteurs de dernière génération sont adaptables pour carburer à l'HVP. Le coût de la mise au point est plus élevé car l'électronique est très présente et ces moteurs demandent beaucoup de précision, mais ces modifications sont plus facilement reproductibles (moins d'intervention mécanique).

Les anciens moteurs à injection indirecte sont très tolérants aux HVP mais leurs émissions polluantes sont

élevées. Il est souvent nécessaire de modifier les injecteurs pour y parvenir.

Si le moteur ne travaille pas bien, les injecteurs peuvent être amenés à se boucher, du fait d'une injection trop en avance ou trop en retard (température trop chaude ou trop froide dans le cylindre). Tous ces problèmes sont aussi possibles avec du gasoil. Il faut donc adapter le moteur à l'huile, et non l'inverse. Chaque adaptation est propre à chaque type de moteur, et donc plus ou moins coûteuse.

Le gasoil et l'HVP suivent les mêmes lois dans le moteur mais des adaptations sont nécessaires, au niveau de l'injection notamment.

Le moteur Diesel reste cependant non adapté aux petits trajets.

Les anciens moteurs, à injection indirecte, ne nécessitent pas ou peu de modifications car l'HVP n'est pas en contact direct avec les segments du piston. En revanche, les moteurs à injection directe demandent une adaptation. Le démarrage à froid est conditionné par des injecteurs spéciaux permettant un bon positionnement du jet.

La société VWP a choisi de travailler uniquement sur les moteurs à

injecteurs-pompes, c'est-à-dire les moteurs Volkswagen de dernière génération présents aussi chez Audi, Seat et Skoda.

Un projet avec John Deere pour 2007 prévoit le développement de moteurs de deux types (common rail et pompe à injection), sous condition de la naissance d'une norme de l'huile carburant en collaboration avec VWP et John Deere. Cette norme s'appliquera sur des caractéristiques physiques mais aussi chimiques de l'huile. Par exemple, le calcium et le phosphore des membranes cellulaires des graines doivent être extraits de l'huile pour les nouveaux moteurs.

Norme de l'huile

Dans les véhicules actuels, le carburant est filtré à 3 ou 5 μm en amont de la pompe à injection, d'où la nécessité de filtrer l'huile carburant au minimum à 3 μm pour éviter que ces filtres ne se bouchent.

La filtration à 10 μm permet déjà d'enlever 90 % des particules de l'huile. Jusqu'à maintenant, l'HVP était filtrée jusqu'à 5 μm mais l'objectif est de 3 μm pour que l'huile carburant utilisée soit la plus propre possible.

À l'heure actuelle, il existe une pré-norme² établie par l'Université Technique de Munich. Un comité spécifique, dont fait partie VWP, est chargé de mettre au point cette norme, dans un objectif de faire adhérer les constructeurs au développement de leurs moteurs pour les HVP.

² Pré-norme : cf. annexe

Les émissions de gaz

Il y a une trentaine d'années, à leurs débuts, les premiers moteurs diesel à injection directe étaient mal maîtrisés. Ils étaient responsables de nombreuses odeurs et fumées, mais ils ont pu être améliorés par la suite. Ces problèmes étaient dus à des pistons encrassés et des injecteurs bouchés.

Aujourd'hui, les filtres à particules pour les gaz d'échappement

permettent d'arrêter les infimes particules issues de la combustion du gasoil, mais ces filtres sont inadaptés à l'HVP, qui produit des particules 100 à 1000 fois plus grosses.

La toxicité de ces particules est mesurée en laboratoire sur des micro-organismes et les résultats ont montré que les HVP sont moins cancérigènes que le gasoil.

Le programme « 100 tracteurs »

Le premier projet d'expérimentation de l'HVP à grande échelle est le programme allemand « 100 tracteurs », qui a réuni sur une durée de 2 ans dix types de moteurs et cinq sociétés développant des adaptations à ce carburant végétal. Le coût de l'expérience s'élève à 10 millions d'euros, qui ont pu être financés par l'Administration allemande.

VWP, quant à lui, était chargé de transformer 56 tracteurs neufs pour qu'ils puissent carburer à 100 % à l'huile végétale. Même le démarrage à froid était imposé à l'HVP, aucune bicarburation n'était demandée. La consommation totale d'HVP pour ces tracteurs a été de 1,1 million de litres, avec des utilisations très variables de 600 à 2000 heures par an.

Au final, 80 tracteurs fonctionnent toujours, tandis que les 20 autres ont connu une casse de leur moteur due à une mauvaise adaptation ne respectant pas certaines règles. La principale cause de problème est le bouchage des injecteurs, généralement observé après 500 heures de fonctionnement.

