



UNION EUROPÉENNE
Fonds Européen Agricole
pour le Développement Rural

L'EUROPE INVESTIT DANS LES ZONES RURALES



RAPPORT TECHNIQUE AXE 4

Mobilisation de ressources forestières à haute valeur ajoutée sur le Massif des Maures

STRATEGIES LOCALES DE DEVELOPPEMENT POUR LA GESTION DE LA FORET
Dispositif 16.7-2 du programme de développement rural de la Région SUD - PACA

Date de début : 19.09.2022 - Date de fin : 19.09.2024

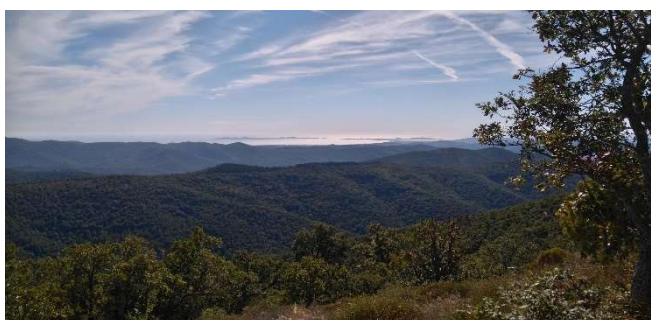


Table des matières

4	AXE 4 : GESTION ET VALORISATION DES RESSOURCES LIGNEUSES CASTANEICOLES	1
4.1	Introduction.....	1
4.2	Sous-action 1 : développement du broyage des rémanents castanéicoles – petits à moyens diamètres et bogues	2
4.3	Sous-action 2 : valorisation locale des résidus de rénovation des châtaigneraies fruitières – petits à gros diamètres	4
	ANNEXES.....	8
	Annexe 5-A : Cartographie des secteurs accessibles à broyeur répertoriés.....	9
	Annexe 5-B : Liste des propriétaires contactés et compte rendus succincts des retours obtenus	10
	Annexe 5-C : Liste des entreprises / artisans contactés et compte rendus succinct des retours obtenus	11
	Annexe 5-D : Rapport technique juridique et économique sur la faisabilité du broyage	12
	Annexe 5-E : Rapport technique juridique et économique du bois de châtaigner & compte rendu des essais de broyage et de valorisation des ressources.....	13

4 AXE 4 : GESTION ET VALORISATION DES RES-SOURCES LIGNEUSES CASTANEICOLES

Livrables :

Annexe 5-A : Cartographie des secteurs accessibles à broyeur répertoriés

Annexe 5-B : Liste des propriétaires contactés et compte rendus succincts des retours obtenus

Annexe 5-C : Liste des entreprises / artisans contactés et compte rendus succinct des retours obtenus

Annexe 5-D : Rapport technique juridique et économique sur la faisabilité du broyage

Annexe 5-E : Rapport technique juridique et économique du bois de châtaigner & Compte rendu des essais de broyage et de valorisation des ressources

4.1 Introduction

Les anciens vergers de châtaigniers occupent une surface d'environ 2 000 ha dans le massif des Maures. De nombreuses châtaigneraies sont à l'état d'abandon, par manque d'entretien depuis quelques années voire plusieurs dizaines d'années (superficie estimée de 1 000 à 1 500 hectares), pour diverses raisons : difficultés d'entretien dans des conditions de travail difficiles, faible rémunération de la vente des châtaignes, sécheresses répétées ...

Des maladies comme le chancre du châtaignier (causé par le champignon *Cryphonectria parasitica*) et des ravageurs comme le cynips du châtaignier (*Dryocosmus kuriphilus*) ont gravement affecté les châtaigneraies, rendant leur entretien plus difficile et coûteux. Les problèmes sanitaires réduisent la qualité et la quantité des châtaignes, décourageant ainsi les agriculteurs.

En résumé, l'abandon des châtaigneraies dans le Var est un phénomène complexe résultant d'une combinaison de facteurs économiques, sociaux, sanitaires, environnementaux et politiques. Des mesures intégrées, prenant en compte ces diverses dimensions, sont nécessaires pour revitaliser cette activité traditionnelle.

Un programme de rénovation des châtaigneraies fruitières a vu le jour en 2004 et aide depuis les castanéiculteurs à remettre en production leurs châtaigneraies. De gros volumes de bois sont alors coupés : élagages des châtaigniers greffés, abattage des châtaigniers morts et de châtaigniers non greffés et autres si nécessaires, taille de formation des châtaigniers après reprise. Tout ce bois est actuellement et la plupart du temps brûlé, directement sur place pour les branchages ou et ponctuellement valorisé simplement comme bois de chauffage pour les branches de plus gros diamètre, faute d'alternatives.

A la demande de castanéiculteurs et pour faire face au changement climatique, ces actions proposent de réfléchir et mettre en place des alternatives au brûlis quasi systématique des rémanents de rénovation et d'entretien des châtaigneraies fruitières.

La première option retenue est le développement du broyage des rémanents castanéicoles – petits à moyens diamètres et bogues.

La seconde option retenue est de mettre de valoriser les bois de coupe et de taille.

4.2 Sous-action 1 : développement du broyage des rémanents castanéicoles – petits à moyens diamètres et bogues

Les annexes permettent de répondre en détail aux problématiques soulevées dans la fiche FEADER, notamment le Rapport technique juridique et économique sur la faisabilité du broyage (**annexe 5-D**) et un résumé de la méthodologie entreprise et principales conclusions est présenté ci-dessous.

Pour répondre aux enjeux soulevés dans cette sous-action, et réaliser l'étude technico-juridico-économique sur le broyage des rémanents castanéicoles, le SPCV et ses partenaires, notamment SMMM et ASL SV, ont réalisé la démarche suivante :

- Comprendre l'accessibilité du massif aux broyeurs forestiers (cartographie des châtaigneraies mise à jour sous forme de shapefile en **annexe 5-A**) ;
Et présenté dans le rapport technique juridique et économique sur la faisabilité du broyage en **Annexe 5-D** ;
- S'approprier les différents types de broyeurs et les typologies de broyage ;
- Aller à la rencontre des partenaires forestiers (ONF le 14.03.2024, ASL SV à plusieurs reprises) et des castanéiculteurs pour utiliser leur retour d'expérience sur le broyage (**annexe 5-B**).

Ces différents éléments ont permis de mettre en évidence les broyeurs les plus adaptés aux contexte castanéicole, qui sont notamment les broyeurs autonomes tracté ou sur chenille.



Broyeur autonome tracté



Broyeur autonome sur chenille

Il faut vraiment souligner ici que toutes les parcelles sont accessibles à des broyeurs en utilisant le réseau de pistes forestières : cela dépend réellement du type de travaux qui sont menés à l'échelle de la parcelle et de la configuration du terrain (avec dénivelé brusque etc.).

Par suite de ces premières recherches, une étude juridique a été menée pour voir quelle serait la structure la plus adaptée à la mutualisation des activités de broyage. Notamment, la dossier technique FEADER mentionnait la possibilité de mettre en place une CUMA au sein des castanéiculteurs pour mutualiser l'achat d'un broyeur.

Pour ce faire, le SPCV et le SMMM ont rencontré le chargé de mission de l'association des CUMA du Var (27.02.2024) pour comprendre tous les tenants et les aboutissants liés à ce type de structure et être à même de renseigner les castanéiculteurs. Le SPCV a également envoyé un questionnaire à l'ensemble des adhérents castanéiculteurs une première fois sous format informatique (aout 2023), un seconde fois sous format papier (mars 2024) pour sonder leur intérêt à broyer les rémanents et mettre en place une structure type CUMA. Ce sujet a également été abordé lors de discussions informelles par le chargé de mission du SPCV avec ses adhérents.

Enfin, le SPCV a échangé avec des chargés de mission salariés de CUMA, comme Didier Magnetto, employé de la communauté de communes Cœur du Var et en charge de la CUMA forestière du Var, ou Claude Audibert, président de la CUMA forestière de la Londe les Maures : à noter que ces deux structures ont cessé leur activité tout récemment. En conclusion de l'ensemble de ces échanges, il n'est pas ressorti d'intérêt spécifique des castanéiculteurs pour mettre en place ce type de structure, et il est ressorti en revanche l'importance d'avoir un groupe soudé pour pouvoir faire face aux tracs d'une mutualisation du matériel. Considérant qu'aucune mutualisation avec des CUMA existante ne pouvait être mise en place sur le territoire, ni aucune mutualisation avec d'autres acteurs forestiers du territoire, cette solution n'a pas été retenue.

Le SPCV et le SMMM se sont donc tournés vers d'autres types de mutualisation et ont conviés l'ensemble des castanéiculteurs et élus du territoire à débattre autour de la question du broyage des rémanents lors d'une conférence organisée le 19 avril 2024 et animée par l'association *Les résilients*. Il est ressorti de cet échange que le broyage est vraiment à adapter au cas par cas, et que les castanéiculteurs sont assez sensibilisés au changement climatique pour privilégier lorsque possible le broyage.

Le SPCV a donc proposé de se renseigner sur les différentes structures publiques et privés qui peuvent être sollicitées pour des prestation de broyage, qui pourraient être mutualisés entre castanéiculteurs avec le support du SPCV. Une liste des entreprises forestières proposant la prestation de broyage et le type de broyeur est présentées en fin de rapport (**annexe 5-D**) avec les coûts de location/prestation. Les différentes possibilités avec les communautés de communes du territoire, qui se sont emparées du sujet tout récemment, et ont tenté des actions en faveur du broyage (plutôt que brulage) sont également répertoriés en fin de rapport.

Il faut souligner en conclusion que des échanges pourraient démarrer avec l'intercommunalité de Cœur du Var, qui a récupéré le matériel agricole de la CUMA du Var, pour conventionner avec le SPCV et permettre de louer le matériel acquis par le CUMA du Var aux adhérents du SPCV. Cet équipement est du matériel

assez lourd, qui pourrait être utilisés sur des chantiers conséquents lorsque des broyeurs autonomes tracés ne sont pas suffisants (prestation déjà proposée par la CC CdV).

4.3 Sous-action 2 : valorisation locale des résidus de rénovation des châtaigneraies fruitières – petits à gros diamètres

Les annexes permettent de répondre en détail aux problématiques soulevées dans la fiche FEADER, notamment le Rapport technique juridique et économique du bois de châtaigner (**annexe 5-E**) et un résumé de la méthodologie entreprise et principales conclusions est présenté ci-dessous.

En préambule de ce travail, le rapport rappelle les différentes étapes des travaux de rénovation de châtaigneraies et les partenaires (SCPV et ASL SV) se sont attachés à définir les différents types de rémanents qui peuvent être obtenus en fonction des étapes de rénovations : caractérisation des bois avec longueur, diamètre, rectitude et quantité par hectare.

Le SCPV a ensuite mis en évidence les différents types de valorisation possible des rémanents de châtaigneraies. Ces différents types sont résumés dans le tableau suivant :

Type de valorisation	Ressources identifiées
Vannerie	• Jeunes branches supprimées lors des tailles de formation • Rejets de souches de 1 à 5 ans
Bordures paysagères en plessis	• Les gaulettes en bois brut de châtaignier, de diamètre 2 à 3 cm, sont des jeunes pousses (rejets de souches) de châtaignier âgé de 3-5 ans : les branches sont rondes et brutes c'est-à-dire avec les écorces du bois.
Ganivelles	• Jeunes branches supprimées lors des tailles de formation • Rejets de souches d'au moins 5 ans
Piquets agricoles (notamment en viticulture)	• Rejets de souches d'au moins 5 à 10 ans • Troncs des sujets sauvages abattus (châtaigniers de faibles diamètre)
Bois de charpente et bois d'ameublement	• Troncs des sujets sauvages abattus
Traverses paysagères	• Troncs des sujets sauvages abattus (les plus gros sujets) • Sections relativement droites de charpentières issues des élagages
La mise en fascinage de parcelles	• Troncs des sujets sauvages abattus (châtaigniers et autres essences)

	• Sections droites de charpentières issues des élagages • Rejets de souches d'au moins 5 à 10 ans
--	--

La liste des entreprises et artisans contactés (**annexe 5-C**) est présentée également dans ce rapport et reprise ci-dessous.

Utilisations	Entreprises	Commentaires	Contacts
Vannerie	Fabrice	N'utilise que l'osier	06 08 21 48 08
Ganivelles Et Traverses paysagères	Paysagiste type : • UrbaVar	Permabita (voir plus bas) a eu de nombreux échanges avec la société Urbavar, entreprise de travaux d'aménagement extérieur, qui pose des ganivelles entre autres, et qui est intéressée pour utiliser de la ressource locale.	04 94 65 01 91
Piquet agricole (notamment en viticulture)	Cave coopérative et Domaine type : • Domaine Gasqui, Gonfaron • Viticulteurs identifiés sur la commune de Gonfaron (contacter le SPCV)		
Bois de charpente et bois d'ameublement	Menuisier type : • Art'Naud, Collobrières • Philippe Villard, menuisier au Lavandou	Art'Naud utilise les ressources ligneuses castanéicoles qui lui sont offertes gratuitement. Il est d'accord pour participer à une expérience dans le cadre de ce projet, mais cela sera conditionné par le prix.	06 70 55 54 50
Fascinage de parcelles	• EURL Vincent Minazzo • D&D Services Forestiers	Entreprises qualifiées dans la mise en fascines de parcelles forestières.	vin-cent.minazzo@orange.fr davidflorin1984@gmail.com

A noter que le chargé de mission du SPCV a pris contact avec d'autres entreprises qui n'ont pas été identifiées comme utilisatrice de bois de châtaigner, et que leurs échanges sont résumés ci-dessous :

Par exemple, Proludic est un fabricant d'aire de jeu en bois bruts, mais il utilise plutôt le robinier comme bois.

<https://www.proludic.fr/produits/aires-jeux/jeux-multifonctions/origin/>

Pour les piquets de châtaignier, le SPCV a pris contact avec plusieurs caves coopératives pour savoir si elles peuvent jouer le rôle de relais ou de domaines pour la vente. La cave des vigneron de Collobrières, située à Notre-Dame de la Tour, ainsi que la cave coopérative vinicole à la Londe les Maures ne sont pas intéressées.

Il convient enfin de rappeler qu'une structure est présente sur le territoire, l'association Permabita, qui cherche à faire connaître et reconnaître le potentiel des ressources locales et à monter une entreprise de négoce des bois locaux pour valorisation locale. Au-delà de la vente directe entre castanéiculteurs et acheteur potentiel, cette association présente le statut juridique adapté pour permettre de valoriser au mieux les bois des Maures et des châtaigneraies en particulier. Il faut noter que le SPCV et le SMMM ont organisé une conférence débat avec l'association Permabita pour mettre en relation les castanéiculteurs et ce nouvel acteur du territoire le 19 avril 2024.

Enfin, le rapport présente des essais de valorisation possible, en lien avec l'ASL SV maître d'œuvre des travaux de réhabilitation financés par la Région et l'association Permabita.

Deux chantiers de valorisation ont également eu lieu et permettent un premier retour d'expérience :

- Chez François PEAN (hiver 2022-2023),
- Chez Loïc FRAYSSINET (hiver 2023-2024).

Plusieurs chantiers ont été étudiés et devraient se réaliser à l'hiver 2024-2025 :

- Chez Pascale Martin,
- Chez Josiane Condroyer.

Les valorisations qui ont pu être effectuées dans les deux premiers cas ou qui seront effectuées dans les derniers cas d'étude sont **présentées en détails dans le rapport technique juridique et économique du bois de châtaigner en Annexe 5-E.**

Ce rapport met également en évidence toute la difficulté de valoriser les bois des châtaigneraies, qui sont souvent de petites surfaces sur des sites peu accessibles. Il ressort qu'il est le plus souvent difficile de valoriser ces bois, et d'avoir une opération bénéficiaire en cas de valorisation des bois sur des coupes de taille ou d'entretien des châtaigneraies.

