

LES INTERACTIONS ENTRE SYLVICULTURE ET
EXPLOITATION FORESTIERE DANS LES PEUPEMENTS
DE PIN D'ALEP

Rapport final



AFOCEL SUD
Domaine de St Clément
34 980 SAINT CLEMENT DE RIVIERE
Tél. : 04 67 66 74 74
Fax : 04 67 66 74 60
Mail : sud@afocel.fr

ETUDIER LES INTERACTIONS ENTRE SYLVICULTURE ET EXPLOITATION FORESTIERE POUR LE PIN D'ALEP

Convention ONF/AFOCEL

Projet VF02

Rapport final

Chef de projet : Joseph PEETERS
Équipe projet : Christophe PERINOT

Juin 2004



Cette étude a bénéficié de financements de la Région Provence-Alpes-Côte d'Azur.
Nos remerciements s'adressent également aux sociétés TEMBEC SOFOEST et EBE BOIS
qui ont accepté notre présence pour des mesures sur le chantier de Ceyreste

Région



Provence-Alpes-Côte d'Azur

SOMMAIRE

1.	Introduction.....	5
2.	Matériel et méthode	6
2.1	Méthodologie.....	6
2.2	Conditions d'exploitation et données dendrométriques.....	8
2.3	Personnel et matériel	10
2.4	Les produits récoltés	10
3.	Résultats de l'exploitation	11
3.1	Bûcheronnage mécanisé.....	11
3.2	Débardage au porteur	18
3.3	Impacts sur le peuplement	24
4.	Résultats économiques	26
4.1	Détermination des coûts techniques journaliers.....	26
4.2	Bilan économique pour la coupe de Ceyreste.....	30
5.	Synthèse et préconisations	31
	Annexes.....	33

1. Introduction

Le pin d'Alep est une essence pionnière très présente en zone littorale du bassin méditerranéen. La ressource est en pleine progression mais elle est très nettement sous-exploitée : les dernières données de l'inventaire indiquent un accroissement biologique de l'ordre de 515 000 m³ (donnée IFN) et la récolte annuelle se situe entre 50 000 et 100 000 m³ par an (enquête EAB).

Partant de ce constat, des organismes de recherche, les organismes impliqués dans la gestion (ONF, CRPF et la coopérative de PACA) et des organismes institutionnels (DDAF, DRAF, Conseil Régional) ont élaboré un programme de travail sur le pin d'Alep dont l'objectif global est d'assurer la pérennité de la ressource et de dynamiser sa gestion.

Un des thèmes prioritaires d'action s'intitule "établir et tester des itinéraires techniques adaptés". C'est dans ce cadre que s'inscrit la présente étude. Elle vise à fournir des éléments sur la faisabilité de mener des itinéraires techniques avec un système d'éclaircie **dans les peuplements les plus productifs** en vue de les améliorer et de produire du bois susceptible d'être valorisé en bois d'œuvre.

L'ONF était chargé de sélectionner un site expérimental et d'établir les caractéristiques du peuplement par des mesures dendrométriques avant et après l'éclaircie. Il suivra également la réaction du peuplement sur le long terme.

L'AFOCEL a été chargé d'étudier la productivité, le coût et les impacts des opérations d'exploitation.

Le document qui suit présente successivement :

- les conditions dans lesquelles se sont déroulées les opérations d'exploitation forestière (description globale des peuplements*, moyens d'exploitation utilisés)
- Les résultats de productivité et de coût.

Dans une dernière partie, nous identifions les facteurs déterminant de la productivité et nous formulons quelques préconisations à destination des gestionnaires et des exploitants forestiers pour que les éclaircies se fassent dans les meilleures conditions possibles sur les plans technique et économique.

* pour plus de détail on se reportera au rapport de l'ONF

2. Matériel et méthode

2.1 Méthodologie

2.1.1 Choix de la parcelle expérimentale

L'ONF avait en charge de sélectionner le site expérimental de cette étude.

Une parcelle homogène d'une dizaine d'hectares de jeunes pins d'Alep n'est pas facile à trouver en région PACA.

Elle devait être arrivée au stade de la 1^{ère} éclaircie et répondre également à des critères de mécanisation.

Le site de la forêt communale de Ceyreste sera finalement retenu après validation par l'AFOCEL. Voir plan de situation en Annexe 1 et 2.

L'ONF a réalisé un inventaire en plein sur les 11 ha de l'expérimentation débouchant sur la délimitation de 16 placettes homogènes. 2 d'entre elles sont situées sur une zone plate, les autres se trouvent sur un versant sud dans une pente variant de 15 à 30%.

Ces placettes ont été définies par zones homogènes en fonction de leur densité.

Les références en sylviculture sont peu nombreuses et celle qui est utilisée actuellement par l'ONF est définie à partir des travaux de Pardé (1957). Le peuplement de Ceyreste se positionne en classe de fertilité 2, la norme préconise 3 éclaircies faisant passer successivement le peuplement à 700, 350 puis 200 tiges par ha.

3 modalités de sylviculture ont été retenues par l'ONF sur ce site :

Modalité 1 : sylviculture très dynamique

Une seule éclaircie ramènera le peuplement à la densité finale de 250 tiges /ha.

Cette modalité est installée dans les zones plus développées (VUM voisin de 90 dm³) où la densité initiale est la plus faible.

Modalité 2 : sylviculture dynamique

Dans cette modalité on atteindra la densité finale en 2 éclaircies :

- 1^{ère} éclaircie ramenant la densité à 500 tiges /ha
- puis, lorsque la hauteur dominante aura atteint 14 m, la densité sera baissée à 250 tiges/ ha

Cette modalité a été placée dans les zones les plus denses et à VUM plus faible (65 dm³).

Modalité Témoin

Deux placettes témoins non éclaircies seront également suivies afin de comparer leur évolution dans le temps à celle des placettes ayant subi les deux modalités d'éclaircies.

8 placettes seront traitées en éclaircie très dynamique, 6 en éclaircie dynamique et 2 en témoin.

On distinguera également pour chaque modalité les conditions de pente : pente nulle et pente avec des obstacles.

La parcelle a été martelée en réserve : toutes les tiges ceinturées à la peinture sont conservées. Ce type de marquage était plus rapide et plus simple pour la mise en place de l'expérimentation.

2.1.2 Protocole de mesure de suivi de chantier

L'AFOCEL a réalisé un suivi détaillé sur l'ensemble de l'exploitation de la parcelle expérimentale : bûcheronnage mécanisé puis débardage au porteur.

Des protocoles spécifiques à chacune des opérations de l'exploitation ont été appliqués pour faire une analyse fine de l'activité des deux chauffeurs et permettre une comparaison entre les 2 modalités d'éclaircie.

Le suivi de chantier porte sur 2 niveaux :

- **relevé de l'emploi du temps du chauffeur** (temps de travail, entretien, réparation, pause et divers non productif)
- **détail du temps de travail productif** par des chronométrages.

Ces chronométrages sont mis en relation avec différents facteurs influençant le travail du chauffeur notamment le VUM en bûcheronnage et la distance de débardage pour le porteur. Ces phases de travail sont décrites en Annexe 3.

On associe les volumes façonnés à ces différents temps ce qui permet de déboucher sur 4 types de rendement :

- **Le rendement productif** correspondant à la production rapportée au temps de travail de bûcheronnage effectif.
- **Le rendement horamètre** basé sur le relevé de l'horamètre machine (temps où la machine est en sous tension donc un peu supérieur au temps de travail productif).
- **Le rendement présence** calculé sur le temps de présence total du chauffeur, de l'arrivée sur coupe à son départ en enlevant la pause du midi.
- **Le rendement journalier** est le rendement présence multiplié par un temps de présence journalier moyen calculé sur la totalité du suivi.

2.2 Conditions d'exploitation et données dendrométriques

La parcelle expérimentale est un accru naturel de pin d'Alep âgé d'une quarantaine d'années, assez homogène, de bonne conformation, suffisamment dense et susceptible de réagir à une éclaircie.

Au cours de l'exploitation plusieurs obstacles ont perturbé la progression de la machine de bûcheronnage, si bien que les zones les plus pentues (au-delà de 25%) n'ont pas pu être exploitées.

Au lieu de 11 ha initialement prévus, seuls 6 ha seront réellement passés en éclaircie. Mais cette surface reste suffisante pour comparer l'exploitation sur les 2 modalités.

Eclaircie très dynamique : 173 m³ mobilisés sur 3,3 ha

Eclaircie dynamique : 105 m³ mobilisés sur 2,7 ha

La modalité éclaircie dynamique a du également être modifiée. En effet, cette modalité dans la pente s'est vite révélée impossible à pratiquer sans l'ouverture de couloir d'exploitation. La machine de bûcheronnage puis le porteur doivent absolument progresser dans le sens de la pente, ce qui n'est pas possible avec une densité trop élevée. Cette modalité initialement prévue en sélective pure s'est transformée en une éclaircie avec couloir complétée par une sélective dans les intervalles. La densité a alors été ramenée à 450 tiges / ha au lieu de 500.

Par contre la modalité très dynamique a été possible même dans la pente. La machine de bûcheronnage a pu travailler par couloirs. La densité restante était suffisamment faible pour ne pas devoir supprimer des tiges marquées en réserve.