La bicarburation ne permet pas de solutionner le problème à long terme. En effet, le maximum d'HVP (voire la totalité) doit être brûlé pour arriver à une bonne carburation.

Si l'injection est mauvaise, il en résulte des imbrûlés et l'huile glisse sur la paroi, traverse les segments du piston pour atteindre l'huile lubrifiante du moteur.

Tracteurs et voitures fonctionnant à l'HVP, unité de pressage chez la famille WÖRL

La ferme compte 40 ha et un élevage de 120 taurillons. Une unité de production d'huile carburant à partir du colza est aussi installée sur la ferme. Durant 4 à 5 mois par an, 300 t de graines sont pressées, ce qui représente une production de 100 000 t d'huile par an (rendement 1/3).

L'essentiel du colza pressé est acheté à l'extérieur (80 %), déjà trié et séché (7 % d'humidité), pour un prix d'achat de 220 €/t à la récolte. Le stockage à la ferme est réalisé en cellule, mais l'alimentation de la presse se fait par gravité : chaque jour, 2,5 t de colza sont stockées dans un big-bag situé au dessus de la presse puis sont triées une dernière fois, par un système « fait maison » mais efficace, avant leur trituration.

Chaque période de pressage dure un mois en continu, avec une production de 800 l d'huile par jour. Cette huile est temporairement stockée dans un réservoir équipé d'une remueuse afin d'éviter toute décantation de l'huile. Lorsque ce réservoir est rempli aux $\frac{3}{4}$ de sa capacité, l'huile est extraite pour être filtrée à 5 μm par un filtre à plaques. L'huile doit être brassée en permanence car la filtration est permise lorsque les plaques de tissus sont colmatées avec un dépôt visqueux. Pour cela, sous une pression de 8 à 12 bars, l'huile repasse en boucle dans le filtre pendant une heure environ afin de former ce dépôt et donc d'en sortir purifiée. Le reste de l'huile est ensuite filtré directement.



Système de tri « fait maison »

« flic » à 5 μm , ce qui permet une assurance supplémentaire sur la qualité de l'huile carburant.

Le tourteau issu du pressage est estimé à 30 % de protéines, avec un taux de matières grasses de 15 %. Son stockage peut être porté jusqu'à un an et demi à l'abri de l'air et de la lumière. M. WÖRL l'utilise pour ses taurillons.

La presse à vis de marque STRÄHLE a une puissance de 8 kW. Elle ne demande que très peu de surveillance et d'entretien (environ 1 heure par jour), hormis le remplacement de la tête de la vis en cas d'usure (toutes les 10 000 heures environ). Les filtres sont nettoyés tous les 4 à 5 mois seulement.



Big-bag de stockage

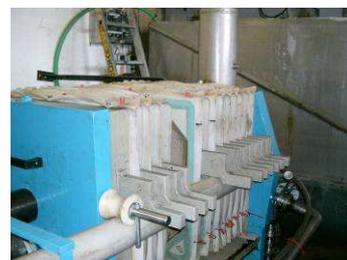


Presse de marque STRÄHLE au dessus du réservoir tampon

Le coût total de l'installation s'élève à 100 000 €, dont 25 000 € pour la presse et 25 000 € pour le filtre-presse. L'amortissement est prévu sur 10 ans. Le coût de production de l'huile s'élève donc à 0,1 €/l en frais fixes, auxquels il faut rajouter les frais variables, c'est-à-dire l'électricité, la main d'œuvre, l'entretien, l'achat de la graine moins la revente (ou l'utilisation) du tourteau.



Réservoir tampon dans lequel tombe par gravité l'huile à la sortie de la presse



Filtre presse à plaques



Sortie des tourteaux issus de la trituration



Petite cuve de stockage d'huile équipée d'une pompe à carburant

L'huile est vendue 0,65 €/l et le tourteau 200 €/t. Pour un rendement de 30 q/ha, l'agriculteur dégage alors un **produit brut de 1 050 €/ha** contre 660 €/ha en alimentaire (220 €/t).

Quatre véhicules légers transformés pour rouler à l'huile de colza ont pu être observés, tous de marque Volkswagen.

1^{ère} voiture

La première voiture a été transformée neuve il y a 4 ans pour rouler à 100 % à l'HVP, et a parcouru depuis 150 000 km. Le moteur est un Diesel atmosphérique (sans turbo). Les démarrages à froid ne posent aucun problème, même l'hiver. Mais pendant les périodes très froides (-25°C), il est conseillé d'ajouter 10 % de gasoil dans le réservoir pour éviter que l'huile ne se fige.