Mais cela reste possible dans certains cas de figure. Dans ces cas, il est important de disposer sur le territoire d'une association qui fasse le lien entre les propriétaires forestiers et les acheteurs locaux intéressés. Le SPCV ou l'ASL SV ont pu jouer ce rôle dans le projet mais ont été secondé par l'association Permabita, association dont l'objectif est de développer des ressources locales : paille, bois, liège.



Permabita travaille à la création d'un réseau pour la mise en relation entre vendeurs et acheteurs et a travaillé de concert avec les partenaires dans le projet FEADER.

Figure 1 : Conférence organisée par le SPCV avec l'association Permabita pour la mise en relation entre vendeurs et acheteurs

Aussi, le Syndicat des Producteurs de Châtaignes du Var, accompagné du Syndicat Mixte du Massif des Maures a réalisé une réunion d'échanges le 19 avril 2024, sous forme de conférence, pour :

- Discuter de la valorisation des rémanents issus des coupes et tailles dans le cadre d'une restauration de châtaigneraie ;
- Faire connaître les initiatives qui existent déjà et les nouvelles initiatives émergent.

Cette conférence avait pour second objectif de :

- Mettre en relation Permabita, en tant que nouvel acteur sur le territoire, et les propriétaires de châtaigneraies ;
- Mettre en relation les paysagistes, invités par Permabita, et les propriétaires de châtaigneraies.

Grâce à ce triptyque vertueux, entre l'association des propriétaires castanéicoles (SPCV), l'association ASL SV en charge de travaux de restauration des châtaigneraies et l'association Permabita, d'autres tentatives pourront être lancées, au cas par cas, sur des projets de restauration des châtaigneraies.

ANNEXES

Liste des annexes :

Annexe 5-A : Cartographie des secteurs accessibles à broyeur répertoriés

Annexe 5-B : Liste des propriétaires contactés et compte rendus succincts des retours obtenus

Annexe 5-C : Liste des entreprises / artisans contactés et compte rendus succinct des retours obtenus

Annexe 5-D : Rapport technique juridique et économique sur la faisabilité du broyage

Annexe 5-E : Rapport technique juridique et économique du bois de châtaigner & Compte rendu des essais de broyage et de valorisation des ressources

Annexe 5-A : Cartographie des secteurs accessibles à broyeur répertoriés

Annexe 5-B : Liste des propriétaires contactés et compte rendus succincts des retours obtenus

Annexe 5-C : Liste des entreprises / artisans contactés et compte rendus succinct des retours obtenus

Annexe 5-D : Rapport technique juridique et économique sur la faisabilité du broyage

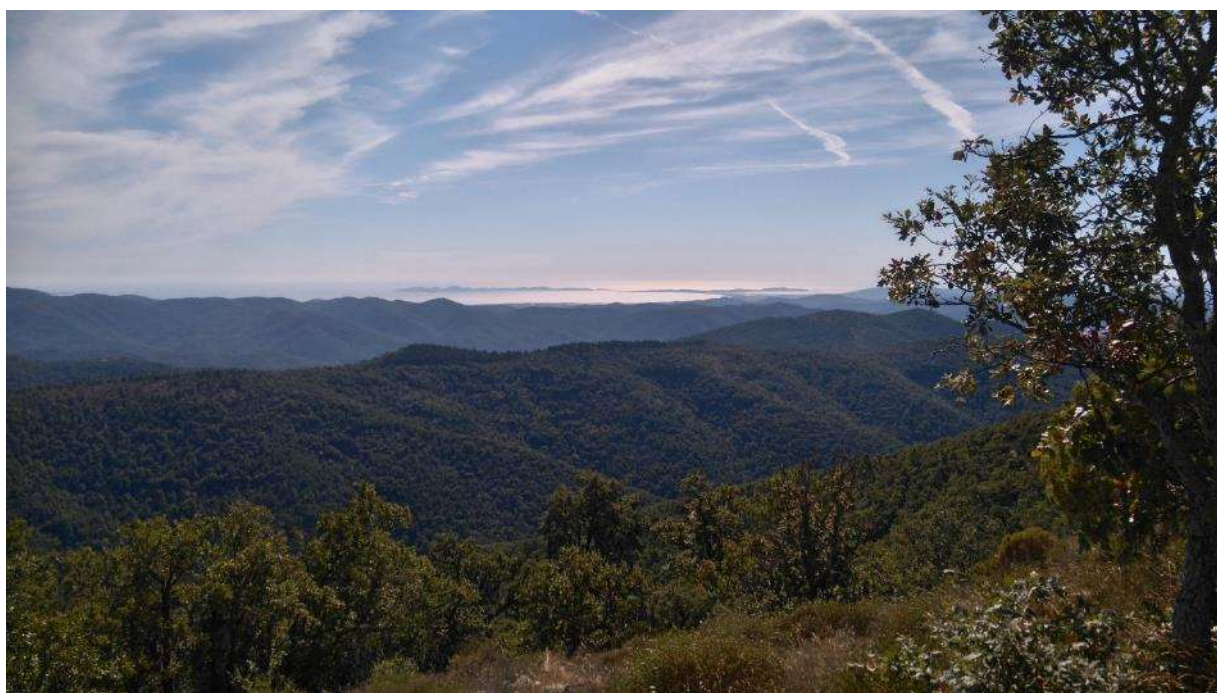
Annexe 5-E : Rapport technique juridique et économique du bois de châtaigner & compte rendu des essais de broyage et de valorisation des ressources

SYNDICAT MIXTE DU MASSIF DES MAURES

Place de la libération 83610 Collobrières

Mail : charteforestiere@syndmaures.fr

06.71.10.38.15





UNION EUROPÉENNE
Fonds Européen Agricole
pour le Développement Rural

RÉGION
SUD
PROVENCE
ALPES
CÔTE D'AZUR



L'EUROPE INVESTIT DANS LES ZONES RURALES

SLD Maures : Mobilisation de ressources forestières à haute valeur

Ajoutée sur le Massif des Maures

Action 1 Gestion et valorisation des ressources ligneuses castanéicoles

Accessibilité aux broyeurs dans le massif pour les parcelles de châtaigneraies

Les châtaigneraies se répartissent principalement sur cinq communes castanéicoles au sein du massif des Maures, qui sont Pignans, Gonfaron, Les Mayons, Collobrières et la Garde Freinet.

Sur chacune de ces communes, il s'agit de châtaigneraies en forêts privés, très morcelées et de châtaigneraies en forêt publique, notamment la châtaigneraie de la Verne en forêt domaniale.

L'accessibilité des châtaigneraies est très variable, et lorsque celles-ci sont accessibles, les kilomètres de pistes nécessaires pour accéder aux châtaigneraies sont parfois importants (+ 30 min).

L'ASL SV qui réalise le diagnostic, le chiffrage et le suivi des travaux de rénovation de châtaigneraies, financée par la Région à hauteur de 40% du montant global HT, indique qu'il est complexe de définir quel pourcentage de châtaigneraies sont accessibles avec un broyeur. En effet, il convient d'abord de préciser de quel type de broyeur nous parlons. Les broyeurs autonomes peuvent être tractés directement à l'arrière d'un véhicule 4x4 ou sur une remorque alors qu'un broyeur sur tracteur forestier nécessite l'accès d'un porte char et par conséquent une voirie plus large. En ce sens nous pouvons tout de même partir du principe que la majorité des châtaigneraies sont accessibles pour au moins un type de broyeur, avec *a minima* un accès 4x4, bien que le déplacement de l'engin puisse occasionner un surcoût significatif en fonction de la distance sur piste, en état souvent dégradée, à parcourir.

Cependant, si l'acheminement du broyeur en bordure de parcelle est un pré requis, le déplacement du broyeur au sein de la parcelle est souvent plus problématique. Cela est dû notamment à leur topographie avec des pentes souvent importantes. Ainsi, dès lors que la circulation d'un 4x4 n'est pas possible au sein de la parcelle (la quasi-totalité des châtaigneraies) l'utilisation d'un broyeur autonome tracté ou statique se limitera aux bords de piste ; un broyeur sur tracteur forestier pourra circuler sur la parcelle jusqu'à une pente de 30% et un broyeur autonome auto tracté sur chenille ou un broyeur sur chenillard pourra tolérer des pentes allant jusqu'à 45%.

Afin de dresser une cartographie de l'accessibilité aux broyeurs dans les châtaigneraies du massif des Maures, nous avons identifié et isolé les dessertes suivantes au sein du Massif des Maures :

- -Chemins de terre ou empierrés,
- -Routes bitumées à 1 ou 2 chaussées.

Ensuite, nous avons réalisé une série de tampons depuis ces dessertes sur 25, 50 et 100m que nous avons recoupé avec l'emprise des châtaigneraies à fruit identifiées sur le Massif des Maures. Les châtaigneraies du massif ont ainsi été fragmentées en 4 catégories :

- 1- Châtaigneraies à moins de 25m d'une desserte,
- 2- Châtaigneraies comprises entre 25m et 50m d'une desserte,



- 3- Châtaigneraies comprises entre 50 et 100m d'une desserte,
- 4- Châtaigneraies à plus de 100m d'une desserte.

Sur les châtaigneraies présentes à moins de 25m d'une desserte, nous pouvons considérer que le broyage des rémanents de taille peut être réalisé à partir d'un broyeur autonome statique par acheminement des rémanents par les ouvriers depuis l'arbre traité jusqu'à l'appareil. Si les conditions de terrain ne présentent pas de singularités notables (très forte pente, terrain accidenté...) le traitement des rémanents par broyage sur cette emprise ne devrait pas générer de surcoût par rapport à un traitement par brûlage. Cet aspect financier reste toutefois à modérer par la distance d'acheminement du broyeur sur piste.

Sur les châtaigneraies comprises entre 25m et 50m d'une desserte la gestion des rémanents par broyeur autonome reste possible mais engendre un surcoût significatif par rapport à leur traitement par brûlage. Dans ce cas, la distance et le temps d'acheminement des rémanents par les ouvriers depuis l'arbre traité jusqu'à l'appareil deviennent importants et l'utilisation d'un broyeur autonome auto tracté est à privilégier.

Les châtaigneraies comprises entre 50 et 100m d'une desserte sont par contre à exclure des secteurs où le traitement des rémanents par broyeur autonome peut être envisagé. Dans ce cas une desserte interne est à créer pour rendre l'utilisation de ce type de broyeur possible.

Enfin, les châtaigneraies à plus de 100m d'une desserte sont considérés comme inaccessible dans le sens où l'activité d'un castanéiculteur n'est pas envisageable ne serait-ce que pour l'entretien et la récolte.

Les résultats de ce traitement cartographique sont présentés sur cartes en annexes de ce rapport avec une présentation en 5 secteurs (Nord Ouest, Sud Ouest, Centre Sud, Centre Nord et Est).

Le tableau ci-dessous présente la répartition de ces 4 catégories en pourcentage et en surfaces :

Distance à la desserte la plus proche	Surface	Pourcentage
Moins de 25m	485 ha	32 %
Entre 25m et 50m	338 ha	23%
Entre 50 et 100m	377 ha	25%
Plus de 100m	306 ha	20%
Total	1 506 ha	100 %

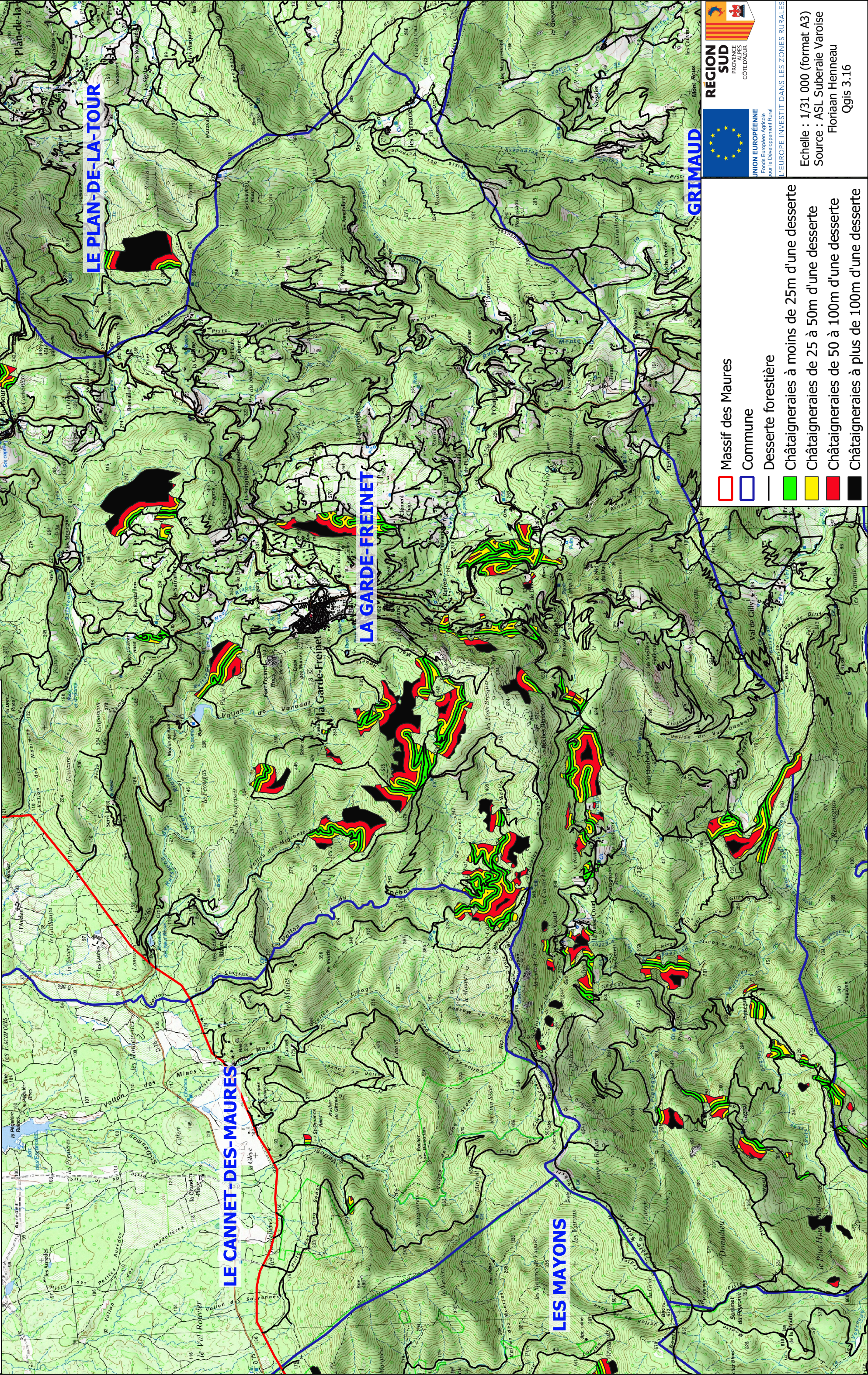
Ces résultats font état de la faible accessibilité intra parcellaire des châtaigneraies avec seulement 1/3 des surfaces dont l'utilisation d'un broyeur autonome peut potentiellement permettre un traitement des rémanents de taille sans surcoût significatif. On notera également que près de la moitié (45%) des châtaigneraies sont à plus de 50m d'une desserte rendant l'utilisation d'un broyeur autonome très complexe et coûteux.