Conditions d'exploitation :

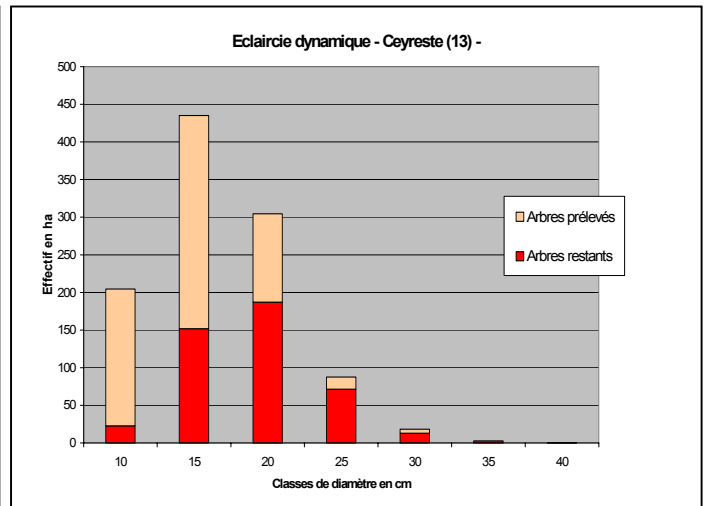
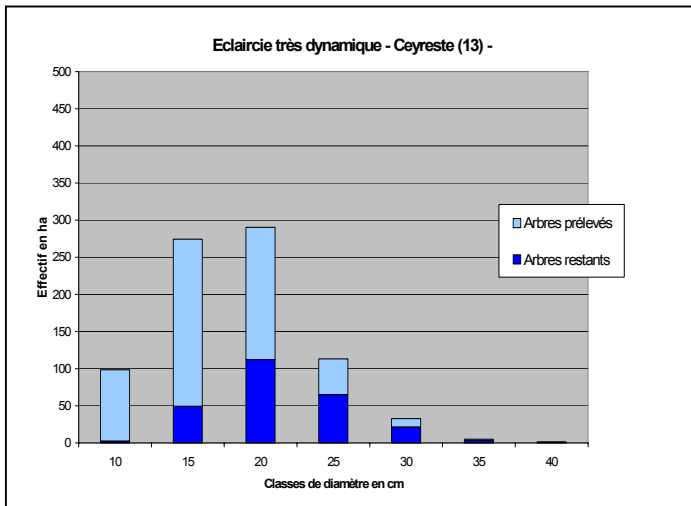
Essence	pin d'Alep
Peuplement	accru naturel
Age	environ 45 ans
Intervention	1 ^{ère} éclaircie
Branchaison	Faible
Conformation	Moyenne
Pente moyenne	0% (zone plate) 25% (zone en pente)
Obstacles	aucun (zone plate) pierres plates (zone en pente)
Portance	bonne (zone plate) mauvaise (zone en pente)
Etat du sous bois	Très sale (chêne kermès, arbousier)
Distance de débardage	230 m en écl très dynamique 200 m en écl dynamique
Stockage des bois	1/3 directement sur camion 2/3 sur pile bord de piste
Météo pendant l'exploitation	Sans influence

Les données dendrométriques :

Ces données ont été mesurées sur bois abattus durant l'exploitation. Elles sont évidemment différentes de celles mesurées par l'ONF (cubages sur pied incluant certaines zones qui n'ont pas été exploitées).

	ECLAIRCIE TRES DYNAMIQUE Sélective pure, objectif 250 tiges /ha			ECLAIRCIE DYNAMIQUE Sélective + couloir, objectif 500 tiges/ha		
	Avant éclaircie	Eclaircie	Après éclaircie	Avant éclaircie	Eclaircie	Après éclaircie
Densité marchande / ha	816	560	256	1053	604	449
Diamètre 1,3m	18 cm	17 cm	21 cm	17 cm	15 cm	19 cm
Hauteur totale	-	9 m	-	-	8.5 m	-
Hauteur march.	-	5.7 m	-	-	5.4 m	-
Vol Unitaire Moy	0.117 m ³	0.093 m³	0.175 m ³	0.087 m ³	0.065 m³	0.128 m ³
Vol. à l'hectare	97 m ³	52 m³	45 m ³	97 m ³	39 m³	57 m ³
% mal conformés	-	14%	-	-	15%	-
% non marchands	-	3%	-	-	8%	-

Ce tableau et ces graphiques montrent bien que les 2 modalités ont été installées dans des peuplements différents correspondant à 2 scénarios de sylviculture possibles.



2.3 Personnel et matériel

2.3.1 Le personnel

Le chauffeur de l'abatteuse fait du bûcheronnage mécanisé depuis 12 ans. Il a suivi au préalable une formation de BEPA sylviculture et a un statut de salarié mensualisé.

Le débardeur n'a pas de qualification forestière particulière mais possède une expérience de 5 ans sur porteur. Il est salarié mensualisé.

2.3.2 Le matériel

La machine de bûcheronnage est une VALMET 901 âgée de 12 ans équipée d'une tête Silvatec 455MD.

Ses 4 roues motrices sont chaînées pour faciliter le travail dans la pente.

La pression des rouleaux de la tête d'abattage a été augmentée car l'écorce est épaisse tandis que celle des couteaux a été relâchée puisque les branches cassent facilement. L'horamètre machine annonçait 18 650 heures au début du chantier.

Le porteur est un CATERPILLAR 554, âgé d'un an et demi et en bon état de fonctionnement. Il est équipé en 8 roues motrices mais non chaînées (ce qui posera quelques problèmes dans la pente) et ne possède pas de lame à l'avant.

L'horamètre en début de chantier annonçait 1 750 heures.

2.4 Les produits récoltés

L'ensemble de la production est destinée à l'usine de pâte à papier de Tembec Tarascon S.A. distante de 120 km.

La longueur des billons demandée est de 2,20 m, celle mesurée est en moyenne de 2,13 m. Cet écart vient du manque de précision de la tête d'abattage mais surtout du façonnage en mode « manuel » de certains billons (dernier billon, fourches etc).

3. Résultats de l'exploitation

3.1 Bûcheronnage mécanisé

3.1.1 La méthode de travail

La machine travaille sur une bande de 10-12 m de large. Elle se positionne au milieu, abat les arbres (les arbres sont marqués en réserve) de part et d'autre et empile généralement sur sa gauche.

Les rémanents sont rassemblés sur son passage ce qui permet de limiter l'impact des roues au sol. Ils seront par la suite broyés (risques d'incendie).

Dans la pente, la densité restante en éclaircie dynamique reste trop élevée pour une exploitation mécanisée en sélective pure. Le chauffeur ouvre donc des couloirs dans le sens de la pente puis prélève en sélective dans les interbandes, la densité sera donc inférieure à ce qui était initialement prévu. En modalité très dynamique la machine a pu travailler par couloirs sans avoir à supprimer de tiges supplémentaires.

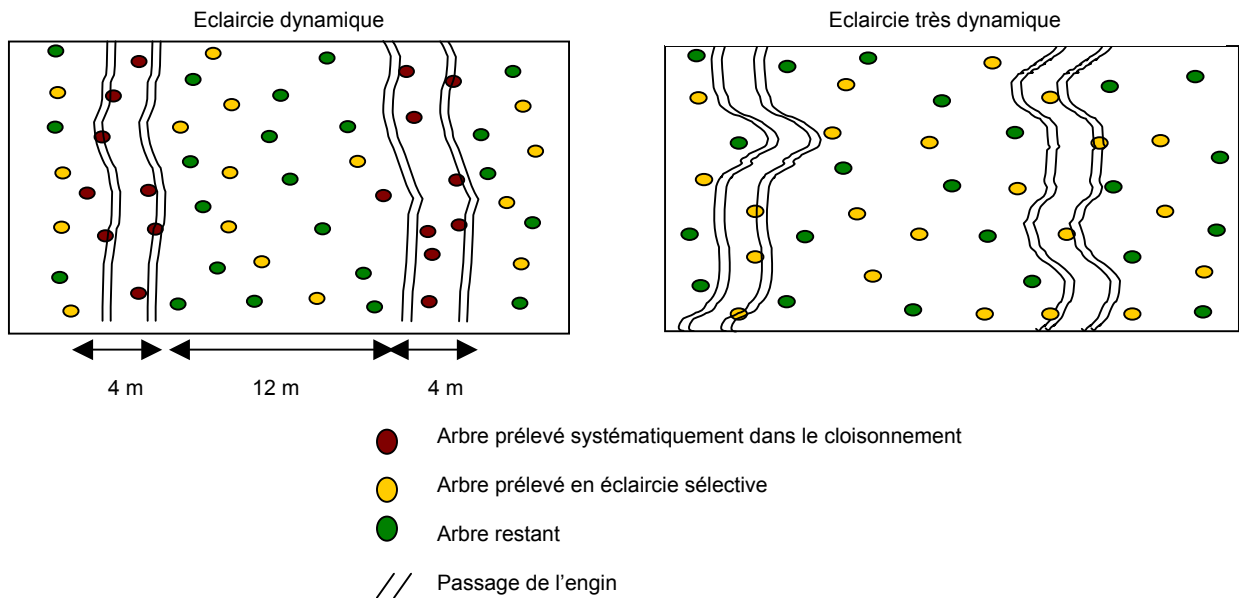
La pente n'est pas très forte, mais la machine se trouve pénalisée par la présence de pierres plates glissantes sur lesquelles les chaînes n'arrivent pas à accrocher.

Cet obstacle sera le principal facteur limitant la mécanisation sur ce chantier.

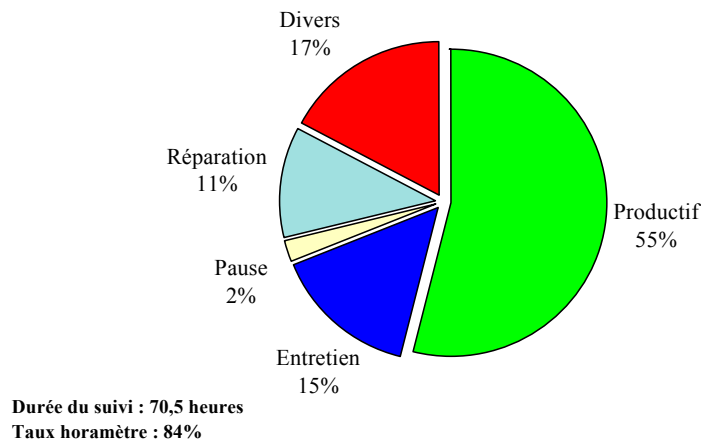
Le sous-bois très sale (buissons de chêne kermès) pénalise également le travail du chauffeur. Il ne voit pas où il pose sa tête d'abattage et par conséquent la chaîne heurte parfois des pierres (affûtages fréquents). Les souches sont donc coupées plus hautes, ce qui posera des problèmes au débardage puis au broyage.



Même chaînée dans la pente, l'adhérence est mauvaise sur les pierres plates de ce versant sud



3.1.2 L'emploi du temps



Le graphique ci-dessus présente l'activité du chauffeur sur l'ensemble du chantier.