Deux filtres à carburant sont installés, mais un seul fonctionne, le deuxième est là en secours au cas où le premier se boucherait (HVP mal filtrée). Il suffirait alors de tourner une petite vanne dans le moteur pour commuter sur le second filtre. L'entreprise VWP fournit par ailleurs à son client une fiche technique reprenant toutes les modifications effectuées sur le véhicule, afin de permettre à n'importe quel garagiste de pouvoir intervenir sur la voiture sans problème.

Ce véhicule peut évidemment carburer encore au gasoil, il possède un système automatique de détection de carburant pour modifier surtout les paramètres (électroniques) d'injection et de température de réchauffage du carburant.

La personne propriétaire du véhicule s'est équipée d'une cuve de 600 l dans son garage, qui est approvisionnée régulièrement par M. WÖRL.

2^{ème} voiture

Le deuxième véhicule possède un moteur TDi. Il a aussi été modifié pour carburer à 100 % à l'HVP : une pompe de pré-gavage a été rajoutée pour pousser l'huile et donc soulager la pompe à injection, ainsi qu'un détecteur automatique de carburant. Le réchauffage du carburant (uniquement pour l'HVP) est permis grâce à la chaleur échangée avec les retours de carburant. Un deuxième filtre est aussi présent en secours. Sur ce modèle-là, les pistons ont été adaptés afin de permettre une bonne géométrie d'injection. Le coût total de l'adaptation s'élève à 4 000 €.

Les carburants utilisés sont principalement l'huile de colza, mais le soja peut aussi être pressé pour cet usage. Seule une odeur faible se dégage de l'échappement, qui peut être plus importante certains matins lorsque le moteur est très froid.

La consommation, la vitesse maximale et l'accélération sont identiques à celles constatées avec du gasoil. À noter que l'HVP dispose de 5 % de moins d'énergie par unité de volume par rapport au gasoil, mais offre une meilleure combustion.

3^{ème} voiture

Le troisième véhicule est aussi un TDi de un an et demi. Les pistons ont été modifiés et équilibrés pour permettre une bonne géométrie d'injection. M. Kaiser de VWP estime que ces modifications ne seraient pas nécessaires si l'industrie améliorait sa précision. Le coût d'une telle adaptation s'est élevé à 3 500 €, mais le client peut bénéficier d'une aide de 50 % de la part de l'État.



Vue d'ensemble du moteur de la 2^{ème} voiture, voyez-vous une différence ?

L'entreprise VWP a rajouté une garantie supplémentaire d'un an en cas de dommages dus à l'HVP. D'une manière générale, VWP procède à une expertise du moteur avant toute modification. Si ce dernier le permet, l'adaptation à l'HVP est réalisée avec une garantie supplémentaire d'un an. Dans 90 % des pannes, on peut détecter si le problème est dû à l'HVP ou non. Pour l'entreprise, chaque client entre dans leur plan de développement, leur permettant ainsi d'améliorer leur technique sur le même type de moteur.

La voiture passe la nuit dehors, le propriétaire ne disposant pas de garage. Aucun problème n'a été rencontré jusqu'à -18°C , mais M. Kaiser (VWP) conseille pour des températures inférieures de mélanger l'huile avec un faible pourcentage de gasoil ; il a en effet eu un problème avec l'huile pure à -25°C .

4^{ème} voiture

La dernière voiture est une TDi dernière génération à injecteurs-pompes. L'électronique est donc très présente, ce qui facilite la transformation du moteur mais apporte un surcoût dû à l'acquisition des données d'injection (achat auprès du constructeur). Le prix devient acceptable lorsqu'un minimum de 100 véhicules identiques sont modifiés, sinon l'adaptation s'élève à un coût élevé.

La modification de ce véhicule a été réalisée 4 mois après son achat, pendant lesquels du gasoil était utilisé afin de s'assurer d'aucun défaut de construction avant transformation. 12 000 km ont été réalisés depuis 8 mois, sans problème y compris pendant l'hiver. La voiture passe la nuit dans le garage, mais a été équipée d'une prise électrique (220 V) qui permet de réchauffer le moteur avant son démarrage. Ce système est standard dans les pays froids du Nord de l'Europe.

L'alternance de gasoil et d'HVP ne pose non plus aucun problème. En revanche, l'utilisation de biodiesel (Diester) est fortement déconseillée car ce dernier est hydrophile. La consommation de carburant est restée faible (environ 5 l / 100 km).

VWP a déposé des brevets pour la géométrie d'injection, les injecteurs et la détection automatique de carburant. Volkswagen n'a pas encore développé de moteur capable d'utiliser directement de l'HVP (sans modification).



Tracteur équipé d'un système de bicarburant

M. WÖRL a souhaité aussi adapter son tracteur (John Deere 2850 à injection directe) pour rouler à l'huile végétale. Pour diminuer le coût de transformation, il a opté pour un système de bicarburant qui lui est revenu à seulement 1 000 €. Le tracteur a été adapté après 10 ans de fonctionnement au gasoil, aucune modification du moteur n'a été réalisée, un petit réservoir pour le gasoil a seulement été

rajouté ainsi qu'un échangeur thermique et deux électrovannes (commandées depuis la cabine).