A ce stade il convient donc de distinguer les broyeurs autonomes : les broyeurs tractés, les broyeurs-portés, les robots broyeurs radiocommandé, les broyeurs statiques et les broyeurs forestiers (à chaines, à lames, à marteaux...) sur tracteur forestier ou chenillard qui vont être sélectionnés en fonction de l'accessibilité de la parcelle.

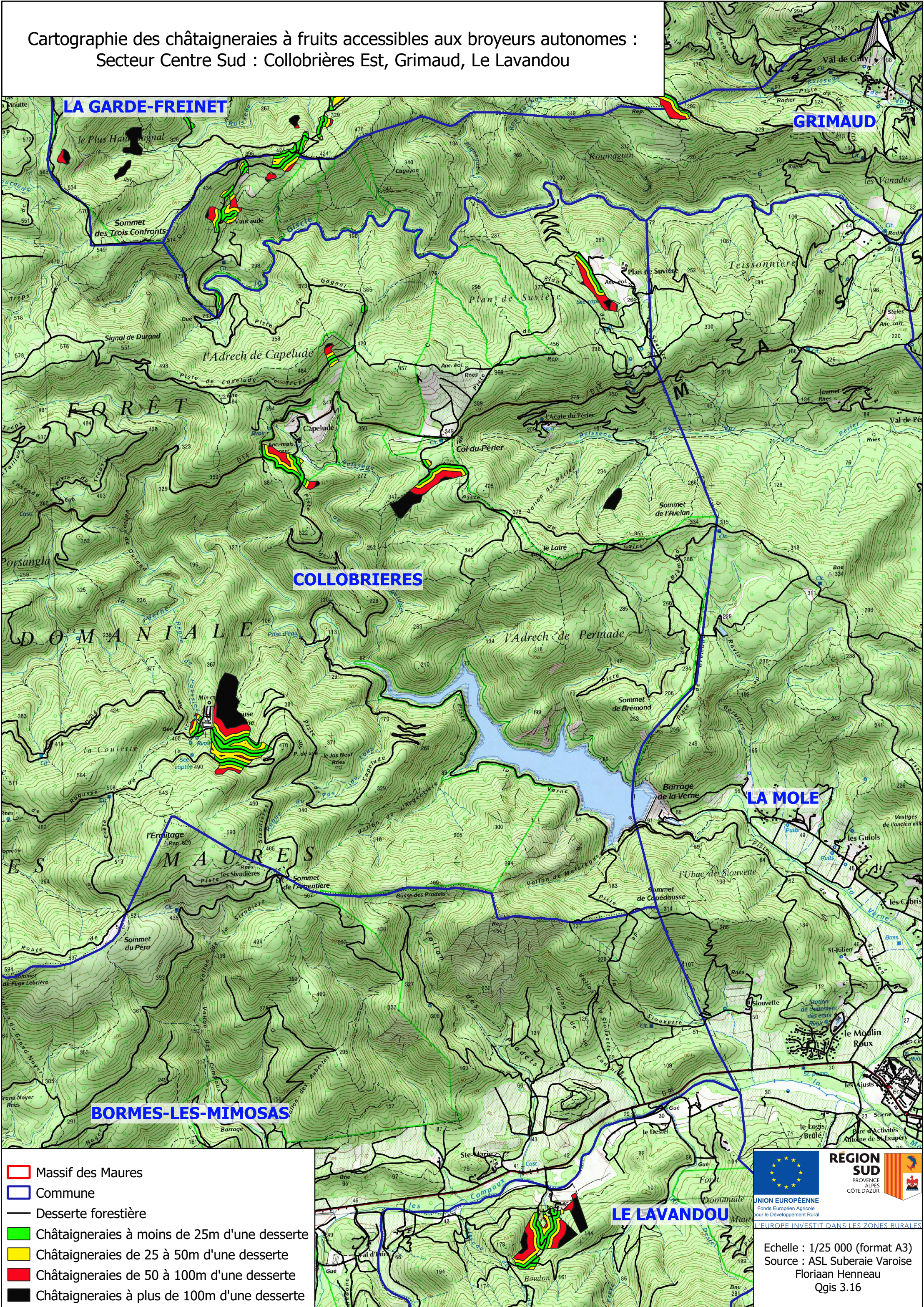
En conclusion, certains broyeurs sont équipés sur tracteur forestier et nécessitent l'accessibilité à un porte char puis au passage du tracteur sur une piste forestière. D'autres broyeurs sont autonomes et peuvent être transportés directement à l'arrière d'un 4x4 ou sur remorque. De façon générale, il a été considéré que les parcelles sont généralement accessibles pour l'acheminement d'un broyeur. Il faut enfin noter qu'au-delà de l'accessibilité des broyeurs, l'autre difficulté technique est la configuration spatiale de la parcelle : notamment la pente, mais aussi et surtout la présence de fort dénivelé (configuration en terrasse) souvent mal entretenus qui ne permettent pas de faire circuler le broyeur en sécurité. Ces informations sont souvent ressorties dans les entretiens avec les propriétaires de châtaigneraies ou les entreprises forestières.

PJ : Cartographie accessibilité broyeur Centre Nord, Centre Sud, Est, Nord-Ouest et Sud Ouest

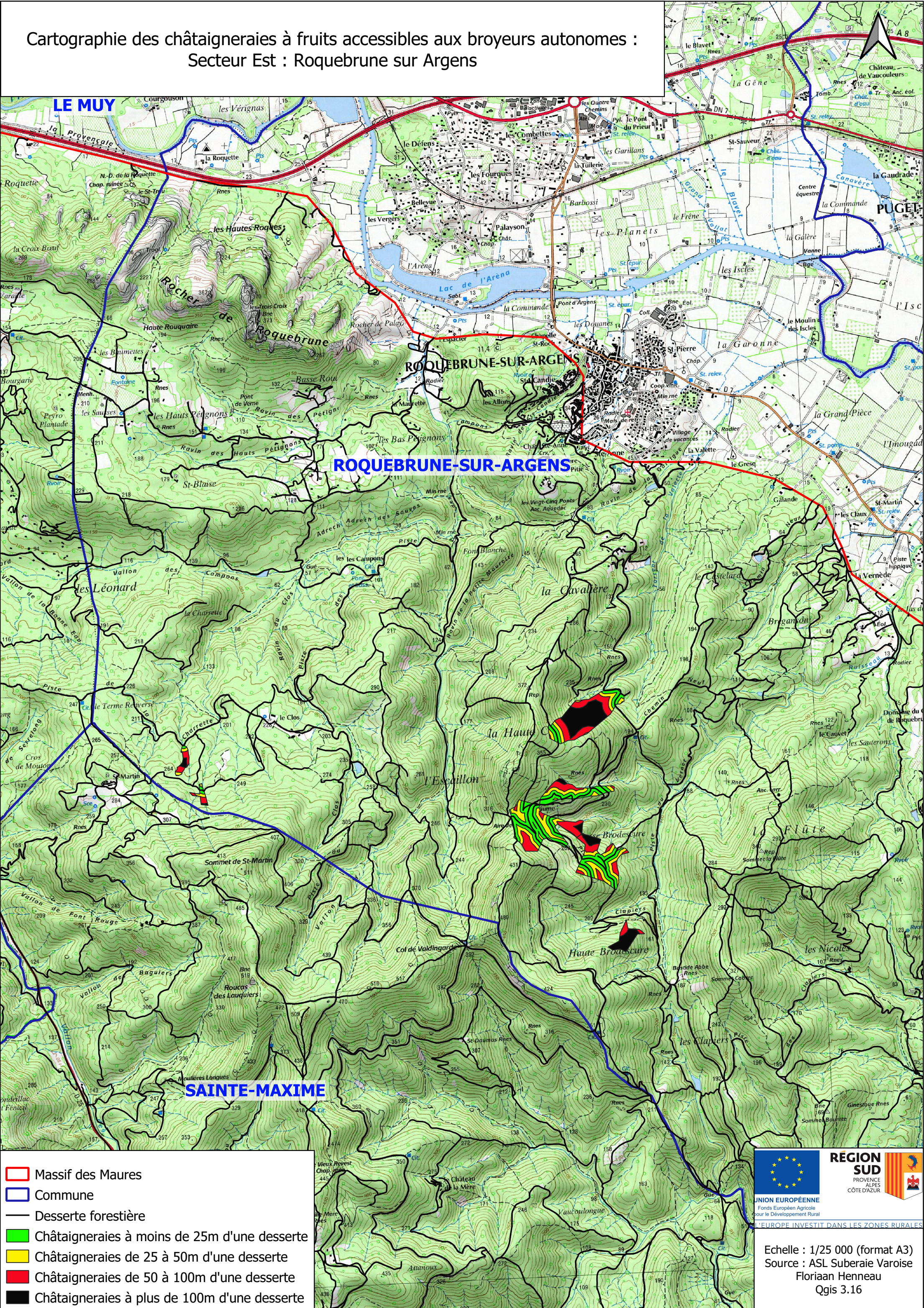
Cartographie des châtaigneraies à fruits accessibles aux broyeururs autonomes :
Secteur Centre Nord : La Garde Freinet, Le Plan de la Tour



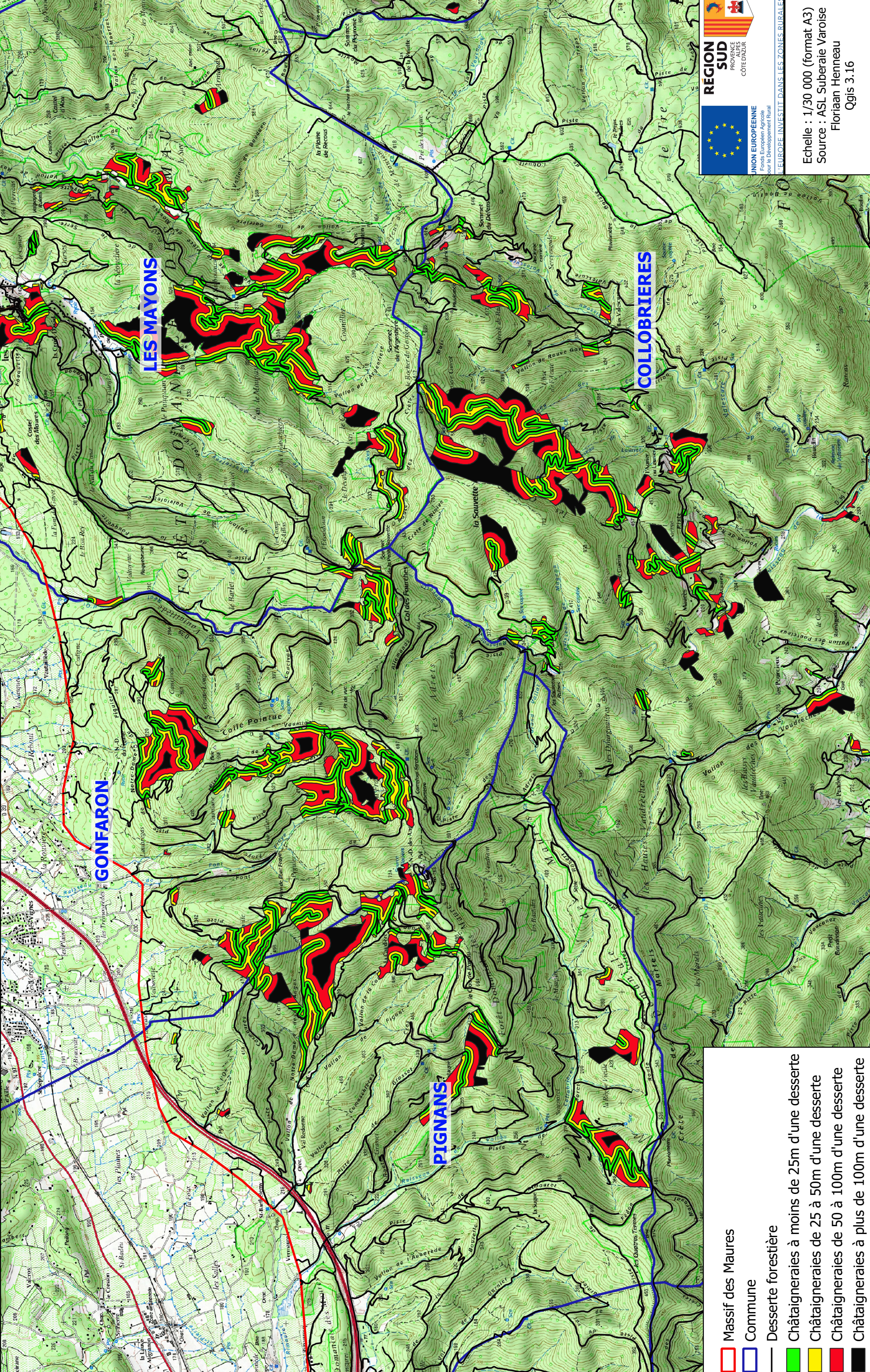
Cartographie des châtaigneraies à fruits accessibles aux broyeur autonomes :
Secteur Centre Sud : Collobrières Est, Grimaud, Le Lavandou



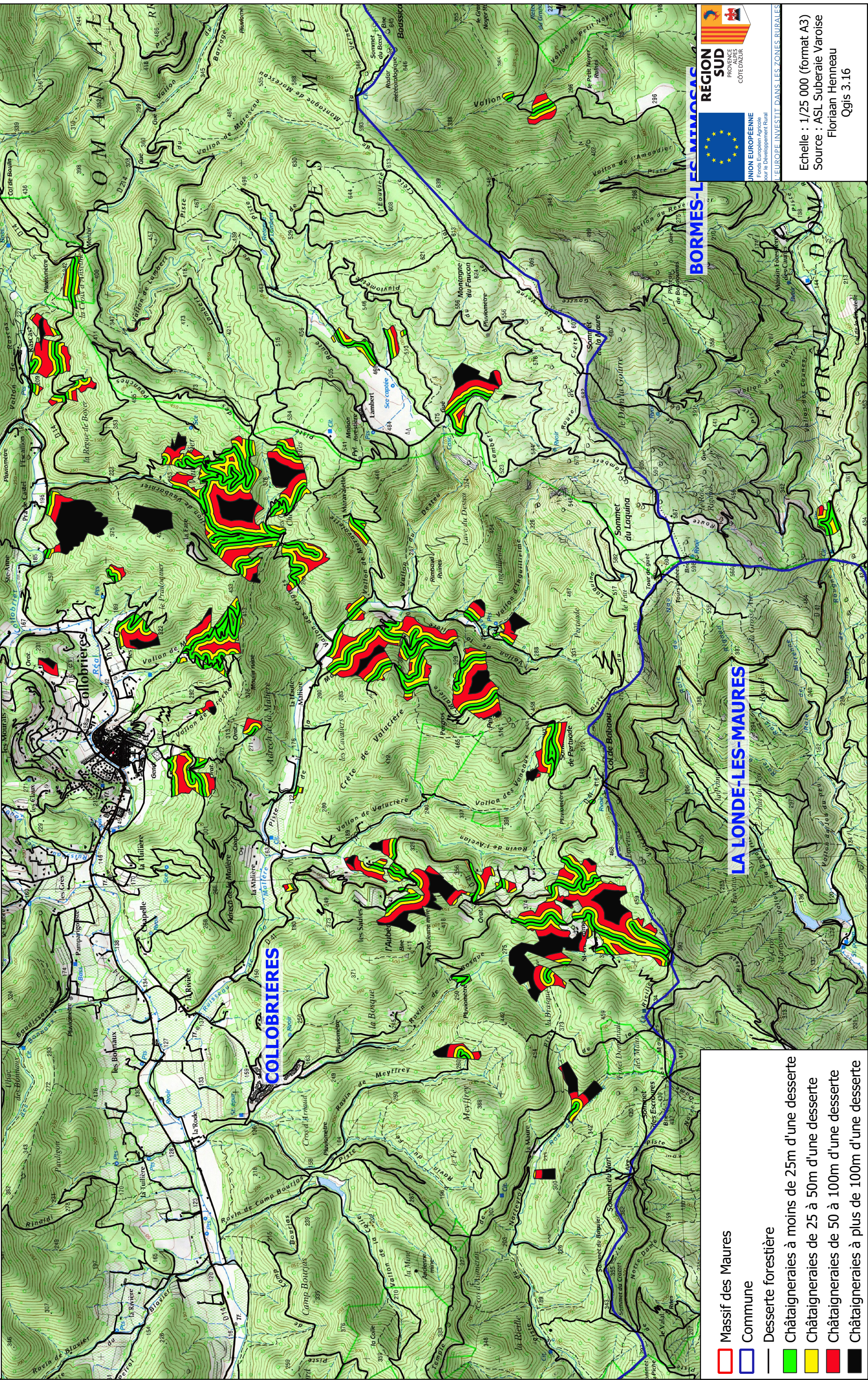
Cartographie des châtaigneraies à fruits accessibles aux broyeur autonomes :
Secteur Est : Roquebrune sur Argens



