

Démonstration de fluide hydraulique d'origine végétale dans des déchiqueteuses. Rapport final



Introduction

L'utilisation d'huiles végétales et de leurs dérivés dans la formulation de lubrifiants répond à un double souci : premièrement élaborer des produits plus respectueux de l'environnement car renouvelables, plus rapidement biodégradables et contenant le moins possible de substances potentiellement toxiques ou accumulables dans le milieu, et deuxièmement profiter des caractéristiques intrinsèques des acides gras contenus dans les huiles végétales, notamment leur bonnes propriétés lubrifiantes.

C'est pourquoi de nombreuses firmes commerciales proposent dans leur gamme de produits, des préparations dites « biodégradables », destinées en priorité aux milieux sensibles tels que les massifs forestiers. Dans ces endroits, l'utilisation de lubrifiants respectueux de l'environnement est de plus en plus souvent obligatoire, mais suscite encore des réticences de la part des techniciens habitués aux produits pétrochimiques.

ValBiom assure depuis 1997 la promotion et le développement des lubrifiants biobasés, c'est-à-dire basés sur des huiles végétales et leurs dérivés oléochimiques. Début 2000 fut concrétisé un partenariat entre la FUSAGx¹, le MET², l'Université de Liège³ et la société ELF⁴ afin de tester en conditions réelles l'utilisation d'un fluide hydraulique biobasé, dans des machines utilisées par le MET pour réduire le volume des branches résultant de l'entretien des bords de routes.

Dispositif expérimental prévu

Matériel

Le matériel visé dans le cadre de cette action de démonstration est constitué de quatre déchiqueteuses de branches de marque PEZZOLATO type HB 190 T fournies par la firme MENART au MET en 1998, à raison de une machine aux districts de FLORENVILLE, NEUFCHATEAU, SAINT-HUBERT et VIELSALM. Les engins sont reliés à la prise de force d'un tracteur, mais possèdent un circuit hydraulique indépendant d'environ 30 litres.

Les machines sont équipées d'origine d'un fluide hydraulique biodégradable "Hydrelf bio HV 46", un ester de polyol synthétisé à partir de constituants majoritairement (> 80 %) d'origine végétale (selon le fabricant).

¹ Faculté universitaire des sciences agronomiques de Gembloux

² Ministère de l'Équipement et du Transport de la Région wallonne

³ Ce partenaire s'est retiré unilatéralement en cours de convention

⁴ Devenue depuis le groupe TOTAL

Le prélèvement des échantillons est planifié au début de l'utilisation, ainsi qu'après 200, 400, 800 et 1200 heures de fonctionnement. La limite recommandée par la société MÉNART pour le maintien de l'huile hydraulique dans une machine est de 800 heures de fonctionnement.

Les analyses approfondies effectuées comprennent les éléments suivants⁵ :

1. Eléments d'usure par spectrométrie.
2. Eléments de pollution (analyses physico-chimiques) :
3. Eau
4. Poussières atmosphériques
5. Viscosité
6. Présence résiduelle des additifs
7. Etat d'oxydation
8. Mesure du T.A.N. (Total Acid Number)
9. Interprétation des résultats et commentaires sur l'état résiduel du lubrifiant et son aptitude à une utilisation ultérieure.

Résultats (+ annexe)

Machines de Florenville et Neufchâteau

	200 heures	400 heures	800 heures
FLO	Prélèvement le 21/02/00. résultat : OK	Prélèvement le 09/02/01. résultat : début d'oxydation. Contrôler à 650 h. Prélèvement à 650 h le 26/11/02. résultat : oxydation. Remplacer l'huile. Vidange faite le 15/04/03 à 930 h.	Huile = 182 heures. Prélèvement le 22/06/04 à 1112 h. Résultat voir ANAC
NEU	Prélèvement le 17/02/00. Résultat : OK. Le 10/01/01, remplacement de l'huile à 250 h par erreur.	Huile = 200 h. Prélèvement le 19/03/02. résultat : oxydation. Remplacer l'huile. Vidange le 15/04/04 suite à une fuite (flexible brisé).	Huile = 0 h Prélèvement le 22/04/04. Résultat voir ANAC

FLO : Florenville

NEU : Neufchâteau

Machines de Saint-Hubert et Vielsalm

	200 heures	400 heures	800 heures	1000 heures	1200 heures
STH	Prélèvement le 21/02/00. Résultat : OK	Prélèvement le 04/04/01. Résultat : OK. Appoint 2.5 litres.	Prélèvement le 05/03/04. Résultat : OK	Huile : 1050 heures. Prélèvement le 10/02/05. Résultat : OK	Prélèvement le 05/04/06. Résultat : TAN trop élevé. Vidange.
VLS	Prélèvement le 21/02/00. Résultat : OK	Prélèvement le 19/03/02. Résultat : OK	Prélèvement le 22/04/04. Résultat : OK	Prélèvement le 18/01/05. Résultat : OK	Prélèvement le 17/01/07. Résultat : TAN trop élevé. A vidanger.