Le démarrage à froid est donc réalisé au gasoil, ce qui durant 10 à 15 minutes permet de chauffer le moteur ainsi que l'huile jusqu'à $60-70^{\circ}\text{C}$ grâce à l'échangeur thermique. Ensuite, le passage à l'huile carburant se fait manuellement depuis la cabine, lorsque le moteur est estimé suffisamment chaud (aiguille de température moteur). De même, en fin de journée, avant d'arrêter le tracteur, il ne faut pas oublier de repasser au gasoil pendant 5 minutes afin de purger totalement le circuit de carburant et éviter

ainsi tout problème pour le prochain démarrage.

La société Siegel a transformé le tracteur mais recommande tout de même la présence d'une pompe à injection de marque Bosch. Or ce moteur est équipé d'une pompe Lucas, mais l'agriculteur a tout de même décidé de le faire transformer. Depuis 2 ans, il n'a rencontré aucun problème, été comme hiver, en

600 h de fonctionnement. La puissance et la consommation sont restées identiques. Seul le filtre à carburant a été changé dernièrement car une perte de puissance avait été constatée.

Conseil de M. WÖRL : Si on veut utiliser de l'HVP sans aucune modification, il est conseillé de commencer avec 10 % d'huile en mélange, et d'augmenter progressivement ce pourcentage, sans dépasser toutefois 50 % (même en été). Le mélange huile/gasoil est assez facile à réaliser et reste stable.

Concession Deutz-Fahr de M. BRAND

Depuis l'année 2000, VWP coopère avec la société Brand KG pour l'adaptation des tracteurs Deutz à l'HVP. Au début, les tracteurs étaient modifiés par VWP, la concession n'était chargée que de l'entretien, ce qui a permis à son personnel de se familiariser avec cette nouvelle technologie. Mais maintenant le partenariat a évolué, les modifications sont réalisées à la concession, et cela pour plusieurs raisons : une place de travail plus importante, un personnel plus nombreux (35 salariés dont 12 mécaniciens) et une meilleure connaissance des moteurs Deutz, et enfin un aspect plus commercial de la société (alors que VWP se situe plus comme développeur).

Les adaptations des moteurs récents à l'HVP passent principalement par des modifications électroniques. Avant toute chose, le moteur est ouvert et des mesures y sont effectuées. Le circuit de carburant est modifié entre le réservoir et la pompe, l'injection est réglée différemment, un deuxième filtre à carburant est parfois rajouté (pour les

mêmes raisons que sur les voitures précédentes), mais aucun réchauffeur n'est rajouté.

Le coût d'une telle adaptation est de 5 000 € pour un 4 cylindres et de 6 000 € pour un 6 cylindres. La garantie constructeur d'un an reste valable, et la société Brand rajoute encore un an de garantie supplémentaire. En Allemagne, il existe un système similaire au Service des Mines en France, mais la concession Brand et VWP ont obtenu la certification cadre qui leur permet de transformer les moteurs. Seul un petit contrôle final est réalisé sur chaque moteur par une société externe (TÜV).

Ces modifications permettent à l'agriculteur de carburer à 100 % à l'HVP en évitant tout risque de calaminage dans le moteur (injecteurs



Moteur modifié pour carburer 100 % à l'HVP

bouchés, résidus sur les parois des cylindres...). En cas de températures froides, il est tout de même conseillé de mélanger 10 à 20 % de gasoil dans le réservoir pour faciliter les démarrages.

Au niveau entretien, la vidange de l'huile moteur doit être réalisée deux fois plus souvent, c'est-à-dire toutes les 250 heures au lieu des 500 habituelles. L'HVP comme le gasoil peut passer dans l'huile moteur à travers les segments mais contrairement au gasoil elle ne s'évapore pas.

Si l'utilisateur réutilise du gasoil, le moteur même modifié continuera à fonctionner mais si ce retour devenait définitif, il serait conseillé de re-modifier le moteur car celui-ci n'est plus optimisé pour le gasoil. De même, si l'agriculteur souhaite utiliser une autre huile que celle du colza, le moteur doit aussi être adapté (à la différence des anciens moteurs qui acceptaient plusieurs carburants différents sans problème).

Les ventes de tracteurs modifiés pour l'HVP représentent 10 % de la vente des tracteurs, soit 5 à 10 % du chiffre d'affaires de la concession Brand. Les modifications effectuées en concession suivent uniquement la technique développée par VWP, aucune bicarburant n'est réalisée. Au début de leur expérience, les risques financiers ont été partagés entre les deux partenaires. Depuis, 80 tracteurs modifiés ont été vendus par la concession, dont 56 ont participé au programme « 100 tracteurs ».