Cartographie des châtaigneraies à fruits accessibles aux broyeururs autonomes :
Secteur Nord Ouest : Pignans, Gonfaron, les Mayons, Collobrières Nord



Cartographie des châtaigneraies à fruits accessibles aux broyeurs autonomes :
Secteur Sud Ouest : Collobrières Sud, Bormes les Mimosas





L'EUROPE INVESTIT DANS LES ZONES RURALES

SLD Maures : Mobilisation de ressources forestières à haute valeur

Ajoutée sur le Massif des Maures

Action 1 Gestion et valorisation des ressources ligneuses castanéicoles

Compte rendu des retours obtenus auprès des propriétaires contactés

Dans le cadre du projet FEADER en cours, le chargé de mission du SPCV a entrepris une série de visites et d'entretiens téléphoniques avec les adhérents afin de mieux comprendre les valorisations possibles des rémanents et de recueillir des réponses supplémentaires au questionnaire envoyé. Cette initiative s'est déroulée entre novembre et mai et a impliqué 30 adhérents. Les objectifs de ces interventions étaient de recueillir des informations sur les pratiques actuelles de broyage des rémanents, identifier des idées innovantes pour la valorisation des rémanents et enfin améliorer le taux de réponse et la qualité des données obtenues via le questionnaire.

Les entretiens visaient également à obtenir des réponses détaillées et complémentaires au questionnaire déjà envoyé.

Quelques adhérents utilisent des broyeur pour traiter les rémanents. Le broyage est généralement effectué après chaque coupe majeure, soit une à deux fois par an. Beaucoup d'adhérents utilisent les copeaux pour le paillage. Ces copeaux de bois sont également utilisés comme amendement pour améliorer la structure et la fertilité des sols.

Les entretiens ont permis d'augmenter le taux de réponse au questionnaire. Ces réponses obtenues par le biais des entretiens étaient plus détaillées et fournissaient des informations pratiques sur les méthodes et les équipements utilisés. Les adhérents ont proposé d'inclure des questions spécifiques sur les coûts et les bénéfices des différentes méthodes de valorisation.

Afin de creuser aussi les valorisations possibles, L'idée émerge de mettre en place un chantier test entre le SPCV / ASL en tant que maître d'œuvre de travaux à mener et Permabita pour voir la réutilisation possible des bois et comment ils seront valorisés. Le SPCV contact et propose aux propriétaires de réaliser des travaux et d'établir des diagnostics sur leur propriétés. Au total 30 adhérent au SPCV ont été contactés pour savoir s'il y a des travaux à réaliser. En conclusion d'autre aimerais effectuer des travaux si le financement dépasse 40% et d'autres non.

En résumé, Les visites et entretiens téléphoniques ont été extrêmement utiles pour approfondir la compréhension des pratiques actuelles et des possibilités de valorisation des rémanents. Les discussions en face-à-face et les appels téléphoniques ont non seulement permis d'améliorer le taux de réponse au questionnaire, mais ont également fourni des idées précieuses et des témoignages pratiques sur les méthodes de broyage et les valorisations possibles. Ces informations seront cruciales pour orienter les prochaines étapes du projet FEADER et pour proposer des solutions adaptées aux besoins des adhérents.





SLD Maures : Mobilisation de ressources forestières à haute valeur

Ajoutée sur le Massif des Maures

Axe 4 : castanéculture

Sous - Action 2 Gestion et valorisation des ressources ligneuses castanéicoles

Entretiens téléphoniques avec des sociétés

Relevés de notes

Réalisé par :

Idole TCHANGO – SPCV

Dans le Var, certaines entreprises et artisans se spécialisent dans la valorisation du châtaignier, un bois précieux et traditionnellement utilisé dans diverses applications. Voici quelques entreprises et activités associées à la valorisation du châtaignier dans la région que le SPCV a contacté :

- ❖ Produdic est un fabricant d'aire de jeu en bois bruts, mais il utilise plutôt le robinia comme bois.
<https://www.proludic.fr/produits/aires-jeux/jeux-multifonctions/origin/>
- ❖ Piquet de châtaignier : Nous avons pris contact avec plusieurs caves coopératives pour savoir si elles peuvent jouer le rôle de relais ou de domaines pour la vente. La cave des vigneron de Collobrières, située à Notre-Dame de la Tour, ainsi que la cave coopérative vinicole à la Londe les Maures ne sont pas intéressées.
- ❖ La société Urbavar ne conçoit pas de ganivelle, elle se fournit déjà en ganivelle préfabriquée. Outre celle de Collobrières, nous avons pris contact avec Fabrice, qui travaille à Solliès-Pont, et qui utilise exclusivement de l'osier pour la vannerie.
- ❖ Des artisans menuisiers transforment le châtaignier en meubles, parquets, et autres objets en bois. Ces artisans mettent en avant les qualités esthétiques et fonctionnelles du châtaignier. Nous avons fait le tour des menuiseries du village. Art'Naud utilise les ressources ligneuses castanéicoles qui lui sont offertes gratuitement. Il est d'accord pour participer à une expérience avec nous, mais cela sera conditionné par le prix.
- ❖ La vannerie (Fabrice) : Il utilise que de l'osier
- ❖ Cave des vigneron de Collobrières et Cave coopérative vinicole à la Londe les Maures :



Il existe aussi des coopératives qui promeuvent l'utilisation durable du châtaignier, que ce soit pour la valorisation en piquer de châtaignier. Dans ce cadre, nous avons pris contact avec les coopératives pour établir une relation avec des vignerons afin de valoriser les piquer de châtaignier. Cependant, nous n'avons pas eu de retour concernant notre demande.

- ❖ Pascale Monnier (Ganivelle) : Il utilise les rémanents issus des travaux, mais pas en grande quantité. De plus, il dispose déjà de sources d'approvisionnement.
- ❖ Scieries : Certaines scieries locales travaillent le châtaignier pour en faire des planches, des poutres, et d'autres matériaux de construction. Le châtaignier est apprécié pour sa durabilité et sa résistance aux intempéries, ce qui en fait un matériau idéal pour la charpenterie et la menuiserie extérieure. Après les sorties sur le terrain, ils ne trouvent pas les rémanents des travaux de rénovation intéressants.

SLD Maures : Mobilisation de ressources forestières à haute valeur ajoutée sur le Massif des Maures

Axe 4 : Gestion et valorisation des ressources ligneuses castanéicoles

Rapport technique juridique et économique sur la faisabilité du broyage

Table des matières

Introduction	3
1. Aspects techniques.....	3
1.1. Accessibilité aux broyeurs dans le massif des maures	4
1.2. Les différents types de broyeurs	6
1.3. Technologie de broyage.....	7
2. Visite de site avec l'ONF et échanges sur les problématiques de broyage.....	9
3. Exemple de modèle de broyeur autonome tracté adapté aux châtaigneraies	10
4. Retour d'expérience sur le matériel.....	11
4.1. Broyeur sur tracteur forestier (par exemple broyeur à marteaux fixes)	11
4.2. Broyeur autonome fixe	11
4.3. Broyeur autonome sur chenilles	11
5. Aspects juridiques.....	12
5.1. Possibilité de mutualiser les interventions (réponses aux questionnaires).....	12
5.1.1. Questionnaires et réponses obtenues.....	12
5.1.2. Visites et entretiens téléphoniques complémentaires	15
5.2. Recueil d'information sur les avantages et inconvénients d'une CUMA dans le cadre de ce projet.....	15
5.2.1. Entretien avec la fédération des CUMA du Var	15
5.2.2. RETEX de la Cuma Cœur du Var	17
5.2.3. Autres acteurs du territoires potentiellement intéressés par une CUMA pour un broyeur forestier.....	19
5.3. Recueil d'information sur d'autres types de mutualisation.....	19
6. Aspects économiques.....	21
6.1. Contacts auprès des entreprises de location	21
6.2. Communautés de Communes (CC)	22



Axe 4 : Rapport sur la faisabilité du broyage



6.2.1. CC Cœur du Var (pour Gonfaron, les Mayons, Pignans)	22
6.2.2. CC Golfe de Saint Tropez (pour la Garde Freinet)	23
Conclusion	24
Bilan carbone de la gestion des rémanents de coupe	24
Quels impacts de nos pratiques sur le cycle de l'eau ?	24
ANNEXE	27

Introduction

Les anciens vergers de châtaigniers occupent une surface d'environ 2 000 ha dans le massif des Maures. De nombreuses châtaigneraies sont à l'état d'abandon, par manque d'entretien depuis quelques années voire plusieurs dizaines d'années (superficie estimée de 1 000 à 1 500 hectares), pour diverses raisons : difficultés d'entretien dans des conditions de travail difficiles, faible rémunération de la vente des châtaignes, sécheresses répétées ...

Des maladies comme le chancre du châtaignier (causé par le champignon **Cryphonectria parasitica**) et des ravageurs comme le cynips du châtaignier (**Dryocosmus kuriphilus**) ont gravement affecté les châtaigneraies, rendant leur entretien plus difficile et coûteux.

Diminution de la production : Les problèmes sanitaires réduisent la qualité et la quantité des châtaignes, décourageant ainsi les agriculteurs.

En résumé, l'abandon des châtaigneraies dans le Var est un phénomène complexe résultant d'une combinaison de facteurs économiques, sociaux, sanitaires, environnementaux et politiques. Des mesures intégrées, prenant en compte ces diverses dimensions, sont nécessaires pour revitaliser cette activité traditionnelle.

Un programme de rénovation des châtaigneraies fruitières a vu le jour en 2004 et aide depuis les castanéculteurs à remettre en production leurs châtaigneraies. De gros volumes de bois sont alors coupés : élagages des châtaigniers greffés, abattage des châtaigniers morts et de châtaigniers non greffés et d'autres essences installées dans la châtaigneraie suite à son abandon, taille de formation des châtaigniers après reprise. Tout ce bois est actuellement la plupart du temps brûlé, directement sur place pour les branchages et ponctuellement valorisé simplement comme bois de chauffage pour les branches de plus gros diamètre, faute d'alternatives.

A la demande de castanéculteurs et pour faire face au changement climatique, ces actions proposent de réfléchir et mettre en place des alternatives au brûlis quasi systématique des rémanents de rénovation et d'entretien des châtaigneraies fruitières.

La première option retenue est le développement du broyage des rémanents castanéicoles – petits à moyens diamètres et bogues.

1.Aspects techniques

L'utilisation de broyeurs de végétaux est souvent problématique pour les castanéculteurs :

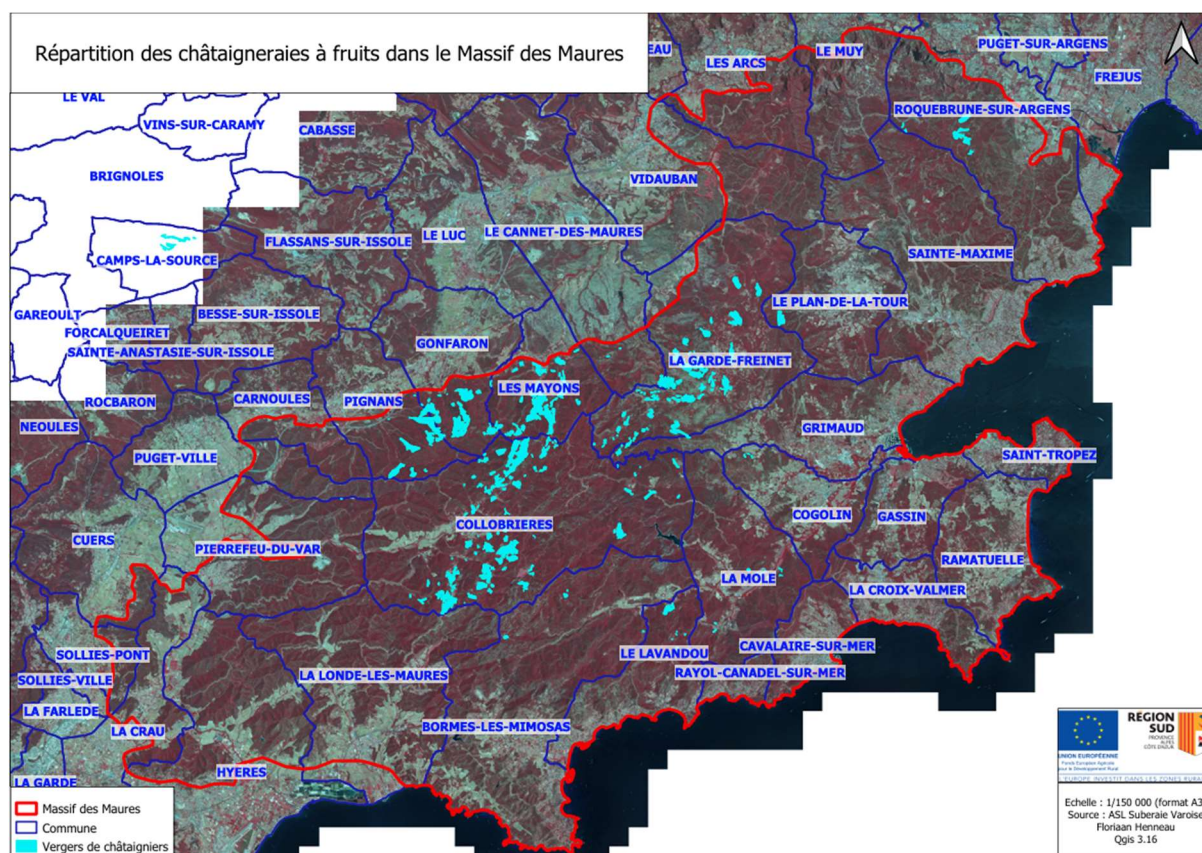
- Les parcelles de châtaigneraies sont souvent accessibles uniquement par des pistes forestières rendant l'acheminement et le déplacement de broyeurs lourds difficile.
- Il est nécessaire d'avoir un broyeur suffisamment puissant pour être efficace sur différents diamètres de branches.

- Acquérir un broyeur suffisamment puissant intéresse de nombreux castanéiculteurs, cependant l'investissement dans un matériel adapté est coûteux et nécessite un travail de précision des besoins et organisationnel.

Les chapitres ci-dessous tentent de répondre à ces défis techniques.

1.1. Accessibilité aux broyeurs dans le massif des maures

Les châtaigneraies se répartissent principalement sur cinq communes castanéicoles au sein du massif des Maures, qui sont Pignans, Gonfaron, Les Mayons, Collobrières et la Garde Freinet.