STH : Saint-Hubert

VLS : Vielsalm

⁵ analyses effectuées par « ANAC » : www.anac.be

Interprétation

Les bulletins d'analyses ont permis de suivre l'évolution du comportement du lubrifiant dans les 4 machines de 2000 à 2007. La couleur indique le niveau de l'indice du TAN.

	200h	400h	800h	1000h	1200h
FLO	183 h	440	remplacement à 930 h		
NEU	250 h vidange erreur				
	250 h : oxydation - vid				
	201 h fuite - vidange analyse 0 h				
STH		appoint 2,5 l			vidange
VLS					vidange

en vert : TAN < 1	en kaki: 1 < TAN < 2	en jaune: 2 < TAN < 3	en rouge: TAN > 3
-------------------	----------------------	-----------------------	-------------------

Le fluide de la machine de Florenville s'est oxydé à partir de 440 heures, mais il n'a été remplacé qu'après 930 heures, soit après trois années de service.

La machine de Neufchâteau a connu des péripéties conduisant à une durée de vie du fluide inférieure à 250 heures pour les trois vidanges qui ont été opérées durant la période de la démonstration (une vidange par erreur, un remplacement suite à une oxydation trop importante du fluide et une rupture de flexible). La dernière analyse sur de l'huile quasiment neuve montre un TAN anormalement élevé. Une cause probable de cette évolution anormale de l'huile est une température trop élevée de l'huile.

L'oxydation, traduite par l'indice TAN, du fluide des deux autres machines montre une lente augmentation, qui reste acceptable à 800 et 1000 heures, mais qui commande la vidange après 1200 heures (et 7 années de service). En effet, la limite acceptable est de 3 pour cet indice.

La viscosité est restée assez stable dans tous les cas.

Les métaux d'usure sont présents en quantité très faible et ne présentent jamais de teneur anormale. Le P et le Zn traduisent sans doute la présence d'additifs. La contamination en silice (poussières, sable) reste faible (< 14 ppm).

Conclusions

Pour deux des quatre machines impliquées dans l'essai, le protocole n'a pas pu être respecté. Mais outre les difficultés pratiques de l'organisation et du suivi de telles démonstrations multipartenaires et en conditions réelles, l'expérimentation menée a montré qu'il est très important d'adapter la maintenance de machines équipées en « bio » et notamment de suivre consciencieusement la température de fonctionnement des fluides hydrauliques (radiateur, pompes, témoins,...) afin d'éviter toute surchauffe.

Le suivi analytique régulier de l'huile constitue aussi un élément clé d'une maintenance correcte et finalement économe puisqu'il permet de décider du moment opportun de vidanger. En effet, l'intervalle de vidange a pu être allongé, puisque de 800 heures conseillées par le fournisseur, il a été prolongé jusqu'à 1200 heures. En particulier, l'indice TAN d'acidité apparaît comme le paramètre critique qui commande la vidange du fluide en place.

Le fluide hydraulique biobasé testé s'est comporté de façon tout à fait satisfaisante dans deux machines, supportant une durée de fonctionnement de 1200 heures, ce qui couvre une période de 7 années dans les conditions opérationnelles réelles. Dans cette perspective, l'éventuel surcoût sur le fluide biobasé apparaît comme dérisoire.

Annexe

Tableau des résultats

dates de prélèvement		neuve	FLORENVILLE					
		17/02/00	21/02/00	17/02/00	2/02/01	26/11/02	15/04/03	22/06/04
prévisions		0 h	200h		400h	800h	1000 h	(200h)
prélèvements					440	650	930	200
		ELF	ELF	ULG	ELF	ELF		ELF
visc ciném 40°C	mm²/s	56	50	47,83	50	49,3	VIDANGE SANS ANALYSE	52,7
visc ciném 100°C	mm²/s	10,9		13,31				
indice visc		190		290				
T.A.N.	mg KOH/g	0,7	0,35	0,53	1,8	2,1		1,1
eau	% vol	<0,05	<0,05	<0,05	ok	ok		ok
IR		ok	ok					
sédim	ppm			90				
Al	ppm	0	1	<1	<1	<1		2
B	ppm	0	3	2				
Ba	ppm	0	0	<1				
Ca	ppm	0	9	<1				
Cr	ppm	0	0	<1	<1	<1		<1
Cu	ppm	0	0	<1	<1	<1		<1
Fe	ppm	0	1	1	3	3		<1
Li	ppm		0					
Mg	ppm	0	0	<1				
Mn	ppm			<1				
Mo	ppm	0	0	<1				
Na	ppm	0	0					
Ni	ppm	0	0		<1	<1		<1
P	ppm	720	750	725				
Pb	ppm	0	1	<1	<1	1		2
S	ppm			0,09				
Sb	ppm			<1				
Si	ppm	4	3	3	6	4		6
Sn	ppm	0	1	<1	<1	<1	2	
Ti	ppm			14				
V	ppm			<1				
Zn	ppm	0	45	39				