Dans cette expérimentation, depuis 2001, environ 1/3 des moteurs ont cassé mais aucun de ceux modifiés par VWP. La principale cause de casse réside dans une mauvaise combustion de l'huile dans le cylindre, ce qui

provoque un encrassement rapide de la chambre de combustion et des têtes d'injecteurs. En revanche, VWP a quand même rencontré quelques problèmes mais qui n'étaient pas liés à l'utilisation de l'HVP comme carburant.

Les analyses de gaz d'échappement dans le cadre du programme « 100 tracteurs » sont réalisées à Rostock, au Nord de l'Allemagne. Cela représente un coût non négligeable dans le développement de cette technique, la concession a même fait adapter son camion à l'HVP pour diminuer ses coûts de transport. De plus, le prix de ces transformations pourrait être réduit si les constructeurs

s'engageaient dans cette voie et réalisaient les adaptations directement en usine.

La société VWP souhaite développer ce genre de partenariat avec d'autres concessionnaires. Mais ceci est aussi conditionné par une acceptation totale de l'HVP par le personnel, ainsi que par la présence de mécaniciens diésélistes confirmés.

Pour un transfert de technologie à l'étranger (en France par exemple), le constructeur Deutz devra plus s'impliquer. Dès lors que les moteurs sortiront de l'usine déjà adaptés à l'huile végétale, l'activité de modification réalisée actuellement par VWP et la société Brand sera amenée à disparaître, ce qui est tout de même souhaitable sinon l'utilisation de l'HVP comme carburant resterait marginale du fait des adaptations moteurs qui coûtent de plus en plus cher. En effet, les nouvelles normes anti-pollution (EURO 4 puis 5) imposent à VWP une recherche accrue pour parvenir à les respecter, d'où une forte augmentation du coût de développement.



M. GRUBER de la société VWP expliquant les raisons du partenariat entre VWP et BRAND KG

Les ateliers Vereinigte Werkstätten für Pflanzenöltechnologie (VWP), par G. GRUBER



Enseigne de la société VWP

La société, dont le sigle signifie en français *Ateliers réunis pour la technologie de l'huile végétale*, est située à Göggelsbuch. Une cuve de 50 000 l située à l'extérieur permet le stockage de l'HVP à l'abri de l'eau, de l'air et de la lumière, ce qui permet de la conserver pendant un an minimum. L'huile ne se dégrade pas car elle n'est attaquée par aucune bactérie (aseptique). Il s'agit d'un produit non-inflammable, ce qui facilite grandement son stockage (très peu de précautions).

On a pu apercevoir un tracteur John Deere 7720 en cours de modification. Son moteur est équipé d'un système d'injection à rampe commune, avec une pression de 1600 bars. Ses émissions sont conformes à la future norme qui entrera en vigueur en 2007. Un filtre à carburant à 1,5 µm équipe d'origine le tracteur, ce qui montre la grande sensibilité du moteur au carburant utilisé.



Tracteur 7720 John Deere en cours de modification

Pour M. GRUBER, il devient indispensable de définir une norme de qualité pour l'huile carburant. À l'heure actuelle, seul un standard existe, il ne s'agit encore que d'une pré-norme. Le projet d'établissement de la norme en Allemagne est en cours d'étude, en collaboration avec l'Autriche et l'Italie.

L'analyse totale de la qualité de l'huile selon ce standard coûte cher (1 000 €), mais la mesure de seulement trois indicateurs s'avère suffisante pour l'utilisation de l'HVP dans les moteurs : il s'agit du taux de phosphore, de la quantité d'eau, et de la contamination. Cette analyse simplifiée ne coûte que 90 €.

Le taux de phosphore est un critère important de qualité de l'huile carburant car il est responsable de l'encrassement des moteurs et donc de leur casse. Le standard couramment utilisé pour l'instant préconise un taux de 15 ppm maximum, mais VWP impose 10 ppm aux producteurs d'huile. La quantité de phosphore présente dans l'huile est liée à la technique de pressage, suite à l'altération des membranes cellulaires. Or, un moulin va chercher à extraire le maximum d'huile de ses graines afin d'obtenir certes une quantité d'huile plus importante mais aussi un tourteau moins gras donc plus facilement utilisable en alimentation animale. Il faut donc un équilibre entre un fort pressage (taux de phosphore élevé) et un pressage insuffisant (tourteaux plus difficilement valorisable).

