

Projet de Fin d'Etude PFE 2012-13, école d'ingénieur Polytech Savoie, spécialité "énergie"

## Résumé des résultats du PFE 2012-13

# "Analyse de la solution AlpEvolution optimisation dameuse"

<b>PERIODE DU PFE</b>	De novembre 2012 à mars 2013	
<b>PRESENTATION FINALE PFE</b>	28 mars 2013	
<b>ACTEURS PRINCIPAUX DU PROJET</b>	Guillaume Bonnet	Etudiant ingénieur
	Simon Vallet	Etudiant ingénieur
	Julien Ramousse	Maître de conférences - Tuteur
	Philippe Curral	CEO chez AlpEvolution
	Didier Faure	Consultant indépendant Développement Durable
	Bertrand Cassagnol	Responsable dameuse Crans Montana
	Yann Guigoz	Responsable dameuse Téléverbier
	Eddy Bourgeois	Responsable technique S.T.A.
<b>OBJECTIF</b>	Evaluer l'apport de la solution d'optimisation moteur proposée par AlpEvolution	
<b>MOYENS</b>	Trois dameuses CMA et trois dameuses TV équipées, accès au logiciel CGX de monitoring des dameuses ainsi qu'à toute information nécessaire chez CMA et TV	

### RESUME DU DEROULEMENT DE L'ETUDE :

**SEPTEMBRE -OCTOBRE 2012 :** mise en place du projet avec AlpEvolution, Polytech Savoie, Téléverbier, Crans Montana  
**NOVEMBRE - JANVIER 2013 :** veille technologique, découverte solution / univers dameuses  
**DECEMBRE - JANVIER 2013 :** définition du référentiel de l'étude, mise en place d'indicateurs  
**DECEMBRE - JANVIER 2013 :** installation de la solution sur les dameuses pilotes à C.M. et à V.  
**JANVIER 2013 :** visite technique : Prinoth France, Téléverbier, Crans Montana, essais de dameuses (...)  
**DECEMBRE - MARS 2013 :** collecte d'information et réalisation de l'analyse  
**MARS - AVRIL 2013 :** mise en relief des résultats, rapport écrit et présentation orale

### REMARQUES NOTABLES SUR L'ETUDE :

- prise en compte d'un maximum de paramètre influant le travail des dameuses; selon les conditions du projet
- choix volontaire de diversifier les dameuses testées ainsi que d'effectuer des essais sur deux domaines skiables avec deux méthodes de travail différentes, afin de réduire au maximum les incertitudes de l'étude
- difficultés pour établir un référentiel de comparaison entre dameuses équipées et non équipées, pour 2 raisons : une collecte d'information pas toujours fiable (facteur humain), un nombre très important de paramètres à prendre en compte
- certaines erreurs minimales ont été décelées après vérification des travaux étudiants, les chiffres présentés dans ce résumé sont donc légèrement différents des résultats du PFE (l'erreur a été confirmée par le maître de conférence, au niveau d'une méthode de calcul de moyenne)
- une dameuse de comparaison a été revue, sur les conseils de MYCMA (Kassbohrer 600 n°253 au lieu de la K600 n° 1243), l'équipe du secteur damage s'étant spécifiquement appliquée à comparer le comportement de ces deux dameuses, et les étudiants ayant choisi une autre dameuse témoin moins adaptée à l'étude.
- Complément d'information : développements de cartographies moteurs par "Sport System" depuis plus de 10 ans sur poids lourds, engins agricoles, moteurs de bateaux,... Développement de la solution depuis plus de trois ans entre Sport System et AlpEvolution pour le secteur "damage", plus de 60 dameuses équipées en France ; développements, accords et échanges réguliers avec Prinoth France.