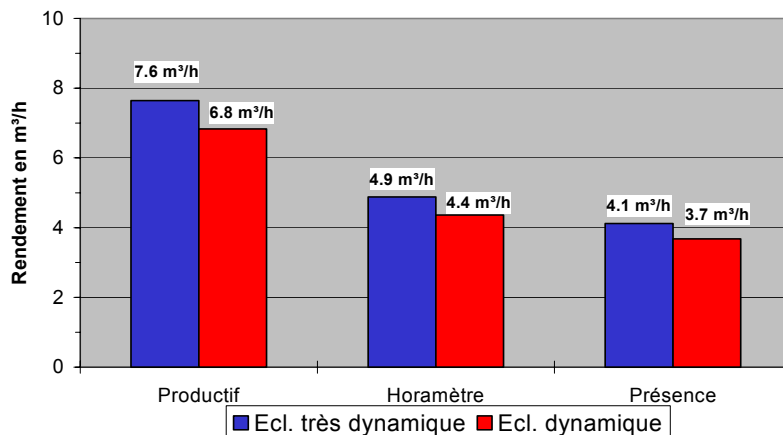
Il n'y a pas de distinction par modalité puisque le type d'éclaircie n'influence pas son emploi du temps.

On remarque sur ce graphique :

- un taux de travail productif inférieur à ce que nous avons l'habitude d'observer. En effet, la machine sortait d'une révision générale et plusieurs réglages se sont fait de préférence sur site pendant le fonctionnement de la machine plutôt qu'en atelier.
- Le chauffeur a également été pénalisé par de nombreux affûtages dus à la présence de pierres masquées par un sous bois très sale.
- Quelques pannes (flexibles, électriques) sont venues aussi ralentir l'activité du chauffeur. Ces pannes sont en partie dues à la vétusté de la machine (12 ans et presque 20 000 heures horamètre).
- La part des temps divers est également élevée. Cette parcelle étant expérimentale et ce type d'exploitation encore inhabituel dans la région, de nombreuses personnes sont venues visiter la coupe. Le chauffeur s'est également arrêté plusieurs fois pour définir les zones qui ne pourront pas être exploitées mécaniquement.

Le temps de présence moyen sur le chantier est de 10h/jour. Le chauffeur travaille sur un rythme de 35 heures par semaine, il préfère faire de longues journées pour finir plus tôt en semaine (par exemple le jeudi soir).

3.1.3 Les rendements



Mise en garde : les chiffres de ce graphique ne permettent pas de comparer les 2 modalités car les volumes unitaires sont différents (cf 3.1.5)

Les rendements productifs sont conformes à ce qui pourrait être observé sur d'autres peuplements résineux dans des conditions d'exploitation similaires. Nous avons utilisé le « Modèle Valmet 901 », construit par l'ARMEF en 1991, pour comparer les rendements observés (prévision : 5.2 m³/h. horamètre pour la modalité "très dynamiques").

Les rendements horamètre et présence sont par contre plus faibles à cause d'un taux de travail productif inférieur à la normale.

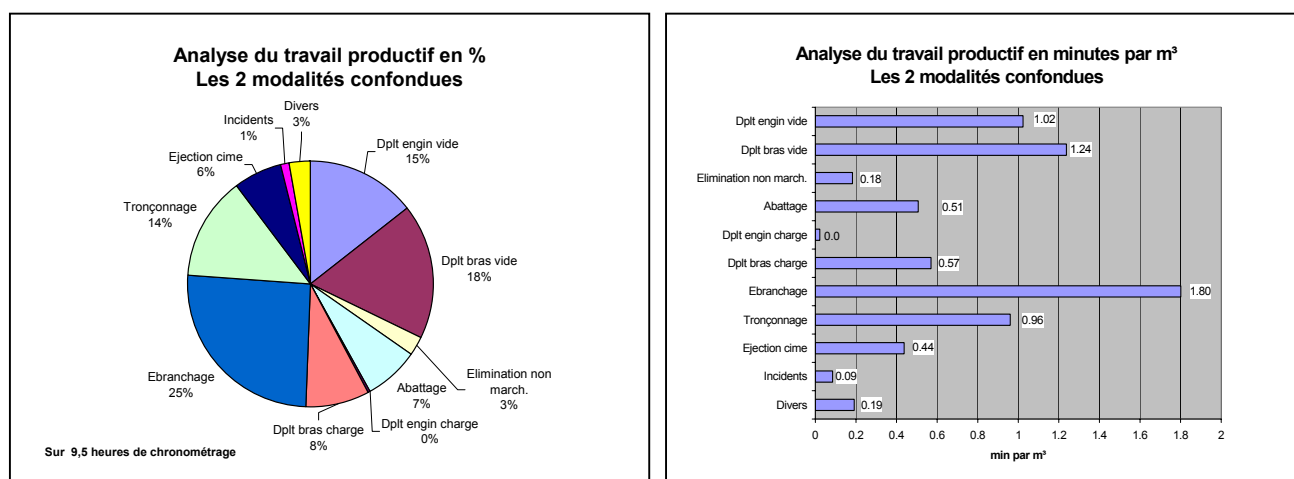
La production journalière inférieure à 50 m³ (42 m³ en très dynamique et 37 m³ en dynamique et 40 m³ sur la totalité de l'étude) est en dessous des espérances, mais à mettre en relation avec les nombreuses interruptions de la machine.

Avec un taux de travail productif moyen de 75% les rendements journaliers seraient respectivement de 57 et 51 m³.



L'ouverture de couloirs est indispensable lorsque la densité restante est supérieure à 250 tiges / ha.

3.1.4 Analyse du travail productif



L'analyse du travail de la machine ne montre pas de différence évidente entre les 2 types d'éclaircie. Les phases de travail ont sensiblement la même répartition.

Les graphiques ci-dessus détaillent l'activité du chauffeur de l'abatteuse dans les conditions moyennes du chantier.

On peut en tirer les remarques suivantes :

- des déplacements de l'engin et du bras importants à cause (1) du faible volume des arbres, (2) des zones en pente, (3) de lignes de cloisonnement souvent courtes et (4) d'une bande de travail un peu trop large.
- un façonnage (ébranchage + tronçonnage) assez rapide par rapport à ce que nous avons l'habitude d'observer en 1^{ère} éclaircie avec d'autres espèces résineuses.

Les peuplements de pin d'Alep présentent souvent des tiges flexueuses et des houppiers développés mais celui de Ceyreste avait une bonne conformation générale (seules 15 % des tiges sont mal conformées).

Les branches, parfois assez grosses, ont l'avantage de casser facilement, un affûtage soigné des couteaux n'est pas nécessaire et peut même être préjudiciable en façonnant des tiges un peu tordues (les couteaux risquent de venir se planter dans la tige).

Cependant on peut signaler, lorsque la branchaison est plus forte, un manque de puissance de la Valmet 901 pour un fonctionnement optimal de la tête Silvatec.

3.1.5 Influence du rendement en fonction de différents paramètres

Le chronométrage arbre par arbre permet de mettre en évidence la relation qui existe entre le rendement et le Volume Unitaire de l'arbre.

Ce paramètre a une forte influence mais il n'est pas le seul à expliquer le rendement de la machine. La branchaison, la pente et le type d'éclaircie ressortent également comme des facteurs importants sur ce chantier.

Il y a souvent des interactions entre ces différents paramètres et pour les isoler nous avons appliqué une note de branchaison sur chaque tige façonnée. Pour traiter les facteurs pente

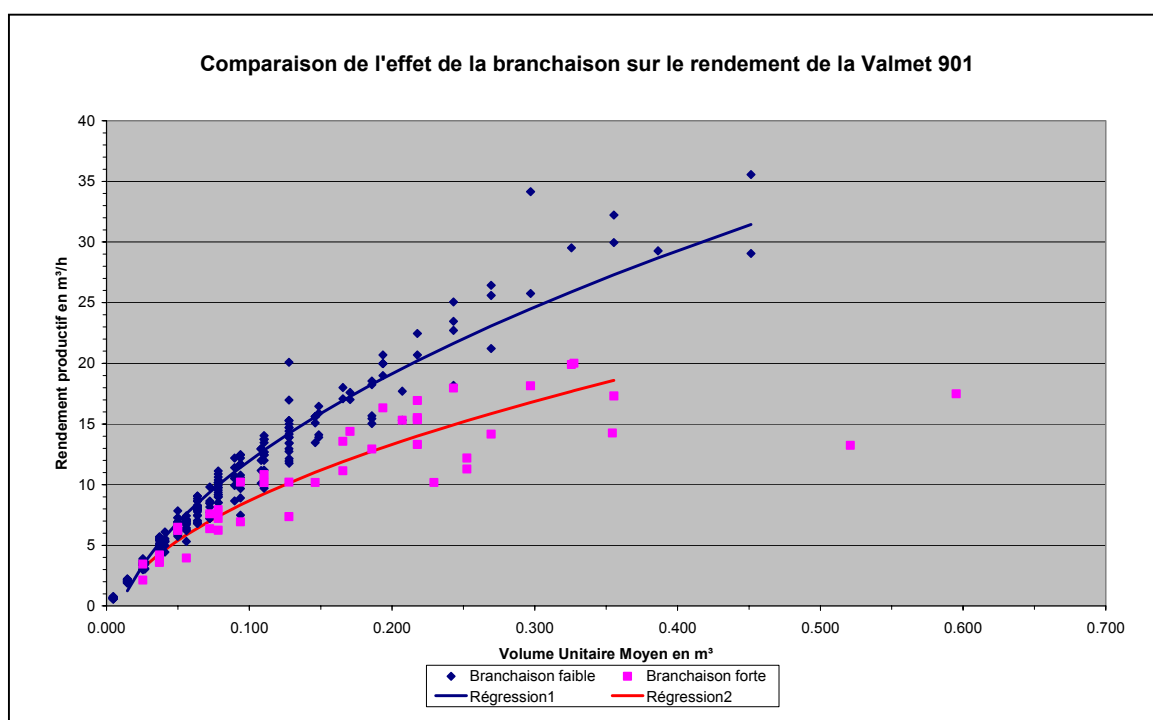
et éclaircie indépendamment des autres facteurs, nous nous sommes basés uniquement sur un sous échantillon d'arbres bien conformés à branchaison faible ou moyenne.

↳ **La branchaison**

Un traitement statistique montre qu'il existe une très forte corrélation entre le temps de façonnage et la branchaison avec une différence significative à un intervalle de confiance de 95%.

L'écart qui existe sur le temps de façonnage selon la branchaison est accentué par le manque de puissance de la Valmet 901 avec sa tête Silvatec.