Carte 1 : Répartition des châtaigneraies à fruits dans le Massif. © Florian HENNEAU – ASL SV

Sur chacune de ces communes, il s'agit de châtaigneraies en forêts privées, très morcelées et de châtaigneraies en forêt publique, notamment la châtaigneraie de la Verne en forêt domaniale.

L'accessibilité des châtaigneraies est très variable, et lorsque celles-ci sont accessibles les kilomètres de pistes nécessaires pour accéder aux châtaigneraies sont parfois importants (+ 30 min).

L'ASL SV qui réalise le diagnostic, le chiffrage et le suivi des travaux de rénovation de châtaigneraies, financée par la Région à hauteur de 40% du montant global HT, indique qu'il est complexe de définir quel pourcentage de châtaigneraies sont accessibles avec un broyeur. En effet, il convient d'abord de préciser de quel type de broyeur nous parlons. Les broyeurs autonomes peuvent être tractés directement à l'arrière d'un véhicule 4x4 ou sur une remorque alors qu'un broyeur sur tracteur forestier nécessite l'accès d'un porte char et par conséquent une

voirie plus large. En ce sens nous pouvons tout de même partir du principe que la majorité des châtaigneraies sont accessibles pour au moins un type de broyeur, avec a minima un accès 4x4, bien que le déplacement de l'engin puisse occasionner un surcoût significatif en fonction de la distance sur piste, en état souvent dégradée, à parcourir.

Cependant, si l'acheminement du broyeur en bordure de parcelle est un pré requis, le déplacement du broyeur au sein de la parcelle est souvent plus problématique. Cela est dû notamment à leur topographie avec des pentes souvent importantes. Ainsi, dès lors que la circulation d'un 4x4 n'est pas possible au sein de la parcelle (la quasi-totalité des châtaigneraies) l'utilisation d'un broyeur autonome tracté ou statique se limitera aux bords de piste ; un broyeur sur tracteur forestier pourra circuler sur la parcelle jusqu'à une pente de 30% et un broyeur autonome auto tracté sur chenille ou un broyeur sur chenillard pourra tolérer des pentes allant jusqu'à 45%.

Afin de dresser une cartographie de l'accessibilité aux broyeurs dans les châtaigneraies du massif des Maures, nous avons identifié et isolé les dessertes suivantes au sein du Massif des Maures :

- Chemins de terre ou empierrés,
- Routes bitumées à 1 ou 2 chaussées.

Ensuite, nous avons réalisé une série de tampons depuis ces dessertes sur 25, 50 et 100m que nous avons recoupé avec l'emprise des châtaigneraies à fruit identifiées sur le Massif des Maures. Les châtaigneraies du massif ont ainsi été fragmentées en 4 catégories :

- 1- Châtaigneraies à moins de 25m d'une desserte,
- 2- Châtaigneraies comprises entre 25m et 50m d'une desserte,
- 3- Châtaigneraies comprises entre 50 et 100m d'une desserte,
- 4- Châtaigneraies à plus de 100m d'une desserte.

Sur les châtaigneraies présentes à moins de 25m d'une desserte nous pouvons considérer que le broyage des rémanents de taille peut être réalisé à partir d'un broyeur autonome statique par acheminement des rémanents par les ouvriers depuis l'arbre traité jusqu'à l'appareil. Si les conditions de terrain ne présentent pas de singularités notables (très forte pente, terrain accidenté...) le traitement des rémanents par broyage sur cette emprise ne devrait pas générer de surcoût par rapport à un traitement par brûlage. Cet aspect financier reste toutefois à modérer par la distance d'acheminement du broyeur sur piste.

Sur les châtaigneraies comprises entre 25m et 50m d'une desserte la gestion des rémanents par broyeur autonome reste possible mais engendre un surcoût significatif par rapport à leur traitement par brûlage. Dans ce cas, la distance et le temps d'acheminement des rémanents par les ouvriers depuis l'arbre traité jusqu'à l'appareil deviennent importants et l'utilisation d'un broyeur autonome auto tracté est à privilégier.

Les châtaigneraies comprises entre 50 et 100m d'une desserte sont par contre à exclure des secteurs où le traitement des rémanents par broyeur autonome peut être envisagé. Dans ce cas une desserte interne est à créer pour rendre l'utilisation de ce type de broyeur possible.

Enfin, les châtaigneraies à plus de 100m d'une desserte sont considérés comme inaccessible dans le sens où l'activité d'un castanéculteur n'est pas envisageable ne serait-ce que pour l'entretien et la récolte.

Les résultats de ce traitement cartographique sont présentés sur cartes en annexes de ce rapport avec une présentation en 5 secteurs (Nord-Ouest, Sud-Ouest, Centre Sud, Centre Nord et Est).

Le tableau ci-dessous présente la répartition de ces 4 catégories en pourcentage et en surfaces :

Distance à la desserte la plus proche	Surface	Pourcentage
Moins de 25m	485 ha	32 %
Entre 25m et 50m	338 ha	23%
Entre 50 et 100m	377 ha	25%
Plus de 100m	306 ha	20%
Total	1 506 ha	100

Ces résultats font état de la faible accessibilité intra parcellaire des châtaigneraies avec seulement 1/3 des surfaces dont l'utilisation d'un broyeur autonome peut potentiellement permettre un traitement des rémanents de taille sans surcoût significatif. On notera également que près de la moitié (45%) des châtaigneraies sont à plus de 50m d'une desserte rendant l'utilisation d'un broyeur autonome très complexe est coûteux.

1.2. Les différents types de broyeurs

A ce stade il convient donc de distinguer :

1. les broyeurs autonomes qui ne traitent que des branches que l'opérateur doit entrer dans le broyeur : les broyeurs tractés, les broyeurs-portés, les robots broyeurs radiocommandé, les broyeurs statiques
2. et les broyeurs forestiers (sur tracteur/chenillard) qui peut broyer les branches une fois au sol mais également broyer la végétation du sous étage lors des débroussailllements d'ouverture (première étape de la réhabilitation d'une châtaigneraie) (à chaines, à lames, à marteaux...).

Ces broyeurs vont être sélectionnés en fonction de l'accessibilité de la parcelle. A noter que le rendement (tonnes de rémanent traitées par heure par exemple) est bien supérieur pour un broyeur forestier sur tracteur que sur un broyeur autonome.



Photo 1 : Broyeur tracté



Photo 2 : Broyeur autonome auto tracté



Photo 3 : Robot broyeur radiocommandé



Photo 4 : Broyeur statique



Photos 5 et 6 : Broyeur à marteaux fixes sur tracteur forestier

En conclusion, certains broyeurs sont équipés sur tracteur forestier et nécessitent l'accessibilité à un porte char puis au passage du tracteur sur une piste forestière. D'autres broyeurs sont autonomes et peuvent être transportés directement à l'arrière d'un 4x4 ou sur remorque. De façon générale, il a été considéré que les parcelles sont généralement accessibles pour l'acheminement d'un broyeur. Il faut enfin noter qu'au-delà de l'accessibilité des broyeurs, l'autre difficulté technique est la configuration spatiale de la parcelle : notamment la pente, mais aussi et surtout la présence de fort dénivelé (configuration en terrasse) souvent mal entretenus qui ne permettent pas de faire circuler le broyeur en sécurité. Ces informations sont souvent ressorties dans les entretiens ~~eus~~ avec les propriétaires de châtaigneraies ou les entreprises forestières.

1.3. Technologie de broyage

Différents types de technologies de broyage existe au sein d'une même catégorie de broyeurs.

Les broyeurs forestiers sont des équipements spécialisés utilisés dans l'industrie forestière pour déchiqeter des arbres entiers, ainsi que leurs branches et leur feuillage, généralement lors d'opérations d'exploitation forestière ou de gestion des forêts. Il existe plusieurs types de broyeurs forestiers, chacun

adapté à des conditions spécifiques et à des tâches particulières. Voici une liste des principaux types de broyeurs forestiers :

- **Broyeurs forestiers à tambour** : Ces broyeurs utilisent un **tambour rotatif équipé de dents ou de lames** pour déchiqueter le bois en copeaux. Ils sont efficaces pour le broyage de bois de petite à moyenne taille et sont souvent utilisés pour la préparation des terrains avant la plantation ou la régénération forestière.
- **Broyeurs forestiers à marteaux** : Les broyeurs forestiers à marteaux utilisent des **marteaux pivotants** ou oscillants pour frapper et déchiqueter le bois en morceaux plus petits. Ils sont particulièrement efficaces pour le broyage de bois de grande taille, **y compris les troncs d'arbres et les souches**.
- **Broyeurs forestiers à couteaux** : Ces broyeurs utilisent des **couteaux rotatifs** pour couper et déchiqueter le bois en morceaux. Ils sont souvent utilisés pour le broyage de bois de petite à moyenne taille et peuvent être efficaces pour le broyage de branches et de débris ligneux.
- **Broyeurs forestiers à disques** : Les broyeurs forestiers à disques utilisent des **disques rotatifs équipés de dents ou de lames** pour couper et déchiqueter le bois en fragments. Ils sont efficaces pour le broyage de bois de taille moyenne à grande et peuvent être utilisés pour le traitement des souches et des débris ligneux.

En résumé, chaque type de broyeur forestier a ses propres avantages et inconvénients en fonction des conditions spécifiques du site, de la taille du bois à broyer et des exigences de production. Le choix du type de broyeur dépendra donc des besoins spécifiques de chaque projet forestier ou d'exploitation forestière.

2. Visite de site avec l'ONF et échanges sur les problématiques de broyage

Le SPCV et le SMMM ont organisé une visite de terrain le 14 mars 2024 avec le personnel de l'ONF en charge de travaux DFCI (BROERSMA Wiebrig – Chef de Projet Travaux Forestiers). Lors de cette rencontre, Wiebrig BROERSMA a proposé de se rendre sur site pour voir un broyeur à l'œuvre en forêt domaniale sur la commune du Muy.

Etaient présents lors de cette rencontre Aurélie BOULOT – Animatrice de la charte forestière – SMMM ; Idole TCHANGO – Animateur SPCV ; Wiebrig BROERSMA – Chef de Projet Travaux Forestiers ; Eric BAÏLON – Conducteur d'engins ONF.

Cette rencontre a permis de voir et d'échanger sur les différents types de broyeurs et leur mode de fonctionnement.

En tant qu'organisme responsable de la gestion des forêts publiques en France, l'Office National des Forêts (ONF) utilise une variété de broyeurs pour diverses opérations sylvicoles. Voici les différents types de broyeurs utilisés par l'ONF : parmi les broyeurs forestiers, l'ONF a précisé utiliser généralement des broyeurs à marteaux (broyeur à marteaux fixe) comme c'était le cas lors de cette rencontre.



Photos 7, 8 et 9 : Visite du 14 mars 2024 en présence du syndicat mixte, du SPCV et de l'ONF.

Selon les deux techniciens, il est essentiel d'avoir des équipements avec de fortes puissances et une bonne adhérence au sol, car la majorité des vergers de châtaigneraies sont en pente. Pour eux le matériel le mieux adapté dans les châtaigneraies est le broyeur Timberwolf en premier lieu.

Les techniciens ont cependant rappelé la difficulté dans la mise en place du broyage dans les châtaigneraies. A titre informatif, le conducteur d'engins a fait part de son retour d'expérience sur un chantier en forêt domaniale à la Verne, dans des châtaigneraies où il était prévu de broyer les bois de coupe : devant la difficulté à mettre en œuvre un robot broyeur, les agents de l'ONF ont fini par broyer l'ensemble de la parcelle de façon manuelle (Eric Baïlon, 14 mars 2024).

Néanmoins, les broyeurs forestiers recommandés sont décrits en détails ci-dessous (voir paragraphes suivants).

3. Exemple de modèle de broyeur autonome tracté adapté aux châtaigneraies

Le broyeur auto tracté est un équipement robuste utilisé dans l'industrie forestière et l'entretien des espaces verts pour déchiqueter les branches, les souches et d'autres débris ligneux.

→ **Il s'agit d'un broyeur tracté sur pneu ou sur chenille, autonome (dispose de son propre moteur), avec un système de couteaux.**

Voici comment fonctionne un broyeur auto tracté :

1. Alimentation du matériau : Le matériau à broyer, tel que des branches, des souches ou des débris ligneux, est introduit dans l'entonnoir d'alimentation du broyeur.

Certains modèles peuvent également être équipés d'un chargeur hydraulique pour faciliter le chargement du matériau.

2. Déchiquetage initial : À l'intérieur du broyeur, le matériau passe par un processus de déchiquetage initial. Selon le modèle du broyeur, cela peut impliquer un système de coupe composé de **couteaux ou de lames rotatives** qui déchiquettent le matériau en morceaux plus petits.

3. Broyage principal : Une fois le matériau déchiqueté, il entre dans la chambre de broyage principale du broyeur. À l'intérieur de cette chambre, le matériau est soumis à une force de broyage supplémentaire grâce à un rotor équipé de marteaux ou de couteaux qui tournent à grande vitesse.

4. Réduction en copeaux ou en paillis : Le rotor à l'intérieur du broyeur réduit le matériau en copeaux ou en paillis de taille uniforme. Ces copeaux peuvent être utilisés pour le paillage des jardins, le compostage ou d'autres applications.

5. Évacuation des copeaux : Une fois broyé, le matériau est évacué du broyeur par une sortie spécifique. Certains broyeurs sont équipés d'un système d'évacuation qui peut être dirigé vers un bac de collecte ou un autre système de transport pour l'élimination ou l'utilisation ultérieure des copeaux.

En résumé, ce broyeur fonctionne en déchiquetant et en broyant le matériau introduit dans la chambre de broyage, produisant ainsi des copeaux ou du paillis de taille uniforme. Leur efficacité, leur mobilité et leur capacité à traiter une variété de matériaux en font des équipements indispensables pour de nombreuses entreprises et organismes travaillant dans le domaine de la gestion des arbres et des forêts.



4. Retour d'expérience sur le matériel

4.1. Broyeur sur tracteur forestier (par exemple broyeur à marteaux fixes)

Le tracteur peut parcourir toute la surface de la parcelle pour broyer l'ensemble des rémanents / du sous-étage (pas de déplacement des rémanents par les ouvriers). Meilleur rendement en tonnes de rémanents traités / heure. Le broyeur traite tous diamètres.

Mais la pente doit être inférieure à 30%. Le coût de déplacement du tracteur par camion / porte-char. Par exemple, un transporteur demande entre 600 et 800 euros pour un déplacement aller/retour Vidauban/Collobrières.

Pour rentabiliser ce coût il faut que la surface / la quantité de rémanent à traiter soit significative. Aujourd'hui nous réduisons les surfaces à restaurer à de "petits îlots" inférieurs à 1ha afin de garder une ambiance forestière et une certaine fraîcheur nécessaire dans un contexte de réchauffement climatique.

Cette modalité ne peut donc être envisagée que sur du débroussaillage d'ouverture sur une surface d'au moins 1 à 2 ha (quantité de branchage à broyer significative). Si un tel chantier de débroussaillage peut avoir lieu conjointement il peut être envisagé de réaliser le broyage de rémanents de remise en production de vergers de châtaigniers avec cet engin.

4.2. Broyeur autonome fixe

Le broyeur se fixe à l'arrière d'un 4x4. Son déplacement sur site n'engendre donc pas un important surcoût. Le rendement en tonnes de rémanents traités / heure inférieur mais approprié à des chantiers de restauration sur de petites surfaces (rendement de 2 à 6 tonnes/heure en moyenne en fonction des modèles). Les diamètres de section pouvant être traités sont inférieurs (15 - 20 cm) mais largement acceptable dans notre cas.