		neuve		NEUFCHATEAU		
dates de prélèvement		17/02/00	17/02/00		19/03/02	22/04/04
prévisions		0 h	200h	200h	400h	800h
prélèvements					250	0
		ELF	ELF	ULG	ELF	ELF
visc ciném 40°C	mm ² /s	56	50	47,83	52	50,3
visc ciném 100°C	mm ² /s	10,9		13,31		
indice visc		190		252		
T.A.N.	mg KOH/g	0,7	0,4	0,52	3,3	5,6
eau	% vol	<0,05	<0,05	0,08	ok	ok
IR		ok	ok			
sédim	ppm					
Al	ppm	0	1	<1	<1	2
B	ppm	0	2	2		
Ba	ppm	0	0	<1		
Ca	ppm	0	2	3		
Cr	ppm	0	0	<1	<1	<1
Cu	ppm	0	0	<1	<1	<1
Fe	ppm	0	3	3	3	1
Li	ppm		0			
Mg	ppm	0	0	<1		
Mn	ppm			<1		
Mo	ppm	0	0	<1		
Na	ppm	0	0			
Ni	ppm	0	0		<1	<1
P	ppm	720	751	675		
Pb	ppm	0	1	<1	2	2
S	ppm			0,08		
Sb	ppm			<1		
Si	ppm	4	3	8	7	5
Sn	ppm	0	2	<1	<1	2
Ti	ppm			11		
V	ppm			<1		
Zn	ppm	0	38	40		

dates de prélèvement		neuve	SAINT HUBERT					
		17/02/00	17/02/00	4/04/01	5/03/04			
prévisions		0 h	200h	400h	800h	1000h	1200h	
prélèvements				400	800	1050	1200	
		ELF	ELF	ULG	ELF	ELF	ELF	ELF
visc ciném 40°C	mm ² /s	56	50	50,55	50	49,9	49,3	49,8
visc ciném 100°C	mm ² /s	10,9		11,46				
indice visc		190		229,16				
T.A.N.	mg KOH/g	0,7	0,3	0,59	1,5	2	2,5	3,5
eau	% vol	<0,05	<0,05	<0,05	ok	ok	ok	ok
IR		ok	ok					
sédim	ppm			32				
Al	ppm	0	0	<1	<1	2	<1	<1
B	ppm	0	2	<1				
Ba	ppm	0	0	<1				
Ca	ppm	0	2	3				
Cr	ppm	0	0	<1	<1	<1	<1	<1
Cu	ppm	0	0	<1	<1	<1	<1	<1
Fe	ppm	0	6	3	6	5	8	6
Li	ppm		0					
Mg	ppm	0	0	<1				
Mn	ppm			<1				
Mo	ppm	0	0	<1				
Na	ppm	0	0					
Ni	ppm	0	0		<1	<1	<1	<1
P	ppm	720	762	648				
Pb	ppm	0	0	<1	<1	2	4	5
S	ppm			0,07				
Sb	ppm			<1				
Si	ppm	4	3	14	5	6	7	6
Sn	ppm	0	1	<1	<1	2	1	<1
Ti	ppm			13				
V	ppm			<1				
Zn	ppm	0	37	38				

		neuve	VIELSALM					
dates de prélèvement		17/02/00	17/02/00	19/03/02	22/04/04			
prévisions		0 h	200h	400h	800h	1000h	1200h	
prélèvements				400	800	1050		
		ELF	ELF	ULG	ELF	ELF	ELF	ELF
visc ciném 40°C	mm ² /s	56	51	47,83	50	50,8	49.3	49.8
visc ciném 100°C	mm ² /s	10,9		11,63				
indice visc		190		248,19				
T.A.N.	mg KOH/g	0,7	0,38	0,63	0,9	2,4	2,5	3.5
eau	% vol	<0,05	<0,05	0,06	ok	ok	ok	ok
IR		ok	ok					
sédim	ppm			36				
Al	ppm	0	0	<1	<1	1	<1	<1
B	ppm	0	2	1				
Ba	ppm	0	0	<1				
Ca	ppm	0	1	1				
Cr	ppm	0	0	<1	<1	<1	<1	<1
Cu	ppm	0	0	<1	<1	<1	<1	<1
Fe	ppm	0	1	1	4	3	8	6
Li	ppm		0					
Mg	ppm	0	0	<1				
Mn	ppm			<1				
Mo	ppm	0	0	<1				
Na	ppm	0	0					
Ni	ppm	0	0		<1	<1	<1	<1
P	ppm	720	753	666				
Pb	ppm	0	1	<1	2	5	4	5
S	ppm			0,07				
Sb	ppm			<1				
Si	ppm	4	3	3	5	5	7	6
Sn	ppm	0	1	<1	<1	2	1	<1
Ti	ppm			11				
V	ppm			<1				
Zn	ppm	0	42	42				