Ainsi, en prenant des données moyennes pour les autres phases (déplacements, divers, incidents) on peut modéliser le rendement productif de la Valmet 901 en fonction de la branchaison et du VUM. (Cf. graphique ci-dessous).



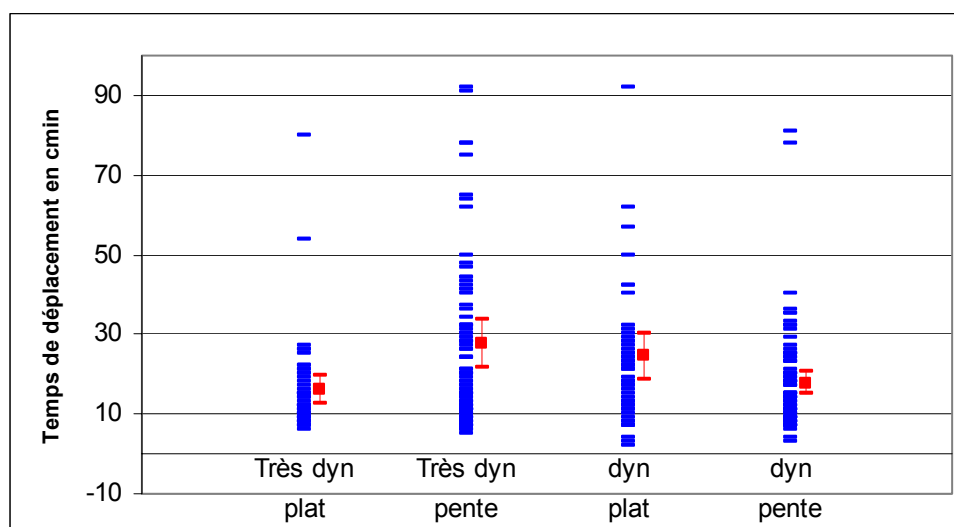
La perte sur le rendement productif à cause d'une branchaison forte est de :

VUM en m ³	Perte par rapport au rendement prod. avec branchaison faible
0,050	22%
0,100	27%
0,150	29%
0,200	30%

↳ **La pente et le type d'éclaircie**

Ces deux facteurs ressortent de façon moins nette lors des traitements statistiques des chronométrages mais ils ont par contre une influence sur les temps de déplacements (engin et bras) de la machine.

Le graphique ci-dessous montre la répartition des chronométrages (bleu) ainsi que leur moyenne et les intervalles de confiance (rouge) par traitement :



Tps déplacement en cmin.		Intervalles de confiance	
Modalités	Moyenne	min	max
Très dyn - plat	16,2	12,6	19,8
Très dyn - pente	27,7	21,9	33,5
Dynamique - plat	24,4	18,5	30,4
Dynamique - pente	17,9	15	20,7

D'après ce graphique l'effet de la **topographie** apparaît significatif dans la modalité éclaircie très dynamique. Les temps de déplacement sont plus importants et plus variables dans la pente : en très dynamique 16,2 cmin sur le plat contre 27,7 dans la pente.

Dans la modalité éclaircie dynamique, la différence entre la zone plate et la pente n'est pas statistiquement significative. Cependant, on peut constater des déplacements inférieurs dans la zone en pente, contrairement à ce qui est observé en éclaircie très dynamique. Ceci s'explique par une méthode de travail du chauffeur différente entre les 2 modalités d'éclaircie : pas de cloisonnement sur le plat et ouverture systématique de cloisonnements dans la pente (non prévus mais indispensables au déplacement de la machine dans cette zone). Ces chiffres confirment bien que les déplacements sont facilités lorsque la machine travaille dans des cloisonnements.

Pour analyser l'influence du **type d'éclaircie**, on ne peut se baser que sur la zone plate afin de ne pas tenir compte de l'effet ouverture de couloirs.

La différence est alors significative au seuil de probabilité de 5 % : les temps de déplacement entre 2 arbres sont nettement inférieurs dans la modalité très dynamique (16,2 cmin. en moyenne contre 24,4 en éclaircie dynamique).

3.1.6 Conclusion sur le bûcheronnage mécanisé

Le chantier de Ceyreste est un bon exemple de mécanisation des 1ères éclaircies de pin d'Alep. La machine de bûcheronnage se justifie pleinement dans ces accrus naturels à condition cependant d'être attentif dans le choix des coupes (conditions d'exploitation) ainsi que dans le type d'éclaircie à pratiquer. L'implantation d'un cloisonnement est impératif.

Les rendements productifs observés sur ce chantier sont conformes à ce que l'on pourrait obtenir avec d'autres résineux pour des VUM identiques. Par contre la machine ayant connu de nombreuses interruptions, le rendement journalier est faible. Un objectif d'au moins 50m³/jour semble réaliste.

A partir des résultats obtenus sur ce chantier, voici les éléments qui devront être examinés avec attention pour le choix des coupes à mécaniser :

- La pente ressort comme le principal obstacle sur ce chantier. Jusqu'à un pourcentage de 25 %, il n'y a pas de grosses difficultés de progression de la machine. L'abatteuse travaillera plutôt à la montée, tandis que le porteur peut même franchir des pentes plus importantes en travaillant dans la descente, à condition de se réceptionner sur une piste en contrebas. Par contre, des pierres plates et des affleurements rocheux présents sur ce versant sud ont limité l'adhérence au sol rendant l'exploitation impossible dans certaines zones où la pente atteignait les 30 %.

- La présence de pierres associée à un sous-bois dense ne permet pas d'arracher convenablement les souches ce qui aura des conséquences sur la progression des engins pour le débardage et le broyage des résidus.

- Le facteur branchaison-conformation est important en mécanisation. Même si le façonnage sur ce chantier n'a pas posé véritablement de problèmes, il existe cependant une forte corrélation avec le rendement lorsque cette branchaison devient trop forte (perte de production sur le rendement productif de 20 à 30%).

- Le type d'éclaircie a également son importance et la présence de couloirs d'exploitation devient indispensable lorsque la densité restante est trop élevée (>250 tiges par ha). Ces couloirs doivent être ouverts dans le sens de la pente. Le pin d'Alep ayant besoin d'une sylviculture dynamique, l'idéal pour développer la mécanisation serait de prévoir des couloirs de 4 m espacés de 12 m puis d'éclaircir en sélective pour arriver à un prélèvement à l'hectare d'au moins 50 m³. De plus en bûcheronnage mécanisé, les chauffeurs peuvent se passer du marquage des éclaircies dès lors que les consignes ont bien été fixées au démarrage du chantier.

- Ce chantier montre que des interactions intéressantes peuvent exister entre exploitation mécanisée et prévention des feux de forêt. En effet, ce moyen d'exploitation permet de réaliser une opération sylvicole qui réduit la biomasse combustible. De plus, il facilite le rangement des résidus d'exploitation en cordons réguliers sur le cloisonnement et leur broyage ultérieur. Sur les couloirs, il convient donc de supprimer les souches trop hautes (le conducteur a une bonne visibilité) ou d'utiliser un équipement suffisamment robuste pour passer sur les souches.

Rappelons que cette opération de broyage n'est réalisée qu'exceptionnellement, dans les zones très sensibles aux feux de forêt.

3.2 Débardage au porteur

3.2.1 La méthode de travail

Le porteur circule sur les andains de branches en utilisant les passages de l'abatteuse : cloisonnements d'exploitation en éclaircie dynamique et couloirs plus ou moins parallèles espacés de 12 m en éclaircie très dynamique (sélective forte).

Les voies de vidange débouchent perpendiculairement sur la piste à camion située en haut de parcelle.

Dans la pente, le chauffeur s'engage souvent à vide dans les couloirs puis se charge en remontant. Les lignes sont souvent courtes puisque la totalité du chantier n'a pas été exploitée à cause de diverses contraintes (pente + pierres) et la piste située en bas du chantier n'est pas accessible. Le porteur doit donc cheminer dans plusieurs couloirs pour compléter son chargement dont l'accès ne se fait que par la piste à camion.

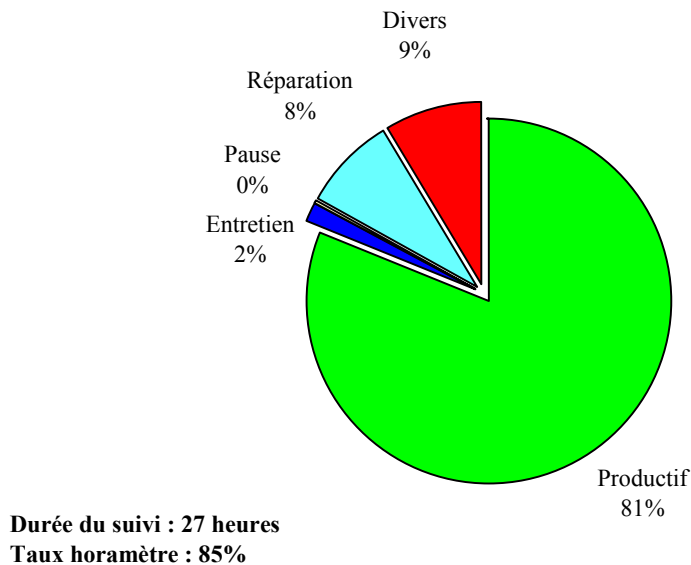
Cette configuration du chantier augmente les temps de déplacement. La machine est également pénalisée par l'absence de chaînes et la présence de nombreuses souches hautes pour progresser dans la pente.

Les distances de débardage sont assez courtes, le déchargement du bois se fait sur 3 sites différents le long d'une large piste à camion (piste utilisée en DFCI). Le débardeur a pour consigne de vider directement sur camion, mais pour évacuer sa production journalière, 3 camions sont nécessaires. Il n'en vient que 1 ou 2 par jour, par conséquent le débardeur doit vider certains voyages bord de route. Ce bois sera repris par la suite par des camions équipés d'une grue.