Dès lors que l'ensemble de la châtaigneraie n'est pas accessible en 4x4, les rémanents doivent être déplacés manuellement par les ouvriers jusqu'au broyeur. Dès lors que la distance broyeur / rémanents dépasse 20m (en terrain plat) un surcoût pouvant devenir important s'applique pour le temps de manipulation et déplacement des rémanents d'élagage.

4.3. Broyeur autonome sur chenilles

Le broyeur peut être déplacé avec une simple remorque fixée à l'arrière d'un 4x4, son déplacement engendre donc un coût légèrement plus important que le broyeur autonome fixe mais qui reste faible par rapport au déplacement d'un tracteur forestier. Le broyeur peut se déplacer sur la parcelle grâce à ses chenilles, il peut monter des pentes jusqu'à 45%.

L'achat de ce type de broyeur nécessite un investissement de la part de l'entreprise qu'elle ne peut pas rentabiliser uniquement par les travaux de restauration de châtaigneraie. Notre prestataire souhaitait en acheter un mais il a dû s'y résigner pour cette raison. Ce matériel peut toutefois se trouver à la location.

5.Aspects juridiques

5.1. Possibilité de mutualiser les interventions (réponses aux questionnaires)

5.1.1. Questionnaires et réponses obtenues

Afin de mieux cerner les attentes des castanéiculteurs sur leur souhait de broyer les rémanents de taille et d'élagage d'une part, et sur les différentes possibilités qui s'offrent à eux, un questionnaire a été élaboré par le SPCV et transmis aux 130 personnes contacts (adhérents ou anciens adhérents castanéiculteurs) du SPCV.

Ce questionnaire a été bâti pour répondre à différents aspects et est repris ci-dessous :

1. Quel est votre nom de famille (Information conservée par le SPCV ?

.....

2. De quel collège faites-vous partie ?

- ☐ Agriculteur à titre principal
- ☐ Propriétaires de châtaigneraies cotisants solidaires à la MSA ou ayant un N° SIRET agricole
- ☐ Propriétaires de châtaigneraies

3. Adresse mail

.....

4. Sur quelle commune se situent la majorité de vos châtaigneraies ?

.....

5. Êtes-vous actuellement propriétaire ou utilisateur d'un broyeur à végétaux ?

- ☐ Oui
- ☐ Non

6. Si vous avez déjà un broyeur, depuis combien de temps l'utilisez-vous ?

- ☐ Moins d'un an
- ☐ 1 à 5 ans
- ☐ 5 à 10 ans
- ☐ 10 ans et plus

7. Si vous utilisez ou avez utilisé un broyeur, quelle est la marque et le modèle de votre broyeur ?

.....

8. Enfin, si vous utilisez un broyeur, à qui appartient t'il ?

.....

9. Savez-vous ce qu'est une CUMA (Coopérative d'utilisation de matériel agricole) ?

- ☐ Oui
☐ Non

10. Seriez-vous intéressé par l'utilisation d'un broyeur à végétaux mis à disposition par une Coopérative d'Utilisation de Matériels Agricoles (CUMA) ?

- ☐ Oui
☐ Non

11. A peu près combien de tonnes de broyats souhaiteriez-vous réaliser, ou réalisez-vous déjà (10m3 de branche et autre = 1 tonne de broyat) ?

- ☐ De 1 à 5 T
☐ De 5 à 10 T
☐ De 10 à 30 T
☐ De 30 à 50 T
☐ De 50 à Plus

12. Quels seraient, selon vous, les avantages d'une telle coopérative et de la mise à disposition d'un broyeur à végétaux ? (Cochez toutes les réponses qui s'appliquent) :

- ☐ Réduction des couts d'acquisition du broyeur
☐ Réduction des couts d'entretien et de réparation
☐ Meilleure accessibilité à un broyeur performant
☐ Partage des frais liés à l'achat et à l'entretien du broyeur entre les membres de la coopérative
☐ Possibilité de bénéficier d'un accompagnement technique pour l'utilisation du broyeur
☐ Autres

13. Quels sont les avantages que vous associez ou associeriez-vous à l'utilisation d'un broyeur à végétaux ?

- ☐ Réduction des déchets végétaux
☐ Production de broyat pour le compost
☐ Réutilisation du broyat en paillis
☐ Amélioration de la gestion des déchets sur votre exploitation
☐ Réduction des couts de gestion des déchets
☐ Eviter de procéder à des techniques de brûlage

14. Avez-vous des réserves ou des inquiétudes quant à la mise en place d'une telle coopérative et de la gestion d'un broyeur à végétaux en commun ?

- ☐ Crainte de la disponibilité du broyeur
- ☐ Préoccupation concernant la maintenance et la réparation du broyeur
- ☐ Difficulté à financer l'achat d'un broyeur
- ☐ Incertitude quant à la qualité du broyat
- ☐ Pour vous, le broyat, n'est pas une solution vous préférez brûler
- ☐ Bruit excessif
- ☐ Difficulté d'utilisation
- ☐ Difficulté d'acheminement du broyeur

15. Quels types de résidu broyez ou souhaiteriez-vous broyer ?

- ☐ Branches d'arbres
- ☐ Feuilles
- ☐ Résidus de taille
- ☐ Bogues

16. Quel est votre temps d'utilisation de l'appareil à l'année ?

.....

17. Sur quelle période utilisez-vous votre broyeur ? / Sur quelle période seriez-vous intéressé par l'utilisation d'un broyeur ?

.....
.....

18. Seriez-vous intéressé par des formations spécifiques sur l'utilisation et l'entretien des broyeurs à végétaux ?

- ☐ Oui
- ☐ Non

Sur la forme, ce questionnaire a d'abord été envoyé sous format électronique (par mail avec un lien qui permettait de répondre en ligne). Devant l'absence de réponses, le SMMM et le SPCV ont décidé conjointement de renvoyer ce questionnaire sous format papier (les coûts d'envoi ont été pris en charge par le SMMM) aux 130 contacts du SPCV. Ce questionnaire a été établi par le SPCV et révisé avec le SMMM et l'ASL SV.

Au total, 10 réponses ont été obtenues sous format papier (il faut noter que le chargé de mission du syndicat des producteurs de châtaigne du Var a aussi récolté des réponses à l'oral lors de ses entretiens avec les adhérents).

Sur les réponses obtenues, il faut noter :

- 20% des personnes ayant répondu trouvent pertinent ou sont intéressé pour broyer des déchets forestiers ;
- 10% de personnes ayant répondu disposent déjà d'un broyeur forestier ;
- 30% des personnes ayant répondu sont disposés à mutualiser les coûts pour broyer leurs végétaux en châtaigneraie ;
- 10% de personnes ayant répondu sont intéressées pour mettre en place une CUMA.

- 30% de personnes ayant répondu ne sont pas intéressées pour mettre en place une CUMA.

5.1.2. Visites et entretiens téléphoniques complémentaires

Dans le cadre du projet FEADER, le chargé de mission du SPCV a entrepris une série de visites et d'entretiens téléphoniques avec les adhérents afin de mieux comprendre les valorisations possibles des rémanents et de recueillir des réponses supplémentaires au questionnaire envoyé. Cette initiative a impliqué 30 adhérents. Les objectifs de ces interventions étaient de recueillir des informations sur les pratiques actuelles de broyage des rémanents, identifier des idées innovantes pour la valorisation des rémanents et enfin améliorer le taux de réponse et la qualité des données obtenues via le questionnaire.

Les entretiens visaient également à obtenir des réponses détaillées et complémentaires au questionnaire déjà envoyé.

Quelques adhérents utilisent des broyeurs pour traiter les rémanents. Le broyage est généralement effectué après chaque coupe majeure, soit une à deux fois par an. Beaucoup d'adhérents utilisent les copeaux pour le paillage. Ces copeaux de bois sont également utilisés comme amendement pour améliorer la structure et la fertilité des sols.

Les entretiens ont permis d'augmenter le taux de réponse au questionnaire. Ces réponses obtenues par le biais des entretiens étaient plus détaillées et fournissaient des informations pratiques sur les méthodes et les équipements utilisés. Les adhérents ont proposé d'inclure des questions spécifiques sur les coûts et les bénéfices des différentes méthodes de valorisation.

En résumé, Les visites et entretiens téléphoniques ont été extrêmement utiles pour approfondir la compréhension des pratiques actuelles et des possibilités de valorisation des rémanents. Les discussions en face-à-face et les appels téléphoniques ont non seulement permis d'améliorer le taux de réponse au questionnaire, mais ont également fourni des idées précieuses et des témoignages pratiques sur les méthodes de broyage et les valorisations possibles. Ces informations seront cruciales pour orienter les prochaines étapes du projet FEADER et pour proposer des solutions adaptées aux besoins des adhérents.

5.2. Recueil d'information sur les avantages et inconvénients d'une CUMA dans le cadre de ce projet

5.2.1. Entretien avec la fédération des CUMA du Var

Une réunion a été organisée avec animateur de la fédération des CUMA du Var le 27.02.2024 en présentiel à Collobrières. Etaient présent Aurélie BOULOT – Animatrice de la charte forestière – SMMM ; Idole TCHANGO – Animateur SPCV et Matthieu BREITZ – Animateur de la Fédération des CUMA du Var.

Les premiers échanges ont permis de brosser le portrait des CUMA du Var.

Aujourd'hui, il y a environ 60 CUMA actives dans le Var, dont environ 90 à 95% sont des CUMA viticoles. Pour le reste, il s'agit de CUMA avec un intérêt pour le maraichage ou la polyculture.

En ce qui concerne les CUMA non agricoles, on note aussi la présence de 2 CUMA forestières sur le territoire.

- La première, située sur la commune du Luc, était gérée par Didier Magneto et n'adhère pas la Fédération des CUMA du Var.
- La seconde, FOVAR, est située sur la commune de La Londe les Maures.

Il faut noter que la CUMA du Luc ne rentrait pas dans le cadre juridique strict d'une CUMA, qui a pour objectif de travailler pour ses associés coopérateurs affiliés à la MSA et donc porter un intérêt commun agricole. Ces derniers doivent tirer un revenu de leur surface exploitée.

Au niveau des communes castanéicoles, on recense :

- aucune CUMA recensée aujourd'hui sur Collobrières,
- aucune CUMA recensée aujourd'hui sur Les Mayons,
- 1 CUMA viticole sur Gonfaron (famille Laure),
- Et une CUMA viticole sur Pignans.

Les conditions préalables pour la mise en place d'une CUMA sont de disposer d'au minimum 4 agriculteurs exploitants répertoriés à la MSA avec un titre de chef d'exploitation.

La constitution de la CUMA se fait de la façon suivante :

Pour mettre en place une CUMA, il faut mettre en place des statuts avec une surface d'engagement pour chaque adhérent, préciser le matériel qu'on souhaite engager et signer des bulletins d'engagements. Ces statuts, une fois rédigés, doivent être enregistrés et déposés au registre du commerce.

Il faut également obtenir l'agrément du HCCA (Haut Conseil de Coopération Agricole) , dont l'adhésion est systématiquement requise pour la création d'une CUMA.

Enfin, il faut également mettre en œuvre une assemblée générale constitutive avec la désignation d'un président, d'un secrétaire et d'un trésorier.

A noter que l'ouverture d'une CUMA a un coût qui inclut les frais de publication, les frais de dépôts au registre du commerce et les frais de dépôt pour agrément.

En ce qui concerne les autres aspects, la CUMA nécessite l'ouverture d'un compte bancaire : en effet, chaque associé doit acheter des parts sociales, mais toutes les dépenses sont ensuite acquises par la CUMA, qui va refacturer les prestations. La CUMA est assujettie à la TVA (la TVA est facturée et récupérée sur l'achat de matériel).

La vie d'une CUMA se déroule de la façon suivante :

à chaque AG, avec l'ensemble des coopérateurs, les comptes sont présentés pour validation et il est proposé le renouvellement du bureau. Chaque adhérent dispose d'une voix et décide de façon égale, peu importe le nombre de parts sociales.

Attention : les personnes qui ne font pas partie de la CUMA ne peuvent pas profiter des prestations de la CUMA. Il y a une version des statuts qui le permettrait mais cela nécessite une double comptabilité pour éviter de réaliser une comptabilité d'entreprise.

Des nouveaux adhérents sont admis sur décision du conseil d'administration (1 fois par trimestre), qui sera ensuite validé en assemblée générale (1 fois par an). Lors de l'adhésion de nouveaux adhérents, le capital évolue : ce sont des capitaux variables qui évoluent au gré des acquisitions.

A noter qu'une CUMA intervient jusqu'à la récolte (pas de matériel de transformation) et ne peut pas commercialiser de produit.

Les adhérents couvrent en général un capital social de 20% de la valeur du bien. Ensuite, les CUMA font en général un prêt bancaire auprès d'une banque pour supporter les coûts d'acquisition. Une autre option est que les adhérents fassent une avance à la CUMA sera déduite à chaque facture.

Le matériel peut être entreposé dans un local qui est loué, plus communément, c'est un adhérent qui héberge tout ou partie du matériel. Il est recommandé d'avoir un responsable pour chaque matériel, qui assure le suivi rigoureux de l'entretien et des entrées et sorties.

Les avantages d'une adhésion à la Fédération des CUMA du Var sont :

L'adhésion coûte un minimum de 200 euros et jusqu'à 1000 à 1200 euros selon le chiffre d'affaires.

L'adhésion comporte un conseil juridique et une adhésion de facto à l'HCCA.

La fédération CUMA du Var propose une prestation d'ouverture de 1200 à 1500 euros HT qui inclut l'établissement du règlement intérieur, les frais de publication, les frais de dépôts au registre du commerce et les frais de dépôt pour agrément.

La fédération réalise également des prestations pour le suivi comptable des CUMA (pas nécessaire de faire certifier les comptes par un expert-comptable).

Si besoin, l'animateur peut revenir pour présenter à un groupe de personne les avantages d'une CUMA et toutes les démarches à entreprendre.

Les possibilités de financements associés à une CUMA sont précisées ci-après :

La Région SUD finance des achats de matériels agricoles à hauteur de 20% dans le cadre d'une CUMA (matériel neuf, avec une liste de matériel pré établi, qui inclut les broyeurs).

A noter que comptablement, la moitié de la subvention doit être placée en réserve indisponible et l'autre moitié doit être restituée en amortissement des charges (assurance, frais de gasoil).

Des financements associés au FEADER sont également susceptibles d'être éligible pour du matériel agricole à partir de 2025.

A ce jour, le conseil général ne finance plus l'agriculture mais la stratégie agricole du département est en cours de révision et ceci pourrait évoluer.

5.2.2. RETEX de la Cuma Cœur du Var

Afin de mieux comprendre quels étaient les difficultés et avantages liés à la création d'une CUMA société coopérative agricole permettant aux *agriculteurs* de mettre en commun leurs ressources, la chargée de mission du SPCV s'est rendue à la Communauté de Commune Cœur du Var afin de rencontrer Mr Didier Magnetto, responsable du pôle forêt encore en poste en 2023. M. Magnetto était à l'initiative de la création de CUMA Forestière du Centre Var fondée en 1982

pour faire suite au feu de 1979 qui avait pour objectif d'encourager la gestion forestière¹. A cette époque, l'ASL ne pouvait pas acheter de matériel². Le matériel de cette CUMA a ensuite été utilisé dans le cadre des travaux PIDAF.

Au cours de cette entrevue, le SPCV a souhaité prendre connaissance des tenants et aboutissants du montage d'une telle coopérative afin de connaître les difficultés rencontrées dans son processus de gestion. Le compte rendu détaillé des échanges est joint en annexe.