**RESUME DES RESULTATS DE L'ETUDE**

CONDITIONS D'ANALYSES						
SOURCES	Logiciel CGX		Logiciel Proeda			
	TéléVerbier		Crans Montana			
PARAMETRES ENREGISTRES	Consommation journalière (pendant damage et journée entière)					
	Surface parcourue journalière (pendant damage et surface totale)					
	Temps moteurs (pendant damage et journée entière)					
	Météo :	température et précipitation				
	Fréquentation :	estimation de l'état des pistes				
	Secteurs damés :	pente de damage, altitude				
Chauffeurs :	globalement fixe par dameuse					
NB DAMEUSES ETUDIEES	3 dameuses équipées vs 3 dameuses non équipées à Crans Montana					
	3 dameuses équipées vs 3 dameuses non équipées à Verbier					
METHODOLOGIE	chaque dameuse équipée est comparée avec une dameuse non équipée similaire travaillant dans des conditions proches, lors de journées communes d'exploitations ; chaque journée permettant une comparaison est considérée comme un point de mesure valide (environ 10h de fonctionnement)					
NB POINTS DE MESURES	204 journées de comparaison considérées comme exploitables					
COMPARAISON PAR DUOS DE DAMEUSES ETUDIEES (différence en % entre équipées et non équipées)						
STATION	Modèle	Numéros	Points de mesures	Consommation % l/ha	Rendement % ha/h	
CRANS MONTANA	Kassbohrer 600 W	(679) / (253)	51	-7.2%	2.1%	
	Everest	(1142) / (878)	26	-1.5%	22.1%	
	Everest	(359) / (878)	44	-1.2%	4.3%	
VERBIER	Beast W	(780) avant / après	19	3.4%	17.4%	
	Everest W	(790) / (786)	50	-19.6%	3.9%	
	Everest W	(794) / (785)	14	-4.8%	11.7%	
MOYENNE OBTENUE SELON LES 6 DAMEUSES ET LES 204 POINTS DE MESURES						
TELEVERBIER + CRANS MONTANA		non équipées		équipées		
Points de mesures :	204	TOTAL	MOYENNE	TOTAL	MOYENNE	%
Consommation carburant	litres (l)	48'361	237.1	48'244	236.5	-0.2%
Temps travail effectif	heures (h)	1'517	7.4	1'553	7.6	2.4%
Temps total moteur allumé	heures (h)	1'747	8.6	1'756	8.6	0.5%
hectares travaillés	hectares (ha)	3'189	15.6	3'422	16.8	7.3%
hectares totaux parcourus	hectares (ha)	5'356	26.3	5'787	28.4	8.0%
Conso. / hectare travaillé	l/ha	15.2		14.1		-7.0%
Conso. / hectare total	l/ha	9.0		8.3		-7.7%
Conso. travail effectif	l/h	31.9		31.1		-2.5%
Consommation totale	l/h	27.7		27.5		-0.7%
Rendement hectare travaillé	ha/h	2.1		2.2		4.8%
Rendement hectare total	ha/h	3.1		3.3		7.5%

**DOCUMENTS DISPONIBLES SUR DEMANDE :**

- Compte rendu complet de l'étude universitaire
- Dossier de presse des différents secteurs de développement de Sport System

**SUITE(S) POTENTIELLE(S) A DONNER AU PROJET**

- Réaliser une étude plus approfondie en développant une approche plus précise (dameuse à équipée avec divers capteurs ?)
- Approfondir les autres solutions potentielles pouvant améliorer le secteur damage des remontées mécaniques

**ANNEXE : ANALYSE FINANCIERE PAR IDO2 ET ALPEVOLUTION, SELON RESULTATS DU PFE ET ETUDE BIBLIOGRAPHIQUE**

Chiffres globaux pour une saison	Jours de fonctionnement dameuse pour une saison	120	jours	<i>résultats obtenus durant l'étude selon 204 points de mesures, soit l'équivalent du fonctionnement d'une dameuse durant 1,69 saison</i>
	Moyenne parcourue par une dameuse	18.2	ha/jour	
	Moyenne totale saisonnier	2185	ha/saison	
<i>Dameuses</i>	Indicateurs	Estim / jr		
<i>Non équipées</i>	Consommation / hectare total	9.03	l/ha	
	Rendement hectare total	3.06	ha/h	
<i>Equipées</i>	Consommation / hectare total	8.34	l/ha	
	Rendement hectare total	3.30	ha/h	
<i>Gains (%)</i>	Consommation / hectare total	-7.7%		
	Rendement hectare total	7.5%		

Gain de mazout sur une saison	Consommation pour une dameuse non équipée	19'728	L	<i>estimation des résultats mazout très fiable, l'étude ayant été réalisée globalement dans des cas défavorables pour la solution testée</i>  <i>3000 sfr / solution est une moyenne estimée</i>
	Consommation pour une dameuse équipée	18'215	L	
	Gains en litre de mazout	1'513	L	
ECONOMIE MAZOUT	prix mazout	fr. 1.80		
	Economie financière annuelle mazout	fr. 2'724		
	Prix solution AlpEvolution	fr. 3'000		
	Temps retour sur investissement	1.1	saison	
	Francs suisses économisés par jour	fr. 23	sfr/ jour	
	Gains d'émission de tCO2 / saison / dameuse	4.0	tCO2	

On constate donc un retour qualitatif non négligeable ainsi qu'une efficacité globale accrue. Pragmatiquement, l'économie de mazout est le meilleur indicateur quantitatif pour déterminer l'apport de la solution AlpEvolution :

- **une réduction de consommation de mazout de l'ordre de 7 % par dameuse installée**
- **un gain annuel de l'ordre de 1'500 litres de mazout par dameuse et par saison (4.0 tCO2)**
- **un retour sur investissement de l'ordre de 1 an**

**ANNEXE AU RESUME / DOCUMENTS DISPONIBLES SUR DEMANDE :**

- Rendu complet de l'étude universitaire Polytech Savoie
- Site internet [www.alpevolution.com](http://www.alpevolution.com) et [www.sport-system.fr](http://www.sport-system.fr)
- Dossier de presse des différents secteurs de développement de Sport System et Alp'Evolution

Pour plus d'information, contacter

Philippe Currel, AlpEvolution.fr  
Didier Faure, YourEnergy.ch