*Le porteur reprend les cloisonnements ouverts par l'abatteuse.
Il est plus encombrant que la Valmet 901,
les couloirs sont parfois un peu étroits et les manœuvres délicates.*

3.2.2 L'emploi du temps



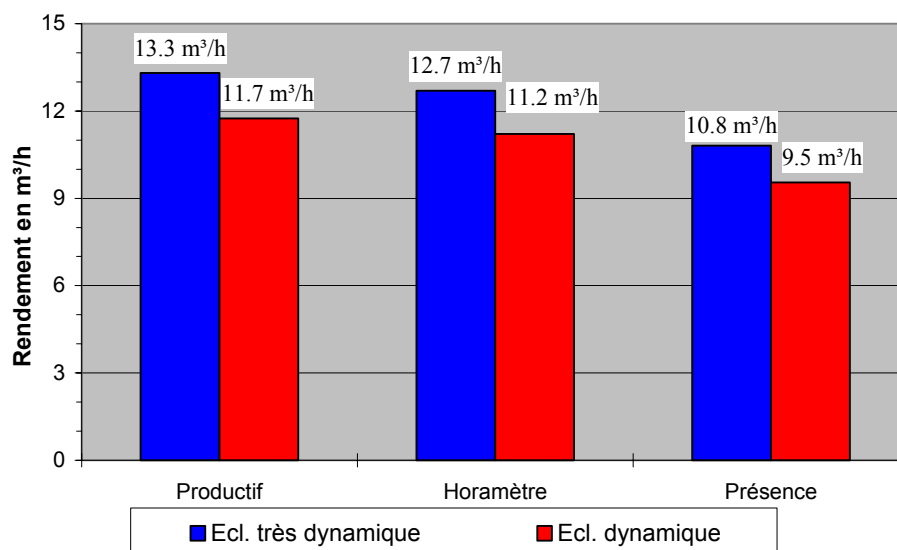
Le taux de travail productif est tout à fait satisfaisant, il y a très peu d'interruptions dans son travail au cours de la journée.

Au niveau des réparations on signalera le remplacement d'un flexible et un problème de carburation difficile à détecter qui s'est prolongé lors de la dernière journée de suivi.

Les entretiens quotidiens (graissage etc) restent insuffisants et ne se limitent bien souvent qu'au plein du porteur.

Le temps de présence sur le chantier est de 9 heures par jour (moyenne calculée sur les 3 jours de suivi).

3.2.3 Les rendements



Avec un rendement journalier voisin de $90 m^3$, soit l'équivalent d'un peu plus de 3 camions, ce sont de bons résultats en débardage pour une 1^{ère} éclaircie.

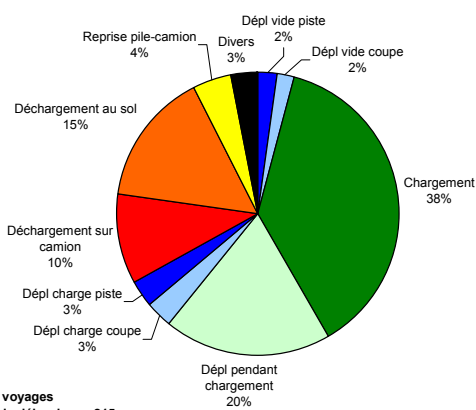
Toutefois, ces rendements doivent être mis en relation avec une distance de débardage assez courte (environ 200 m) ce qui a atténué les facteurs limitants du chantier (la pente et le prélèvement à l'ha un peu faible).

Cette faible distance de débardage a permis également de faire quelques voyages incomplets pour finir par exemple le débardage de certaines placettes sans trop pénaliser le rendement.

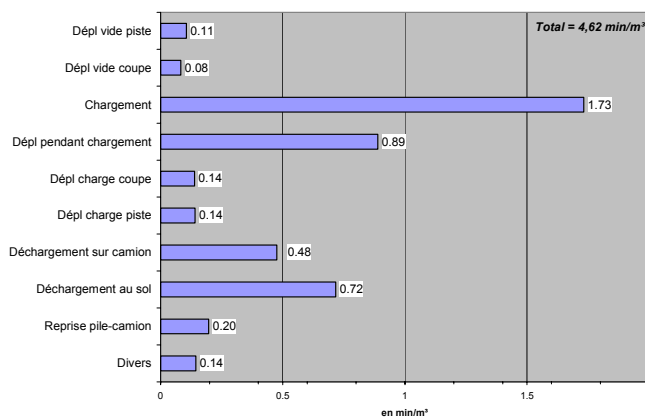
On constate une différence de productivité de près de 14% entre les deux modalités. La différence peu marquée entre les deux prélèvements et d'autres paramètres inter-agissant expliquent cet impact modeste de la sylviculture.

Remarque : Il existe un modèle de productivité spécifique au pin d'Alep construit par l'AFOCEL pour du bûcheronnage manuel et du débardage en courte et grandes longueurs. Dans les conditions du chantier de Ceyreste, ce barème annonce une production journalière de 85 m³. La différence avec les résultats obtenus s'explique surtout par une meilleure qualité d'empilage (0,350 m³ / pile) en bûcheronnage mécanisé.

3.2.4 Analyse du travail productif



Calculé sur 27 voyages
Distance moy de débardage : 215 m



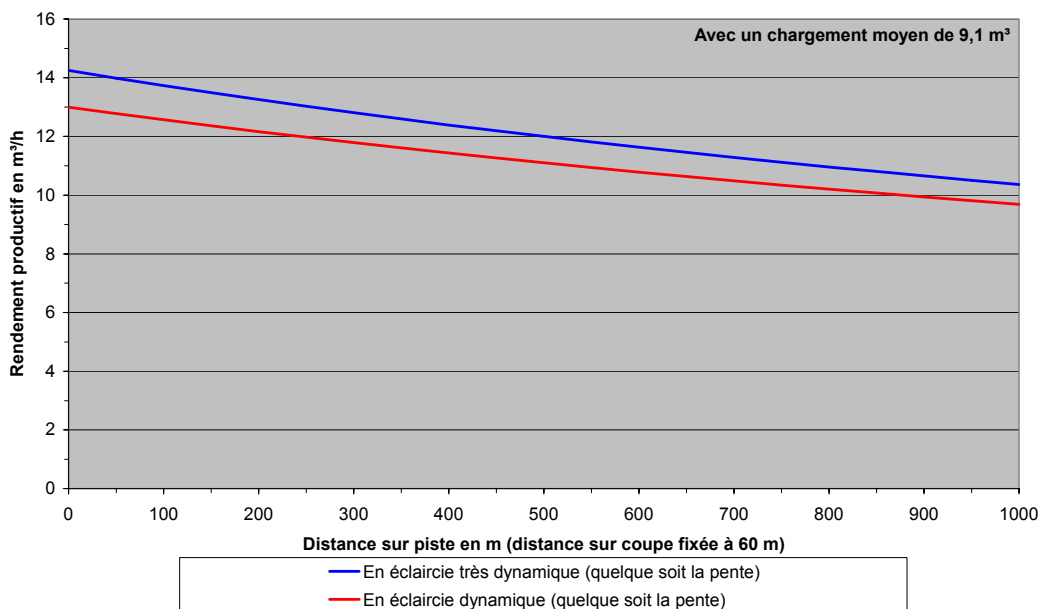
Ces 2 graphiques montrent l'activité du débardeur sur l'ensemble du chantier.

On peut en tirer les remarques suivantes :

- Des temps de déplacement sur piste et coupe très faibles, totalisant à peine 10% du temps de travail. La distance à parcourir sur coupe n'est en moyenne que de 60 m. Les déplacements sur la piste DFCEI en parfait état sont très rapides : 8,6 km/h à vide et 8,1 km/h en charge.
- La phase de chargement du porteur est assez rapide par rapport à ce que nous avons l'habitude d'observer en 1^{ère} éclaircie. En effet, les piles sont conséquentes (environ 0,350 m³), bien disposées en bordure de couloir, facilitant la préhension par le chauffeur. Ce chauffeur a également une bonne dextérité dans le maniement de la grue, ses gestes sont précis et rapides.
- Le déplacement pendant chargement est le véritable point négatif sur ce chantier. La distance à parcourir pour le remplissage de son porteur est élevée et surtout pénalisée par une mauvaise portance dans la pente (pierres plates et absence de chaîne), des souches coupées trop hautes et des couloirs trop courts multipliant les déplacements de la machine.

- Le déchargement a été pénalisé par une phase supplémentaire : la reprise des bois de la pile au camion. Ce cas s'est présenté pour compléter le chargement de certains camions, afin de limiter leur temps d'attente sur le chantier.

3.2.5 Influence du rendement en fonction de différents paramètres



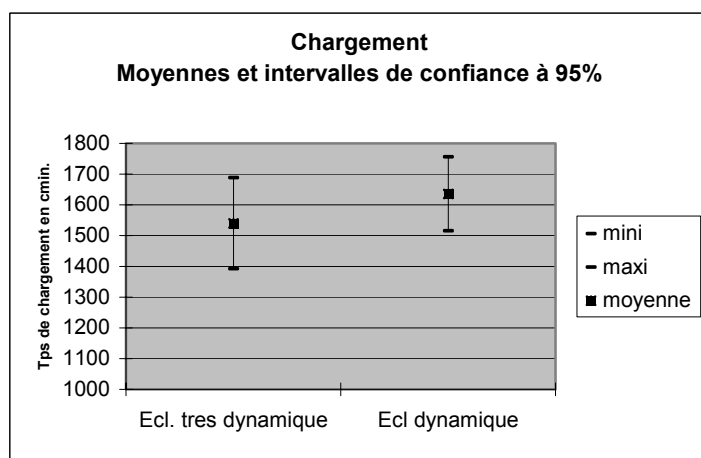
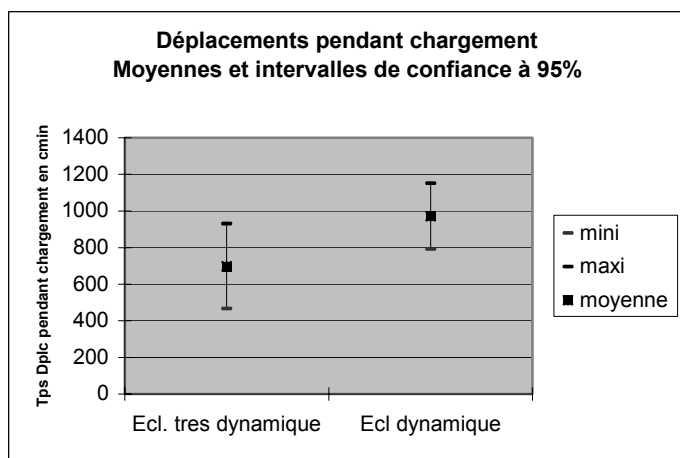
La distance de débardage est le principal paramètre expliquant le rendement du porteur. Le graphique ci-dessus illustre bien cette relation.