De façon générale, il ressort de cet entretien que les avantages de la CUMA du Var étaient les suivants :

- Ce mode de mise en commun des moyens de gestion ont ainsi permis de proposer aux différents adhérents un service de mise à disposition de machines forestières avec chauffeur.
- Afin d'adhérer il devait être versé une somme de 16€ qui s'accompagne des prestations de services lors du besoin d'intervention. Ces prestations de services engagent un véritable savoir-faire basé sur une bonne connaissance du milieu local ainsi qu'une véritable attractivité financière pour l'adhérent.

En revanche, les difficultés suivantes ont été rencontrées :

- La gestion de la CUMA reste quelque chose de fastidieux qui impose d'avoir un œil sur tout, sur l'emploi du temps du salarié mais aussi sur la gestion et la réparation du matériel. Le matériel n'est pas à mettre en toutes les mains, il nécessite une attention particulière au vu du coût de ceux-ci.
- Avec le temps la collaboration des communes a été mise à mal car les législations ont changé et ont imposées une mise en marché pour les prestations de finition des chantiers qui ont fortement desservi la CUMA, car les entreprises les moins chères n'étaient pas forcément jugées comme les plus compétentes.

Pour conclure, sur la question spécifique d'une CUMA au SPCV, M. Marnetto signale que de son point de vue, la lourdeur administrative, le manque d'agriculteur ainsi que l'étalement des propriétés rendent la tâche complexe. Il nous signale ainsi qu'il serait plus judicieux d'intégrer une CUMA déjà établie au lieu d'en créer directement une.

¹ Pour faire suite aux feux de 1979, différents propriétaires forestiers ont souhaité se regrouper autour d'un outil de gestion commun afin d'acquérir du matériel visant à réaliser les travaux post incendie nécessaire. Rapidement une idée d'ASL émerge, laissant lieu à une CUMA car les statuts de l'ASL ne permettaient pas d'acheter du matériel.

Le premier client de cette CUMA sera l'ASL SV, s'en suivra rapidement les communes à l'époque autorisées à adhérer.

² Un adhérent du SPCV proposait d'aller plutôt vers un système associatif que vers la constitution d'une CUMA pour l'acquisition d'un broyeur. Selon l'animateur des CUMA du Var et en lien avec la situation de 1979, une association ne permet pas l'acquisition de matériel et cela pourrait entraîner un problème juridique. L'intérêt d'une CUMA est vraiment le partage de matériel agricole.

5.2.3. Autres acteurs des territoires potentiellement intéressés par une CUMA pour un broyeur forestier

Dans le département des Alpes Maritimes, il y a des CUMA oléicoles avec des petits broyeurs pour aller sur des restanques : ce sont des petits broyeurs sur chenille qui ne correspondent pas vraiment à des broyeurs forestiers.

D'après la rencontre avec l'animateur des CUMA du Var, il n'y a pas de CUMA avec ce type de matériel au niveau du Var. Si cela existait, une option serait de créer des InterCUMA avec une CUMA A qui adhère à une CUMA B pour éviter d'acheter des matériels qui peuvent être utilisables par plusieurs territoires.

Il peut aussi y avoir des groupes dans une CUMA avec par exemple un groupe aux Mayons et un autre groupe à Collobrières. (A noter que pas plus d'un type de matériel pour 6 utilisateurs est finançable par la Région).

Les CUMA forestières de Cœur du Var et FOVAR de la Londe les Maures ont été contactées (28/05/2024 pour FOVAR – appel avec le Président de la CUMA) et ne sont plus actives.

Toujours d'après l'animateur, il n'y a pas eu à ce jour de demande pour mettre en place une CUMA avec du matériel forestier.

5.3. Recueil d'information sur d'autres types de mutualisation

❖ Conférence réalisée par l'association Les Résilients

Face au manque d'émergence d'un groupe décidé à se lancer dans la création d'une CUMA, le SPCV et le SMMM ont décidé d'organiser conjointement une conférence sur la problématique du broyage dans les châtaigneraies. Cette rencontre avait pour objectif de discuter de façon plus collégiale et en présentiel avec des propriétaires adhérents sur les bienfaits du broyage, les freins à la mise en place du broyage et pour sonder encore une fois les adhérents sur leur intérêt potentiel pour la mise en place d'une CUMA.

Cette conférence s'est tenue le vendredi 19 avril 2024 à Pignans. La première partie de cette conférence visait à sensibiliser les adhérents et les propriétaires invités³ sur les alternatives au brûlage des rémanents ligneux issus des travaux de restauration et d'entretien des vergers de châtaigniers, afin de lancer la discussion sur ces sujets en seconde partie.

Pour cette première partie, le SMMM avait mandaté l'association Les Résilients, et notamment son trésorier également président de la cave coopérative du Luc en Provence, Lionel Azin, qui travaille sur les techniques d'agriculture régénératives.

³ L'ASL SV avait relayé l'invitation du SPCV auprès de ses propriétaires adhérents. Le SMMM avait relayé l'invitation du SPCV auprès des élus du syndicat.



L'animation de la première conférence a été assurée par Lionel Asin, de l'association les résilients, sur l'avantage du broyage des rémanents par rapport au brûlage, selon les contextes. Il nous a exposé les fondements de l'agroécologie, les divers types de broyeurs, les différentes méthodes d'aménagement et l'hydrologie régénérative.

Photo 10 : Conférence, Pignans, 19 avril 2024

Notamment, des rappels ont été fait sur :

- Le fait que brûler des bois vient libérer du carbone et accentuer les effets du changement climatique, en plus de diminuer la qualité de l'air dans le cas de brûlage fréquents sur certaines zones.
- Le fait que broyer les branches peuvent venir enrichir un sol et créer une auto-fertilité.
- Les différents types de broyeurs ont été présentés.

De façon générale, les castanéculteurs présents se sont montré moyennement enthousiastes sur la solution du broyage pour les raisons suivantes :

- L'acheminement d'un broyeur était aussi consommateur de pétrole.
- Le sol des châtaigneraies est le plus souvent un sol forestier (notamment dans les zones les moins accessibles) qui ne nécessitent pas nécessairement un enrichissement.
- La question des maladies (chancre) a également été discutée.

L'ASL SV a rappelé que les spores du chancre ont une durée de vie inférieure à un an et que le fait de laisser le broyat issu des branches de châtaignier en tas pendant un an permettrait d'éliminer les spores viables.

La question de la CUMA a également été discutée :

Etant donné le faible taux d'intérêt pour du broyage, la solution de la CUMA ne semble pas la bonne sur ces problématiques. Certains castanéculteurs disposent déjà de broyeur. Et pourraient décider de mutualiser leur matériel (par exemple dans le cas des agriculteurs par des contrats d'entraide).

L'option la qui est ressortie de cette discussion et qui semble la plus adaptée pour les propriétaires présents étaient de grouper les demandes pour baisser les couts de location d'un broyeur d'un prestataire.

Le broyage peut trouver une plus-value sur les zones plates faciles d'entretien. L'ASL a rappelé que lors des travaux de rénovation, l'option de broyer les rémanents est désormais systématiquement étudiée, et mise en place lorsque possible (cela reste minoritaire).

6.Aspects économiques

Les aspects juridiques de l'étude ont mis en évidence que les propriétaires forestiers optent davantage pour une location mutualisée. Aussi, le chapitre ci-dessous recense les prestataires qui louent des broyeurs forestiers et donne des détails sur les couts de la prestation. Ces coûts devront être actualisés avant chaque prestation.

6.1. Contacts auprès des entreprises de location

Société	Adresse	CP	Commune	Tel fixe	Portable	Mail	Site internet	Contact			Activité principale ¹
								NOM	Prénom	Fonction	
Vert Forêt Service	Z.I. du Sactar	83490	MUY		06 45 03 28 67	contact@vertforetservices.com					Entretien et création, parcs, jardins, espaces verts, débroussaillage, élagage, coordinateur restanques.
SARL Action Travaux Débroussaillage	491 CHE DE SURLE	83230	BORMES-LES-MIMOSAS		06 28 76 49 55	sarl.atd83@gmail.com		Morlot	Yoann Romain	Gérant	Exploitation forestière Travaux forestiers, élagage, débroussaillage, travaux agricoles, vente de bois et location de benne.
ATE Action travaux environnement	200 BOULEVARD FELIX MARTIN	83700	SAINT-RAPHAEL		06 18 95 60 78	gestion@ate83.fr		BALLESTRA	Maurin Baptiste		Services d'aménagement paysager Débroussaillage par moyens mécaniques ou par animaux et l'utilisation commerciale du lait d'ânesse
Horizon Vert	938 rte St Honoré	83250	La Londe les Maures		06 50 78 11 69 06 11 59 66 83	horizonvert83@gmail.com	https://horizonvert-paysage.com/	FRANDON	Philippe	Gérant	Création paysagères Entretien de jardins Elagages et Abattage
Jeoffrey Rinaudo	21 hemeaux ds plaines	83680	LA GARDE FREINET		06 20 05 27 21	entreprise.rinaudo@gmail.com		Rinaudo	Jeoffrey	Gérant	élagages non forestiers / fournisseur biomasse énergie / (compostage)

6.2. Communautés de Communes (CC)

De plus en plus, les communautés de communes mettent en place des actions pour diminuer l'apport de déchets végétaux dans les déchetteries.

Ces actions peuvent servir les particuliers résidents du territoire et celles qui pourraient être utiles pour les castanéiculteurs, en fonction de l'accès et de la configuration / état de leur parcelle sont résumées ci-dessous.

6.2.1. CC Cœur du Var (pour Gonfaron, les Mayons, Pignans)

La CCCV met à disposition gratuitement des administrés 20 broyeurs électriques en prêt, modèle Broyeur Stihl GHE 140. La machine peut broyer des branches jusqu'à de 4 cm de diamètre **maximum**.

La Communauté de Communes Cœur du Var propose également une prestation de broyage à domicile à la hauteur de 18€ par heure.

Il s'agit :

- D'un service actif d'avril à juin et de novembre à janvier.
- Avec Prise de rendez-vous auprès du pôle valorisation des déchets au 04 94 39 44 90.
- D'une Prestation délivrée par un agent de Cœur du Var, habilité à manipuler l'engin.
- Pour une durée de la prestation 1 ou 2h (choix à faire par l'administré).
- Coût de la prestation 18 €/heure (paiement par chèque).



Photo 11 : Broyeur de la ComCom Cœur du Var.

Les conditions à respecter pour être éligible à la prestation de broyage sont :

- Être résident d'une commune du territoire Cœur du Var.
- Fournir un justificatif de domicile et un paiement par chèque.
- Prendre rendez-vous auprès du pôle valorisation des déchets.
- Remplir la charte d'engagement (disponible ici : charte d'engagement).
- Déterminer un lieu adéquat (lieu accessible au véhicule léger avec remorque et ne compromettant pas la sécurité de l'agent).
- Préparer les tas de déchets verts (branches rangées dans le même sens avec peu de ramifications).
- Les branches doivent avoir un diamètre compris entre 3 et 12 cm.
- Être présent obligatoirement au moment du broyage pour aider l'agent.

Toutes les informations disponibles sont au lien ci-dessous :

<https://www.letriacoeur.fr/nos-services/les-broyeurs>

ÉcoSite Cœur du Var – Lieu-dit Les Sigues, 83590 GONFARON - 04.94.39.44.90 / info-dechets@coeurduvar.com

A noter que la CCCV a récupéré de la CUMA Forestière du Var deux broyeurs forestiers monté sur les engins suivants :

- Un takeuchi TL-12 ;
- Un CHAPTRACK 230.

A ce jour, ce matériel n'est plus utilisé.

6.2.2. CC Golfe de Saint Tropez (pour la Garde Freinet)

D'après l'entretien téléphonique du 06 juin 2024 avec Anthony Henry, chargé de mission Economie Circulaire au Pôle déchets à la Communauté de Communes de Golfe de Saint Tropez, un programme de prévention des déchets a été mis en place en 2021 :

- 1- La Com Com a proposé aux 12 communes adhérentes de mutualiser l'achat d'un broyeur ou d'acquérir leur propre broyeur. 6 communes ont pu ainsi acquérir 1 broyeur pour leur déchets verts, subventionné par un programme Life, la communauté de commune et la commune. Des essais pour faire participer les propriétaires privés en mettant à disposition les broyeurs ont aussi été mis en place mais sans réel succès (journée de mise à disposition en un point précis).
- 2- En ce qui concerne les particuliers, la communauté de commune finance 25% du prix d'achat d'un broyeur et jusqu'à hauteur de 400 euros.
- 3- Enfin, toujours à destination des particuliers, la communauté de commune les aide financièrement à hauteur de 50 euros pour de la prestation de broyage auprès d'entreprises et prestataires pré-définis. L'utilisation de ces chèques reste cependant limitée car les entreprises ne se déplacent pas pour des prestations uniques de broyage et souhaite coupler avec de la prestation d'entretien des espaces verts.

Conclusion

Bilan carbone de la gestion des rémanents de coupe

Patrick Arnaud est chercheur INRAE basé à Aix en Provence et travaille sur le *Real Collobrier*. Il a été contacté le 29 février 2024 dans le cadre de l'organisation de la conférence sur l'intérêt du broyage, par le Syndicat Mixte du Massif des Maures.

Son équipe dispose de mesure de hauteur d'eau à Collobrières, plus de mesures de pluviométrie et des sondes de mesures de l'humidité des sols, pour travailler à l'échelle du bassin versant sur le cycle de l'eau. En parallèle, son équipe travaille sur le changement climatique à l'échelle nationale, ce qui inclut le sud de la France.

A partir de ses études, il est très difficile, selon lui de démontrer l'impact positif net d'une activité de broyage versus les activités de brûlage sur les sols pour plusieurs raisons :

- La première, c'est qu'un broyage nécessite le déplacement d'engins lourds qui ont un poids énergétique et qui relargue des gaz à effet de serre dans l'atmosphère.
- La seconde est le brûlage est très localisé à l'échelle de la parcelle.

Un bilan carbone de l'opération (émission de gaz à effet de serre), versus le bilan des activités de brûlage de bois (émission de particules fines) serait intéressant.

Ceci a également été soulevé par les propriétaires adhérents du SPCV lors de la conférence du 29 avril 2024.

En conclusion de cet échange, le chercheur a soulevé que lorsqu'on brûle, on relargue le carbone qui a été préalablement stocké lors de la création du bois, donc l'équilibre carbone est nul, alors qu'en enfouissant, cela crée un gain positif de carbone.

Cependant, certains castanéiculteurs mentionnent que si l'écobuage est encore pratiqué, c'est pour faire lutter contre les incendies.

Toutes ces réflexions montrent les problématiques diverses auxquelles la forêt fait face, la lutte contre les incendies, la lutte contre la sécheresse, la lutte contre les maladies et autres parasites, qui chacune amène des solutions différentes, et plus ou moins impactantes sur les milieux de l'eau, du sol et de l'air. La solution n'est pas unique mais doit être adaptée à chaque cas, en considérant les enjeux

- 'incendie' : enjeu prioritaire si la parcelle est située sur un couloir de feu ou dans une bande de sécurité / support d'une bande de sécurité etc.
- 'sécheresse' : enjeu prioritaire sur les versants sud etc.
- 'qualité des sols' : enjeu prioritaire dans le cas de sols appauvris etc.
- 'qualité de l'air' : enjeu prioritaire en fonction de la qualité de l'air et de sa concentration en poussière / force du vent et vent dominant etc.

Quels impacts de nos pratiques sur le cycle de l'eau ?

Lors de sa conférence, Lionel Asin a ensuite insisté sur l'importance de relancer à petite échelle les grands cycles de l'eau et du sol. La question de la sécheresse et de l'hydrologie régénérative a été débattue avec les castanéiculteurs. Des solutions émergent collectivement comme « planter en courbe de niveau pour que l'eau s'écoule plus lentement », « mettre en place des mini-barrages avec les rémanents », « mettre en place de mur en branchage et feuillage pour limiter le ruissellement de l'eau », « créer de spots de biodiversité », « tenter de conserver l'eau comme l'action d'un 'castor' » (référence aux travaux de Baptiste Morizot).