L'étude de la mise au point de la norme pour l'HVP n'est réalisée que sur l'huile de colza. Le tournesol, le soja et les autres oléagineux ne sont pas étudiés, cependant ils semblent présenter les mêmes capacités que le colza à la carburation, mais le travail de recherche reste à faire pour leur utilisation en HVP.

L'Allemagne compte environ 300 petits moulins à huile, ce qui représente 10 % du colza produit dans le pays. VWP estime à 20-25 le nombre d'emplois créés pour une production de 3 000 tonnes de graines pressées, c'est-à-dire 1 000 tonnes d'huile.

Concernant l'utilisation du tourteau en alimentation animale, des études ont été réalisées par l'université de Landesanstalt Thüringen. Nous les avons contactés pour obtenir leurs résultats, mais nous attendons leur réponse.

L'adaptation à l'HVP est propre à chaque moteur, car aucun n'est semblable à l'autre. Mais ces modifications sont absolument nécessaires de par la plus grande viscosité de l'huile par rapport au gasoil, ainsi qu'un point éclair très supérieur. Ainsi,

dans un moteur carburant au gasoil, la pompe à injection est réglée pour envoyer une quantité définie de gasoil à un instant précis, mais en utilisant de l'HVP, celle-ci sera plus longue à injecter donc arrivera en retard dans le moteur (au moment où la combustion aurait été finie avec le gasoil).

La bicarburation

Dans un système de bicarburation, si l'huile est réchauffée à 100°C avant d'être injectée, elle aura certes une viscosité très proche de celle du gasoil, mais une partie sera déjà brûlée (cokée). Dans une telle adaptation, il est souvent réalisé un retarage des injecteurs à une plus haute pression, ce qui endommage fortement la pompe à injection. De plus, ce système rencontre certains problèmes à faible charge, car la température du moteur devient trop faible, provoquant ainsi un encrassement des injecteurs, des résidus (imbrûlés) sur les pistons qui vont traverser dans l'huile lubrifiante et se polymériser pour former un goudron. Une mauvaise combustion permet de diminuer les NOx³ émis mais entraîne une forte augmentation des hydrocarbures, CO et particules (cancérogènes).

En France des chercheurs comme messieurs VAITILINGOM (CIRAD), HUGO (CEMAGREF) préconisent eux la bicarburation. Le raisonnement « français » privilégie l'adaptation de l'huile carburant au moteur, alors que VWP cherche des modifications du moteur pour qu'il carbure à l'HVP.

L'utilisation de l'HVP comme carburant présente un avantage économique non-négligeable pour les agriculteurs allemands. En effet, ils ne bénéficient pas d'un fioul détaxé (comme en France), mais seulement d'une exonération de 20 % par rapport au gasoil (à un prix équivalent en France, de l'ordre de 1 €/l).



Et si les « rois du tournesol » devenaient les « rois du pétrole » !

³ NOx : oxydes d'azote.

Garage Audi HIPP, par M. RÜCKERT (responsable du service)

VWP coopère avec la concession, comme nous l'avons vu avec Deutz-Fahr. Pour l'instant, les modifications sont encore réalisées par VWP mais à l'avenir, la concession Audi se chargera de le faire. VWP a choisi de collaborer avec le garage Hipp pour des raisons de compétences techniques de ses mécaniciens. De même, le garage s'inscrit dans cette démarche visant à proposer un service complet au client, en prenant en compte ces énergies renouvelables.

Les véhicules adaptés sont à la pointe de la programmation électronique, mais les modifications sont pour moitié mécaniques (circuit de carburant...) et pour autre moitié électroniques.

VWP ne modifie que les véhicules sortis à partir de l'année 2000. Le coût d'une telle adaptation est de 3 300 € (en baisse).

À l'heure actuelle, sept véhicules sont entretenus à la concession. Tous les problèmes rencontrés sur les Audi carburant à l'HVP en Bavière sont envoyés au garage Hipp, 50 % des retours sont dus à des défauts du constructeur et le reste sont des problèmes dus à l'HVP mais

rencontrés après un entretien dans un garage ne connaissant pas cette technique. En cas de casse imputable à la modification, VWP prend en charge les réparations. La concession conserve d'autre part la garantie offerte par le constructeur sur tout véhicule neuf.



Voiture Audi modifiée par VWP devant la concession HIPP



La société VWP a choisi de développer cette technique sur les moteurs Volkswagen car ils équiper aussi les marques Audi, Seat et Skoda, ce qui représente une quantité de véhicules diesel aussi importante que toutes les autres marques réunies.

L'investissement serait encore trop important pour développer leurs

adaptations sur d'autres modèles de moteurs (HDi, DCi...).

Aujourd'hui, 1 500 voitures et 100 tracteurs ont été modifiés par VWP, mais on estime à 5 000 véhicules le nombre total de véhicules carburant à l'HVP dans toute l'Allemagne.