2 autres facteurs ont également influencé le rendement au débardage :

Le type d'éclaircie et la pente.

Le chargement et le déplacement pendant chargement sont les deux phases de travail directement dépendant de ces facteurs.

↳ L'influence du type d'éclaircie



Les graphiques ci-dessus présentent les résultats du traitement statistique afin de comparer les 2 modalités d'éclaircie.

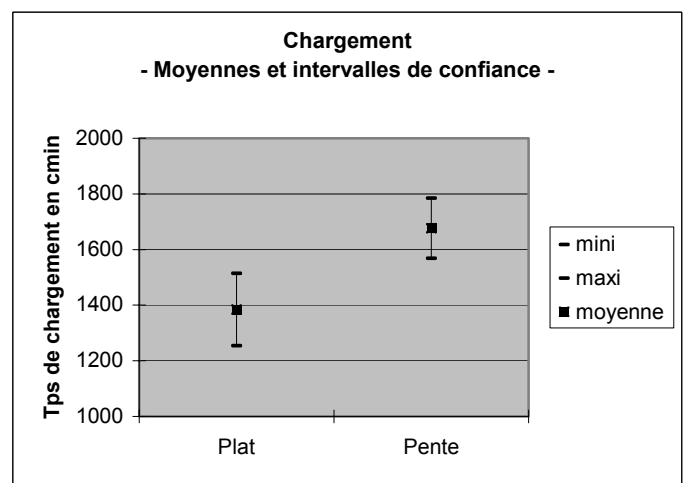
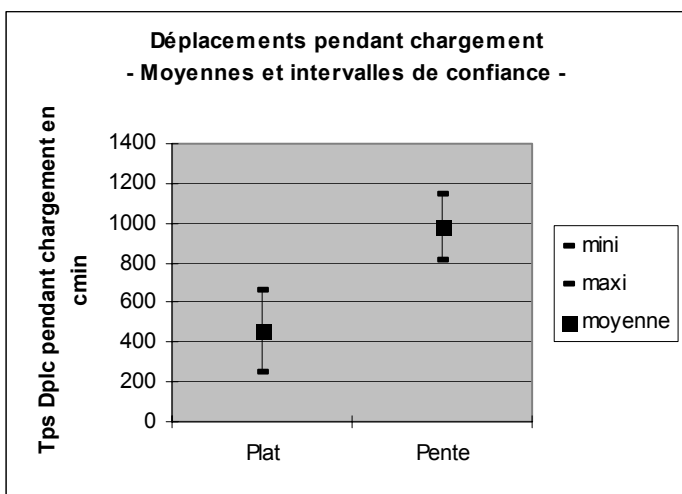
On peut constater que les déplacements pendant le chargement sont nettement différents entre les 2 éclaircies. Par contre les temps de chargement le sont beaucoup moins d'une modalité à l'autre.

En effet en éclaircie très dynamique, un prélèvement supérieur (52 m³/ha au lieu de 39 m³ en dynamique) permet d'avoir des piles plus volumineuses et moins espacées. Une densité plus faible de tiges permet des mouvements de grue plus rapides (moins d'obstacles). Le temps de chargement mais surtout les déplacements pendant chargement sont alors diminués.

↳ *L'influence de la pente*

L'effet de la pente a évidemment beaucoup pénalisé les déplacements pendant chargement. Mais elle a eu également un petit impact sur la phase de chargement. Les mouvements du bras et le rangement du porteur sont plus délicats dans la pente.

Les graphiques ci-dessous permettent de comparer l'influence de la pente sur ces 2 phases de travail :



3.2.6 Conclusion sur le débardage

Une distance de débardage assez courte a atténué les facteurs limitants du chantier et permis une production journalière importante (environ 3 camions / jour).

Voici quelques recommandations qui ressortent du suivi de ce chantier :

- Les couloirs d'exploitation restent indispensables dès que la densité restante après éclaircie est supérieure à 250 tiges / ha. Ils doivent être suffisamment larges (4 m) pour limiter les dégâts aux arbres et bien ouverts dans le sens de la pente. Des couloirs courts pénalisent le débardage en augmentant considérablement les temps de déplacement pendant le chargement. Il est également préférable en zone de pente de disposer d'une piste en bas du chantier pour que le porteur se charge à la descente et puisse se réceptionner.

- Les souches coupées hautes ressortent comme des obstacles supplémentaires dans la pente et peuvent dans certains cas détériorer les pneumatiques avec même des risques de crevaison.

- L'équipement du porteur devrait être amélioré par l'ajout de chaînes pour le travail dans la pente. Une lame à l'avant de la machine, bien que peu utile sur ce chantier, serait certainement un atout supplémentaire dans la configuration de nombreux chantiers de pin d'Alep (casser des talus pour déboucher sur une piste, aménager une aire de stockage etc).

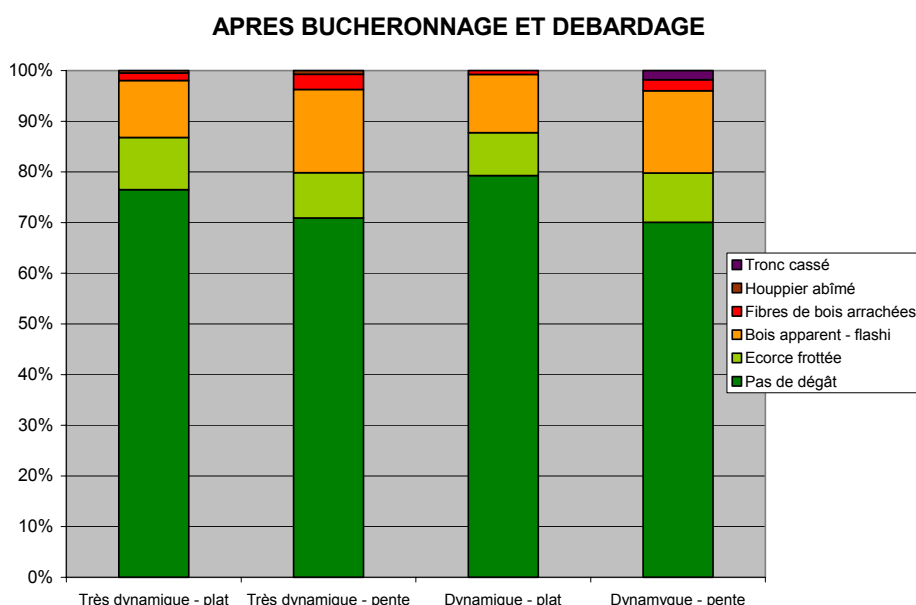
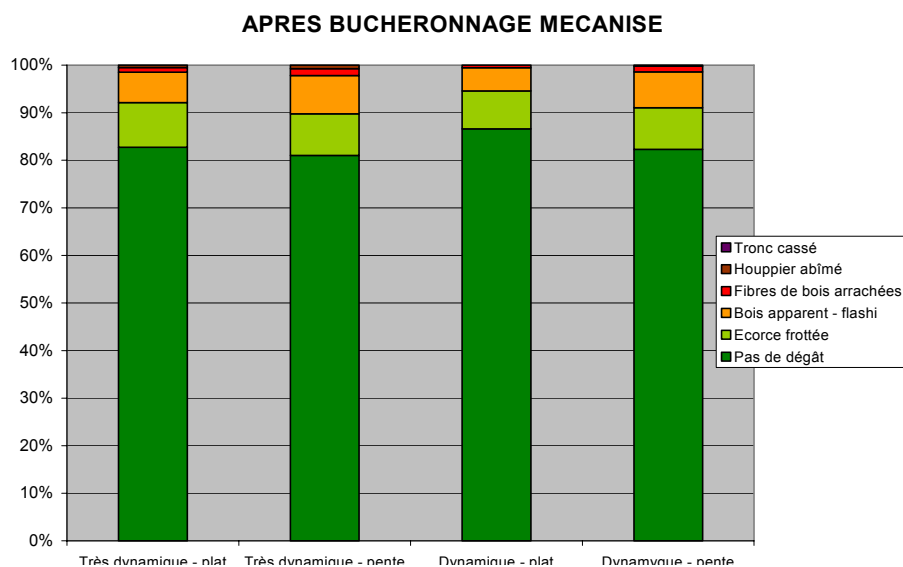
- Au niveau de la logistique, la rotation de 1 à 2 camions par jour a été insuffisante pour évacuer toute la production du porteur ce qui entraîne une rupture de charge en posant certains voyages sur pile puis une reprise pour charger le camion (4 % du temps de travail du chauffeur).

- L'éclaircie très dynamique est ressortie comme le modèle sylvicole le plus avantageux en débardage grâce à un prélèvement supérieur voisin de 50 m³/ha. Le VUM a peu d'importance pour le débardage, les facteurs primordiaux sont : une distance de débardage courte (< 500 m), un prélèvement à l'ha conséquent (>50 m³/ha), une progression aisée sur la coupe soit par des couloirs d'exploitation ou une densité restante faible et une aire de stockage des bois bien aménagée.



Une rotation insuffisante des camions oblige le porteur à poser du bois bord de piste. Une reprise pour charger sera alors nécessaire pour charger les camions qui ne sont pas équipés de grue.

3.3 Impacts sur le peuplement



Les dégâts au peuplement restant après éclaircie ont été mesurés à 2 périodes de l'exploitation :

- après le bûcheronnage mécanisé,
- puis après le débardage de façon à montrer l'impact de chacune de ces opérations.

Outre les modalités d'éclaircie, l'analyse tient compte des conditions d'exploitation : éclaircie très dynamique et éclaircie dynamique en zone plate ou en zone de pente à 20%. Le relevé des dégâts porte sur 50% de la surface exploitée.

Les dégâts ont été classés en plusieurs catégories selon leur gravité pour l'avenir de l'arbre. Toutefois, on peut considérer que le dégât « écorce frottée » est sans conséquence. Les illustrations qui suivent permettent de visualiser les catégories d'impact.

On relève alors 90 à 95% d'arbres sains après le passage de l'abatteuse.

Il n'y a pas vraiment de différence entre les types d'éclaircie puisque la machine a ouvert systématiquement des passages. L'effet pente n'augmente qu'à peine le nombre de tiges touchées.

A la suite du porteur, les dégâts ont été légèrement accentués (+10% sur l'effectif). Sur certaines tiges touchées au bûcheronnage, les dégâts plus importants après débardage. Par exemple, on passe d'une catégorie « écorce frottée » à « flashis ». En effet, ce porteur 8x8 est moins maniable que la Valmet 901 4x4. Au final, le nombre d'arbres sains reste encore bien suffisant avec 80-85% du peuplement. A nouveau, le type d'éclaircie a peu d'influence, seule la pente accentue les dégâts.



Catégorie « écorce frottée »



Catégorie « bois apparent » ou « flashi »



Catégorie « fibres de bois arrachées »

4. Résultats économiques

Le calcul des coûts techniques se fait en deux parties. Dans un premier temps, on détermine avec les professionnels les coûts techniques directs des engins et du personnel impliqué dans les opérations de récolte. Le résultat est exprimé en euros par jour. Ensuite pour chaque opération, on calcule le ratio

$$\frac{\text{coût_journalier}}{\text{production_journalière}}$$

pour obtenir le coût technique de chaque unité produite (en euros par m³ ou par tonne).

4.1 Détermination des coûts techniques journaliers

On utilise la grille de calcul développée par l'AFOCEL , qui permet de passer en revue les différents postes du budget de fonctionnement d'un engin d'exploitation forestière. Pour le combiné d'abattage 2 situations distinctes sont présentées : l'équipement est en cours d'amortissement ou non. Le VALMET 901 qui est intervenu sur le chantier de Ceyreste est un engin déjà amorti.

Les 3 pages suivantes donnent les résultats et la répartition des coûts à partir des éléments fournis par l'entreprise d'exploitation forestière qui a acquis les bois sur pied.

Dans la suite du rapport, les chiffres suivants sont utilisés :

Coûts technique journalier d'un combiné d'abattage amorti : 450 €/jour
Coûts technique journalier d'un combiné d'abattage en cours d'amortissement : 615 €/jour
Coûts technique journalier d'un porteur (en cours d'amortissement) : 500 €/jour

4.1.1 Coût technique journalier d'un combiné d'abattage amorti

AFOCEL - COUT DU BUCHERONNAGE MECANISE

COUT 452.3 €/Jour
11.3 €/Tonne
RENDEMENT 40.1 T/Jour

CHARGES FIXES
FONCTIONNEMENT
PERSONNEL
DIVERS

Type VALMET
0%
33%
55%
12%
100%

HYPOTHESES DE CALCUL RUBRIQUES				RESULTATS ECONOMIQUES EURO PAR JOUR	
	UNITES	DONNEES	TEST		
Références de la machine			Type VALMET		
CHARGES FIXES					
Valeur d'achat (VA)	€	305 000		SOUS TOTAL CHARGES FIXES	1
Valeur de revente	%VA			Durée d'amortissement (an)	0.0
Subventions	%VA			Amortissement	0.0
Durée d'amortissement	h horam			Frais financiers sur VA	0.0
Taux des frais financiers	%			Frais d'assurance	1.1
Taux d'assurance	%VA	0.065		Autres	0.0
Pertes d'exploitation	€/an	0			
FONCTIONNEMENT					
				SOUS TOTAL FONCTIONNEMENT	149.2
Consommation carburant	l/h.m.	8.7		Carburant	23.7
Prix du carburant	€/l	0.4		Huile hydraulique	6.1
Consommation huile hydraulique et moteur	l/h.m.	0.25		Pneumatiques	0.0
Prix de l'huile hydraulique	€/l	3.6		Ent./rép./Service Après Vente	92.4
Pneumatiques	€/an	0		Transport de la machine	16.2
Entretien/réparation/SAV	€/an	17 100		Autres	10.8
Coût du transport de la machine	€/an	3 000			
Autres	€/an	2 000			
PERSONNEL					
				SOUS TOTAL PERSONNEL	247.0
Nombre de conducteurs		1		Salaires+charges	243.2
Salaires+charges/conducteur	€/an	45 000		Autres	3.8
Autres	€/an	700			
DEPLACEMENT ET DIVERS					
				SOUS TOTAL DEPL./DIVERS	56.0
Jours/conducteur/an	j/an	220		Indemnités	35.7
1/2 pension et panier repas	€/j	30		Coût véhicule	9.5
Nombre de véhicules		1		Coût annexes	10.8
Kilométrage/jour/véhicule	km/j	40		Autres	0.0
Coût/km/véhicule	€/km	0.2			
Frais annexes	€/an	2 000			
Autres	€/an	0			
NOMBRE D'HEURES HORAMETRE ANNUELLES					
				HEURES HORAMETRE	h.h./an 1258
Jours machine/an	j/an	185			
Heures ouvrables (par jour)	h/j	8.5			
Taux d'utilisation observé	%	80			
RENDEMENT Ceyreste					
				COUT	
Perches par heure (simulation)	p/h.m.	64		€/Jour	452.3
Volume unitaire	m3	0.095		€/Tonne	11.28
COUTS					
				RENDEMENT	
Conversion tonne/m3	tonne	0.97		T/Jour	40.1
Conversion stère/m3	stère	1.45			

4.1.2 Coût technique journalier d'un combiné d'abattage en cours d'amortissement

AFOCEL - COUT DU BUCHERONNAGE MECANISE

COUT 602.0 €/Jour
15.0 €/Tonne
RENDEMENT 40.1 T/Jour

Type PONSSE

CHARGES FIXES 24%
FONCTIONNEMENT 32%
PERSONNEL 36%
DIVERS 8%
100%

HYPOTHESES DE CALCUL RUBRIQUES				UNITES		DONNEES		TEST		RESULTATS ECONOMIQUES		EURO PAR JOUR			
Références de la machine				Type PONSSE											
CHARGES FIXES												SOUS TOTAL CHARGES FIXES		144.06	
Valeur d'achat (VA)	€		305 000									Durée d'amortissement (an)		7.0	
Valeur de revente	%VA		15									Amortissement		114.1	
Subventions	%VA		30									Frais financiers sur VA		29.0	
Durée d'amortissement	h horam		10 000									Frais d'assurance		0.9	
Taux des frais financiers	%		5									Autres		0.0	
Taux d'assurance	%VA		0.065												
Pertes d'exploitation	€/an		0												
FONCTIONNEMENT												SOUS TOTAL FONCTIONNEMENT		191.0	
Consommation carburant	l/h.m.		15									Carburant		40.8	
Prix du carburant	€/l		0.4									Huile hydraulique		7.3	
Consommation huile hydraulique et moteur	l/h.m.		0.3									Pneumatiques		0.0	
Prix de l'huile hydraulique	€/l		3.6									Ent./rép./Service Après Vente		119.0	
Pneumatiques	€/an		0									Transport de la machine		14.3	
Entretien/réparation/SAV	€/an		25 000									Autres		9.5	
Coût du transport de la machine	€/an		3 000												
Autres	€/an		2 000												
PERSONNEL												SOUS TOTAL PERSONNEL		217.6	
Nombre de conducteurs			1									Salaires+charges		214.3	
Salaires+charges/conducteur	€/an		45 000									Autres		3.3	
Autres	€/an		700												
DEPLACEMENT ET DIVERS												SOUS TOTAL DEPL./DIVERS		49.3	
Jours/conducteur/an	j/an		220									Indemnités		31.4	
1/2 pension et panier repas	€/j		30									Coût véhicule		8.4	
Nombre de véhicules			1									Coût annexes		9.5	
Kilométrage/jour/véhicule	km/j		40									Autres		0.0	
Coût/km/véhicule	€/km		0.2												
Frais annexes	€/an		2 000												
Autres	€/an		0												
NOMBRE D'HEURES HORAMETRE ANNUELLES															
Jours machine/an	j/an		210									HEURES HORAMETRE		h.h./an	
Heures ouvrables (par jour)	h/j		8.5											1428	
Taux d'utilisation observé	%		80												
RENDEMENT Ceyreste												COUT			
Perches par heure (simulation)	p/h.m.		64									€/Jour		602.0	
Volume unitaire	m3		0.095									€/Tonne		15.01	
COUTS												RENDEMENT			
Conversion tonne/m3	tonne		0.97									T/Jour		40.1	
Conversion stère/m3	stère		1.45												

4.1.2 Coût technique journalier d'un porteur

AFOCEL - COUT DU DEBARDAGE AU PORTEUR

COUT 505.3 €/Jour
5.6 €/Tonne
RENDEMENT 90.1 T/Jour

CHARGES FIXES 25%
FONCTIONNEMENT 23%
PERSONNEL 42%
DIVERS 10%
100%

Type 8 ROUES

HYPOTHESES DE CALCUL				RESULTATS ECONOMIQUES			
RUBRIQUES		UNITES	DONNEES	TEST	EURO PAR JOUR		
Références de la machine				Type 8 ROUES			
CHARGES FIXES				SOUS TOTAL CHARGES FIXES 125.131			
Valeur d'achat (VA)	€		230 000				
Valeur de revente	%VA		15				
Subventions	%VA		25				
Durée d'amortissement	h horam		10000		Durée d'amortissement (an)		6.9
Taux des frais financiers	%		5		Amortissement		99.7
Taux d'assurance	%VA		0.065		Frais financiers sur VA		24.7
Pertes d'exploitation	€/an		0		Frais d'assurance		0.7
					Autres		0.0
FONCTIONNEMENT				SOUS TOTAL FONCTIONNEMENT 114.9			
Consommation carburant	l/h.m.		12		Carburant		34.7
Prix du carburant	€/l		0.4				
Consommation huile hydraulique et moteur	l/h.m.		0.2		Huile hydraulique		5.2
Prix de l'huile hydraulique	€/l		3.6		Pneumatiques		10.0
Pneumatiques	€/an		2000				
Entretien/réparation/SAV	€/an		8000		Ent./rép./Service Après Vente		40.0
					Transport de la machine		15.0
Coût du transport de la machine	€/an		3000		Autres		10.0
Autres	€/an		2000				
PERSONNEL				SOUS TOTAL PERSONNEL 213.5			
Nombre de conducteurs			1		Salaires+charges		210.0
Salaires+charges/conducteur	€/an		42000		Autres		3.5
Autres	€/an		700				
DEPLACEMENT ET DIVERS				SOUS TOTAL DEPL./DIVERS 51.8			
Jours/conducteur/an	j/an		220		Indemnités		33.0
1/2 pension et panier repas	€/j		30				
Nombre de véhicules			1				
Kilométrage/jour/véhicule	km/j		40		Coût véhicule		8.8
Coût/km/véhicule	€/km		0.2		Coût annexes		10.0
Frais annexes	€/an		2000		Autres		0.0
Autres	€/an		0				
NOMBRE D'HEURES HORAMETRE ANNUELLES				HEURES HORAMETRE h.h./an 1445			
Jours machine/an	j/an		200				
Heures ouvrables (par jour)	h/j		8.5				
Taux d'utilisation observé	%		85				
RENDEMENT Ceyreste				COUT			
Temps par cycle (simulation)	min/cycle		42		€/Jour		505.3
Volume par cycle	m³/cycle		9		€/Tonne		5.61
COUTS				RENDEMENT			
Conversion tonne/m3	tonne		0.97		T/Jour		90.1
Conversion stère/m3	stère		1.4				