Ferme biologique KRAMERBRÄUHOF à Pfaffenhofen

L'exploitation agricole comportait à l'origine une brasserie et des cultures de houblon. Aujourd'hui, la ferme compte 230 ha (cultivés en biologique depuis 1989) et 90 ha de bois. L'agriculteur a choisi d'implanter une importante surface en cultures associées, afin de reproduire le système des forêts mixtes qui obtiennent de très bons rendements, et où chaque culture occupe une strate différente dans l'espace. Ce système de cultures ne nécessite pas forcément d'investissement supplémentaire (le même matériel peut être utilisé) mais du matériel spécifique est tout de même conseillé pour arriver à des niveaux de rendements élevés.

On associe généralement une ou plusieurs céréales ou légumineuses avec une espèce oléagineuse (cameline, tournesol, moutarde...). Les possibilités sont nombreuses, on peut citer comme exemple : pois+cameline, pois+avoine, pois+avoine+cameline, pois+avoine+cameline+trèfle. Dans ce dernier exemple, le trèfle est semé 5 jours après les autres espèces, lors d'un passage de herse étrille, et il sera ensilé à l'automne. Mais la séparation des graines récoltées est



Graines de cameline



Ferme biologique
KRAMERBRÄUHOF

indispensable pour permettre une bonne valorisation de chacune, l'agriculteur s'est donc équipé de séparateurs et de silos de stockage, construits depuis 4 ans pour une capacité totale de 6 000 t.

Les deux cultures associées rencontrées fréquemment sont le pois et la cameline. Cette dernière,

très fibreuse, offre un support pour le pois, mais aussi permet de bien couvrir le sol de par ses nombreuses ramifications et ainsi limiter le risque d'adventices. La cameline possède une racine pivotante qui lui permet de descendre profondément pour récupérer les nutriments dont elle a besoin, sans toutefois créer de concurrence avec le pois.

Le semis était réalisé auparavant en une seule fois, mais il est préférable de séparer les deux espèces. Le pois est alors semé d'une manière traditionnelle à une profondeur de 4-5 cm, puis la cameline est semée à la volée par dessus. Un roulage ou un passage de herse permet ensuite une bonne levée (notamment en cas d'absence de pluie).

Les **rendements (q/ha) obtenus** en cultures associées sont semblables à une culture simple de pois, voire supérieurs, comme le montre le tableau suivant :

	1998/1999		1999/2000		2000/2001	
pois	31,37	29,5	24,92	32,45	0	49,73
cameline		5,1		8,14		1,98

En 2001, la culture de pois seule n'a pas pu être récoltée car elle s'est retrouvée toute couchée du fait des intempéries. En revanche, la culture de pois associée à la cameline a pu être récoltée, affichant même un très bon rendement.

La taille des graines étant très différente, elles peuvent donc être facilement séparées. Mais la cameline est revendue en graines de semences, elle nécessite donc une pureté parfaite. La séparation est alors réalisée en 4 étapes : par la taille, la forme, le poids, et enfin par la couleur à l'aide d'un séparateur digital, d'une valeur de 200 000 €. Le triage des graines de moutarde permet aussi à l'agriculteur de mieux rentabiliser cet investissement.

Aujourd'hui, l'exploitation agricole s'est orientée vers une production et une fourniture d'énergies renouvelables. La société REG a été créée dans cet objectif de production et de commercialisation d'énergies renouvelables, que sont l'HVP, les granulés, les plaquettes et les bûches de bois.



Les 2 presses STRÄHLE

La production d'huile végétale pure est réalisée par deux presses de marque Strähle, qui produisent chacune 100 l d'HVP à l'heure, soit 1,6 million de litres par an. Seul du colza est pressé, qui est acheté en totalité, car aucune culture de colza n'est présente sur la ferme (pas de cultures associées possibles).

Tout le système est automatisé mais nécessite toute de même 1 heure de surveillance par jour. L'huile est filtrée une première fois à 3 µm (sous une pression de 2 bars) puis par un deuxième filtre à 1 µm. De plus, lors du chargement de cette HVP pour sa livraison, l'huile pompée est une dernière fois filtrée à 1 µm. La cuve de stockage a une capacité de 80 000 l, et l'HVP est uniquement vendue pour le carburant car la vente d'huile alimentaire nécessiterait des coûts supplémentaires (cuves inox, carrelage...). Le coût du pressage et de filtration revient à 40 € pour 1 000 t de graines pressées.

Cette presse permet d'obtenir un tourteau à seulement 12-13 % de matières grasses, mais produit aussi une huile avec un taux de phosphore inférieur au standard actuel exigé par VWP. Elle offre donc un compromis intéressant entre l'huile et le tourteau. Cette prénorme établie par VWP s'appuie sur des tests menés sur ce processus de production d'HVP présenté ici, G. GRUBER nous a notamment fait part du remplacement des presses Reinartz par des presses de marque Strähle qui permettent de mieux répondre à leur standard d'HVP.