4.2 Bilan économique pour la coupe de Ceyreste

Des résultats de productivité et de coût qui précèdent, il découle :

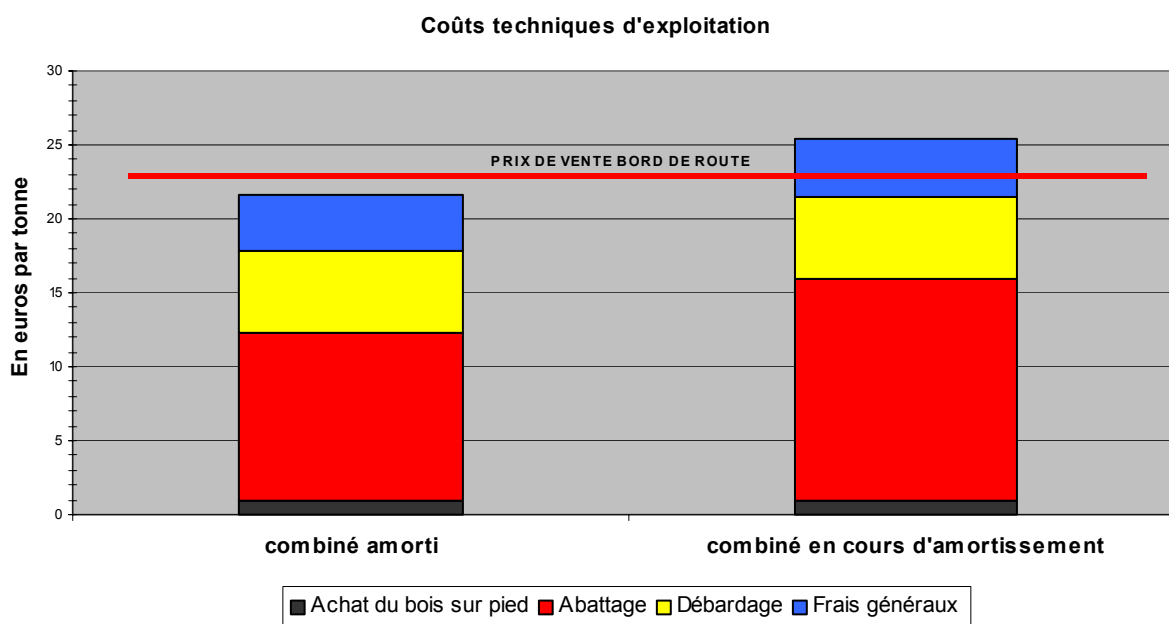
En euros par tonne

Achats des bois sur pied	1.00	1.00
Abattage (40 t/jour)		
Engin amorti	11.25	
Engin en cours d'amortissement		15.00
Débardage (90 t/jour)	5.55	5.55
TOTAL des coûts techniques	17.80	21.55

A ces coûts techniques, il convient d'ajouter des frais généraux dont le montant dépend de la structure de l'entreprise. Ces frais recouvrent des dépenses relatives aux frais de comptabilité, administratifs (téléphone, poste, secrétariat,..) d'encadrement des équipes, de démarchage des propriétaires, etc... Ils se situent généralement entre 3.0 et 4.6 euros par tonnes.

Dans ces conditions, le prix de revient des bois bord de route, pour Ceyreste, serait compris entre 20.80 et 22.40 euros par tonne. Avec un engin en cours d'amortissement, le prix se situerait entre 24.55 et 26.15 euros par tonne.

Avec un prix de base du bois de trituration de 22.86 euros par tonne, il apparaît que l'exploitation de l'éclaircie à Ceyreste est une opération qui permet de dégager une petite marge. Elle serait déficitaire avec une machine d'abattage en cours d'amortissement qui aurait la même productivité que la VALMET 901 (cf graphique ci-dessous avec des frais généraux fixés à 3.8 euros par tonne).



5. Synthèse et préconisations

De l'étude de ce chantier les enseignements suivants peuvent être tirés :

✓ **Le prélèvement minimum doit être de 50 m³/ha au minimum** et la première éclaircie doit associer la mise en place d'un cloisonnement et une éclaircie sélective. C'est la solution la plus adaptée avec des effets bénéfiques au bûcheronnage et au débardage. Le cloisonnement n'est pas obligatoirement rectiligne et d'espacement régulier. Son implantation est à réfléchir en fonction de la pente, de la nature du sol (aspect important à Ceyreste), de la nécessité de contourner certains obstacles, de l'amplitude de la grue de l'abatteuse qui va fixer la largeur maximale entre les cloisonnements (en général, 15 m de large au maximum entre les axes des couloirs).

✓ Planter un cloisonnement entraîne une augmentation du volume unitaire des arbres puisque l'on prélève la totalité des arbres sur des largeurs de 4m. Le volume unitaire est un facteur prépondérant dans la productivité du bûcheronnage. **Un volume unitaire moyen des arbres à exploiter de 100 dm³** semble être le minimum pour optimiser les conditions d'intervention tant en bûcheronnage manuel qu'avec des moyens mécanisés.

✓ Ces seuils minimum reprennent des chiffres valables pour d'autres essences forestières. La similitude des résultats de Ceyreste et des prévisions d'un barème de productivité établi pour la VALMET 901 au début des années 90 nous invite à adopter ces chiffres. **Cependant des références plus nombreuses dans des éclaircies permettraient d'affiner ces chiffres** et de mettre en évidence des spécificités éventuelles pour les peuplements de pin d'Alep, très hétérogènes parce qu'issus d'accrus ou de régénérations naturels et présentant, en général, des prélèvements assez faibles.

✓ **Les cloisonnements en "cul de sac" sont à éviter.** Ils entraînent des déplacements en aller et retour qui génèrent des pertes de productivité et des dégâts aux arbres, le retour s'effectuant le plus souvent en marche arrière. Des lignes de rappel peuvent être créées dans les zones à faible dévers pour faire communiquer les couloirs.

✓ Rappelons que dans la plupart des cas, **le choix des arbres à enlever en éclaircie peut être fait par les conducteurs d'abatteuse ou les bûcherons.** Il est judicieux d'implanter le cloisonnement avec le gestionnaire en fonction des contraintes de terrain qu'il connaît bien, mais ensuite le choix des arbres en sélective est confié aux opérateurs.

✓ **D'un point de vue qualitatif, le niveau atteint sur ce chantier est très satisfaisant** tant au niveau du façonnage (respect des longueurs des billons, ébranchage,...) que de l'impact aux arbres restants. Par contre, le chantier illustre une spécificité de la zone méditerranéenne : la richesse du sous-bois, dans un peuplement assez lâche, gêne la visibilité du conducteur et empêche un arasement satisfaisant des souches. La présence d'affleurements rocheux rend le chauffeur encore plus précautionneux..... pour la chaîne de tronçonneuse.

✓ **Le chantier de Ceyreste illustre une synergie intéressante entre exploitation mécanisée et prévention des feux de forêt.** En effet, ce moyen d'exploitation permet de réaliser une opération sylvicole qui réduit la biomasse combustible. Il serait sans doute très difficile de trouver une équipe de bûcherons pour faire ce type d'intervention avec des tronçonneuses.

Remarque : quelques gestionnaires ont également "découvert" à l'occasion de ce chantier expérimental les capacités des combinés d'abattage à travailler dans des bois plus étoffés (capacités à préciser d'ailleurs pour le pin d'Alep qui présente une conformation – rectitude

et branchaison - si particulière) et verraient bien ce type de matériel intervenir dans les travaux de mise en place des "coupures de combustibles".

✓ **D'un point de vue économique**, considérant les données de productivité du chantier de Ceyreste l'équilibre est atteint pour un combiné d'abattage amorti et **l'opération serait sans doute déficitaire avec un engin en cours d'amortissement**. Ce dernier point mérite cependant confirmation par des études de chantier similaires avec des combinés de bûcheronnage récents.

Au-delà des caractéristiques de volume unitaire des arbres, du prélèvement et des matériels utilisés, des facteurs relatifs à l'organisation du chantier influencent la productivité et les coûts de manière sensible. Citons notamment sur la base de l'expérience de Ceyreste : l'amélioration du taux de travail productif du chauffeur, l'optimisation des interactions entre débardage et transport, une desserte forestière améliorée avec des cloisonnement qui débouchent sur une piste aux deux extrémités.....

✓ Notons également, dans la constitution du coût journalier des engins la part relativement importante des frais de déplacement des engins qu'il faut essayer de réduire **en offrant aux exploitants forestiers des lots de bois importants**, éventuellement en regroupant les parcelles de plusieurs propriétaires.

✓ En fait c'est la structure du portefeuille de coupe qui est importante : un exploitant peut se permettre de réaliser quelques coupes déficitaires dès lors qu'il arrive à compenser par ailleurs avec des coupes aux conditions plus favorables. En croisant les données de surfaces de pin d'Alep susceptibles de passer en coupe d'amélioration (réservée on l'a dit aux peuplements les plus productifs) et le potentiel de travail des moyens d'exploitation de la région, on pourrait déterminer quels moyens d'accompagnement seraient nécessaires pour travailler dans ces peuplements (politique d'aide aux éclaircies "déficitaires" à l'instar d'autres régions et/ou développement des capacités d'intervention par augmentation du parc des combinés d'abattage).

ANNEXES