Restaurant d'autoroute de Dasing



Le restaurant d'autoroute de Dasing de nuit

À l'origine en 1997, 70 personnes étaient intéressées par ce projet d'auto-commercialisation par les agriculteurs proposé par le Conseil du District. Ce nombre s'est par la suite réduit à 17 agriculteurs pour au final, un projet qui regroupe 11 sociétaires (10 agriculteurs et 1 brasseur). L'emplacement a été défini après une étude qui a montré un passage de 75 000 véhicules par jour près du magasin. L'idée de départ était : « de la région pour la région », ce qui a été respecté puisque le bois local a été utilisé pour la construction, le chauffage provient d'une chaudière aux plaquettes de bois, et bien évidemment les produits commercialisés proviennent en partie de la région.

Ce marché des agriculteurs s'est ouvert en juillet 2001. Sur les 1 200 m², on trouve un commerce d'aliments (400 m²), un restaurant (300 places) et une salle pouvant accueillir 40 personnes. À l'extérieur ont été créés un jardin de la bière (250 places assises), un « baby zoo » afin de permettre aux enfants d'approcher les animaux, ainsi qu'une aire de jeu. L'investissement représente un coût de 3 M €, en partie financé par une subvention de 550 000 € du programme européen Leader +. Ce commerce a permis la création de nouveaux emplois car seules 3 femmes de sociétaires travaillent ici.

Les premiers bénéfices sont obtenus depuis seulement 1 an, après 3 ans de déficit. Aujourd'hui, on compte plus de 1000 visiteurs par jour, auxquels sont proposés 250 produits alimentaires (dont 15 % issus de l'agriculture biologique). Le chiffre d'affaires provient pour moitié du restaurant et pour moitié du commerce des produits locaux. Les clients trouvent des produits d'un très bon rapport qualité/prix, comparé aux deux « fast food » voisins. Ils sont aussi prêts à payer plus cher des produits de meilleure qualité. Ces circuits courts sont très appréciés par la population locale, qui connaît bien souvent les producteurs.

Depuis 2002, le magasin s'est doté d'une station service à HVP, qui lui permet dorénavant d'ouvrir aussi le dimanche (loi allemande). L'investissement s'est élevé à 10 000 €, ce qui est resté faible compte tenu de la part importante de travail réalisé par les agriculteurs eux-mêmes.



Station service : HVP à 0,67 €/l

L'approvisionnement de la cuve de 7 000 l est réalisé par un agriculteur situé à 30 km, qui se charge du pressage, de la filtration et de la livraison. En 2002, 90 000 l d'HVP ont été vendus pour un prix de 0,67 €/l (marge du magasin de 0,02 €/l).

Annexe

 	LTV-Work-Session on Decentral Vegetable Oil Production, Weihenstephan Quality Standard for Rapeseed Oil as a Fuel (RK-Qualitätsstandard) 05/2000	in Cooperation with:  		
Properties / Contents	Unit	Limiting Value		Testing Method
		min.	max.	
<i>characteristic properties for Rapeseed Oil</i>				
Density (15 °C)	kg/m ³	900	930	DIN EN ISO 3675 DIN EN ISO 12185
Flash Point by P.-M.	°C	220		DIN EN 22719
Calorific Value	kJ/kg	35000		DIN 51900-3
Kinematic Viscosity (40 °C)	mm ² /s		38	DIN EN ISO 3104
Low Temperature Behaviour				Rotational Viscometer (testing conditions will be developed)
Cetane Number				Testing method will be reviewed
Carbon Residue	Mass-%		0.40	DIN EN ISO 10370
Iodine Number	g/100 g	100	120	DIN 53241-1
Sulphur Content	mg/kg		20	ASTM D5453-93
<i>variable properties</i>				
Contamination	mg/kg		25	DIN EN 12662
Acid Value	mg KOH/g		2.0	DIN EN ISO 660
Oxidation Stability (110 °C)	h	5.0		ISO 6886
Phosphorus Content	mg/kg		10	ASTM D3231-99
Ash Content	Mass-%		0.01	DIN EN ISO 6245
Water Content	Mass-%		0.075	pr EN ISO 12937

Partenaires :



Financé par :



Document réalisé par : E. GUIRAL et C. SAINT-CYR (stagiaires ISARA Lyon)

Rhônealénergie-Environnement
10 rue des Archers – 69002 Lyon
Tél : 04 78 37 29 14 / Fax : 04 78 37 64 91
Courriel : raee@raee.org
www.raee.org