En ce qui concerne les écoulements des eaux de surface, il n'est pas certain que ces activités de brulis localisés soient impactantes à l'échelle de la parcelle (Patrick Arnaud, 29 février 2024).

Au niveau du cycle de l'eau, le broyat peut avoir un avantage pour éviter l'évaporation lorsque le sol est très entretenu. Mais pour des châtaigneraies sauvages, il n'y a pas beaucoup d'impact car il y a déjà beaucoup d'ombrages et de végétation. L'intérêt serait plus important sur des châtaigneraies très entretenues et pauvre en sol.

Il serait in fine plus intéressant de réfléchir aux autres techniques qui permettrait de faire face aux sécheresses accrues. En effet, le suivi hydrologique en cours sur le *Real Collobrier* montre localement une tendance à la hausse des sécheresses, qui commencent très tôt et finissent très tard dans l'année. Donc tout ce qui pourrait favoriser la reprise des arbres et leur bénéficier pourrait être étudié : le mode de taille et d'élagage etc.

Des exemples ont été cités par les castanéiculteurs sur des noues ou baissières mises en place par les harkis avec des plantations sur des banquettes en courbes de niveau.

Lionel Asin, lors de la conférence du 29 avril 2024 a encouragé les castanéiculteurs à faire des essais, des expérimentations, voir ce qui peut être fait à l'échelle du massif.

Stocker l'eau permettra de lutter contre la sécheresse à l'échelle de la parcelle et contre les inondations à l'échelle du bassin versant.



Photo 12 : Conférence

Lionel Asin rappelle que si les étés resteront secs et les terres probablement asséchées, il s'agit aussi de commencer à stocker l'eau en hiver et au printemps pour limiter le plus possible la période de sécheresse d'une part et les incendie qui peuvent se déclarer de plus en plus tôt d'autre part.

En conclusion, plusieurs castanéiculteurs mentionnent qu'un des cotisants (Raphael Louat) met actuellement en place des aménagements de ce type. Le SMMM montre un intérêt pour visiter cette parcelle, voire partager l'information si les conclusions de ces aménagements sont positives. Une visite pourrait être programmée sur ces sujets en associant des acteurs reconnus sur ces sujets, comme par exemple :

- Le chercheur Bernard Prevosto (bernard.prevosto@inrae.fr) qui travaille sur le cycle de l'eau autour de l'arbre, dont le nom a été cité par Patrick Arnaud ;
- Le bureau d'étude PERMALAB, qui travaille autour de l'eau, de l'arbre et des sols et de l'aménagement des parcelles, dont le nom a été cité par Lionel Azin.

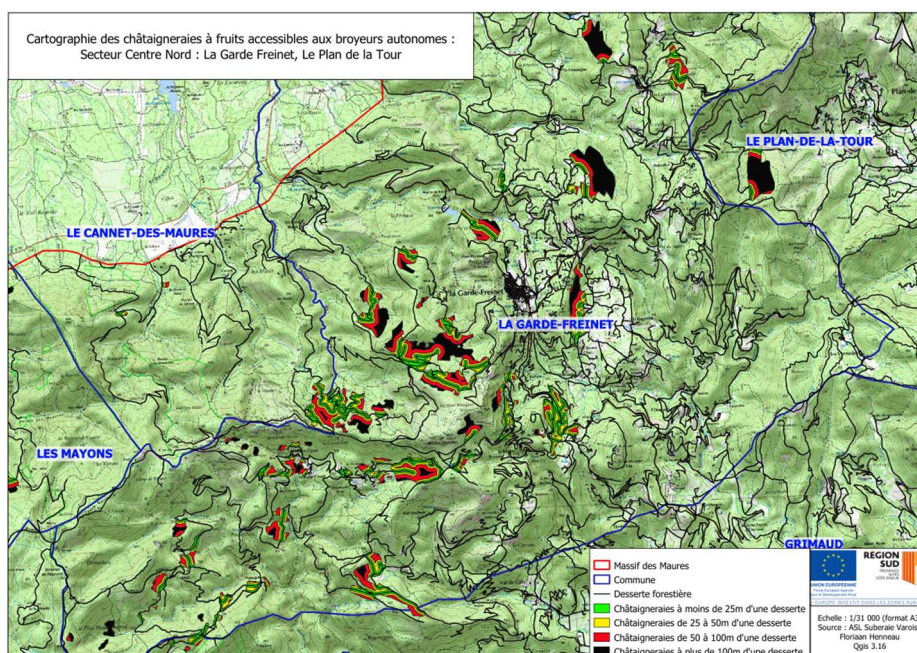


Axe 4 : Rapport sur la faisabilité du broyage

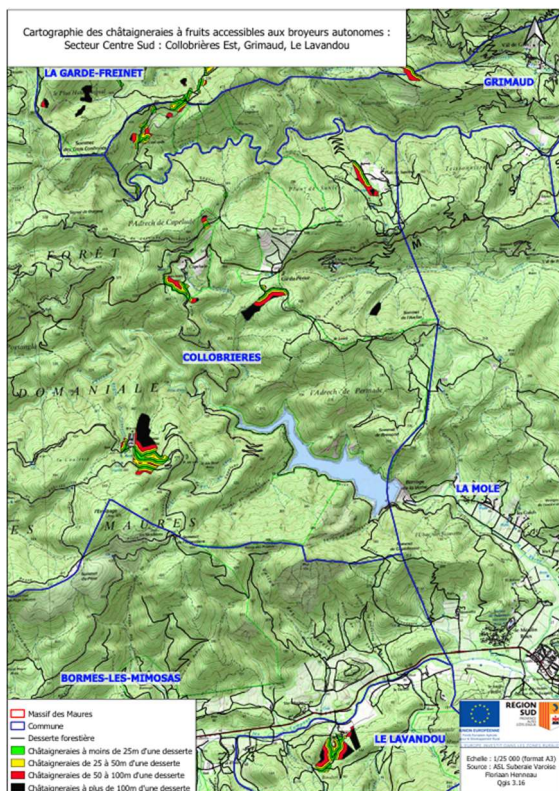
ANNEXE



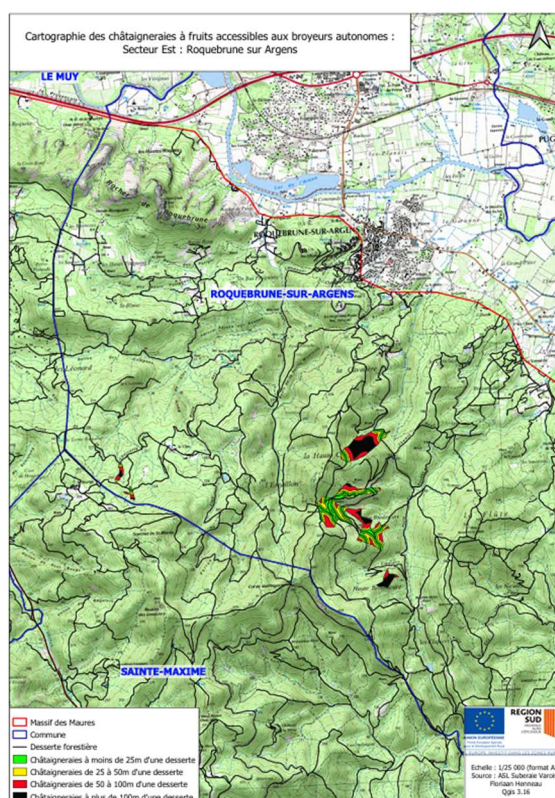
Photo prise par le SPCV lors d'une visite chez un exploitant



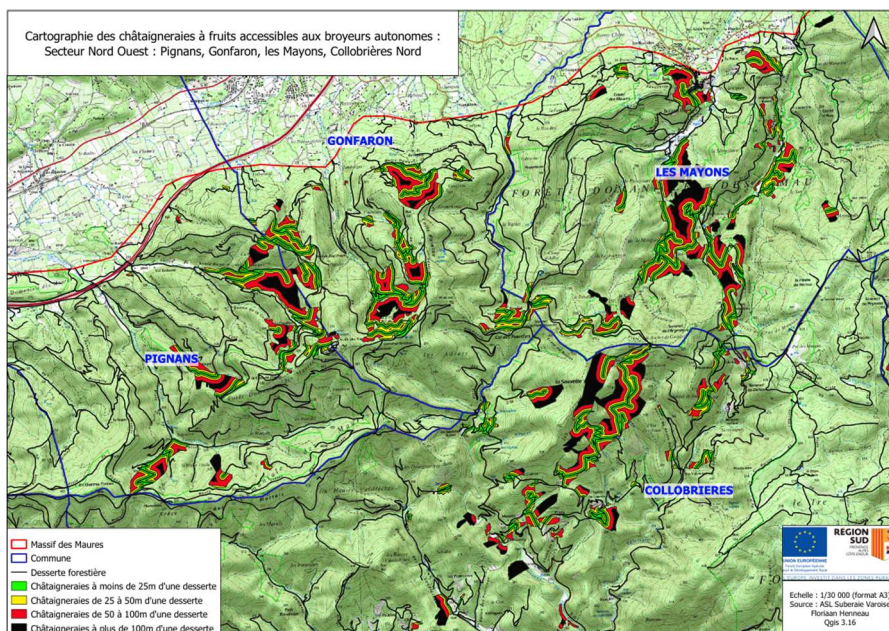
Cartographie des
châtaigneraies à
fruits accessibles
aux broyeurs
autonomes :
Secteur Centre
Nord : La Garde
Freinet, Le Plan
de la Tour



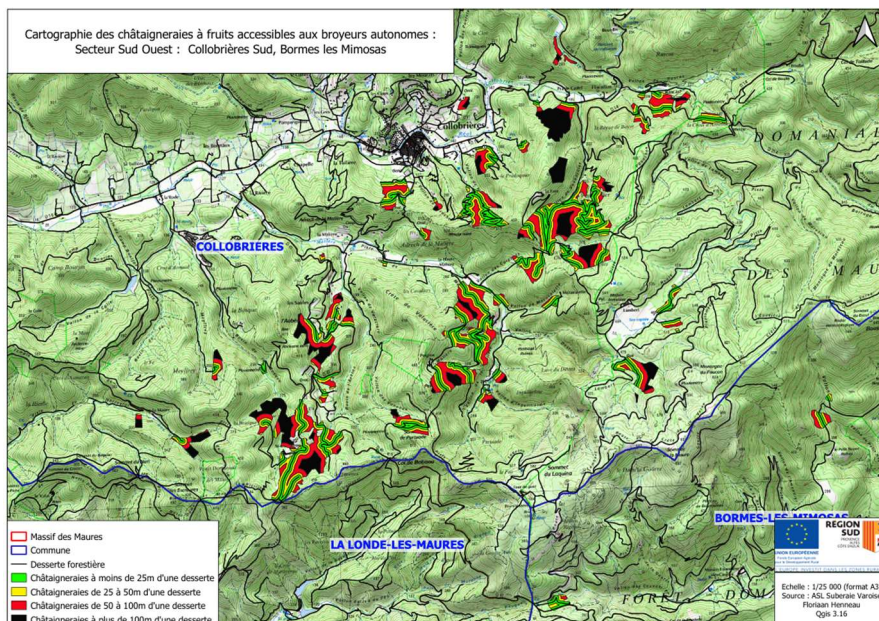
**Cartographie des châtaigneraies à fruits accessibles aux broyeurs autonomes :
Secteur Centre Sud : Collobrières Est,
Grimaud, Le Lavandou**



**Cartographie des châtaigneraies à fruits accessibles aux broyeurs autonomes :
Secteur Est : Roquebrune sur Argens**



**Cartographie des châtaigneraies à fruits accessibles
aux broyeurs
autonomes :
Secteur Nord Ouest
: Pignans, Gonfaron,
les Mayons,
Collobrières Nord**



*Cartographie des
châtaigneraies à
fruits accessibles
aux broyeurs
autonomes : Secteur
Sud-Ouest :
Collobrières Sud,
Bormes les Mimosas*

SLD Maures : Mobilisation de ressources forestières à haute valeur ajoutée sur le Massif des Maures

Axe 4 : Gestion et valorisation des ressources ligneuses castanéicoles

Rapport technique juridique et économique sur la valorisation du bois de châtaignier

Table des matières

Introduction	3
1. Les différentes étapes d'une restauration de châtaigneraie et son entretien	3
2. Aspects techniques	6
2.1. Identification et caractérisation des rémanents issus d'une restauration	6
2.2. Identification des différentes valorisations possibles	9
2.2.1. Vannerie	9
2.2.2. Bordures paysagères en plessis	10
2.2.3. Ganivelles	11
2.2.4. Piquets agricoles (notamment en viticulture)	12
2.2.5. Bois de charpente et bois d'ameublement	13
2.2.6. Traverses paysagères	13
2.2.7. La mise en fascinage de parcelles	14
3. Identification des entreprises, artisans et autres susceptibles d'être intéressés	16
4. Aspects commerciaux	18
5. Aspects Economiques	19
5.1. Essai technico-économique, site n° 1 : Chez Pascale Martin	20
5.1.1. Visite de terrain et premier diagnostic	20
5.1.2. Résultats	21
5.2. Essai technico-économique, site n° 2 : Chez Josiane Condroyer	22
5.2.1. Visite de terrain et premier diagnostic	22
5.2.2. Résultats	23
5.3. Essai technico-économique, site n°3 : chez Mme Imbert	25
5.4. Conclusion de ces cas d'étude	25
5.5. Compte rendu des essais de valorisation	26



5.5.1.	Compte rendu des essais de valorisation, site n°4 : Contrat Natura 2000 chez Francois PEAN.....	26
5.5.2.	Compte rendu des essais de valorisation, site n°5 : Chez Loïc Frayssinet	28
5.5.3.	Visite chez un castanéiculteur pratiquant le fascinage de ces parcelles.....	29
5.6.	Mise en relation vendeurs et acheteurs : conférence avril 2024.....	30
6.	Ouverture	32
6.1.	Valorisation cosmétiques réalisés avec Forêt Modèle de Provence	32
6.2.	La gestion du Châtaignier et ses usages : visite terrain à Courniou les Grottes (34).....	32
ANNEXE		34

Introduction

La gestion des châtaigneraies fruitières peut générer une quantité importante de bois, lors de son entretien mais surtout dans le cadre de la rénovation d'anciennes châtaigneraies abandonnées depuis plusieurs dizaines d'années. Ces bois issus d'abattages ou de tailles sont usuellement appelés rémanents, pour causes, ils sont le plus souvent laissés sur place, débités et mis en tas pour les plus grosses sections, broyés ou le plus souvent brûlés pour les plus petites. La seule valorisation réellement existante étant son utilisation en bois de chauffage, principalement pour un usage personnel du propriétaire, lorsque l'accès et le chargement son aisés.

Les bois issus des travaux de restauration des châtaigneraies présentent une forte hétérogénéité tant au niveau des diamètres et longueurs : fûts de sujets sauvages abattus, charpentières de châtaigniers greffés élagués, jeunes rejets issus des tailles de formations ou de la coupe des rejets de souche, qu'au niveau de leur qualité : rectitude, nœuds, bois morts ou même de leur nature : bois des châtaigniers greffés ou sauvages ou des autres essences implantées dans la châtaigneraie (chênes pubescents, chênes verts, arbousiers...).

Le bois de châtaignier présente pourtant de nombreuses qualités pour un usage en bois d'œuvre au sens large, notamment du fait d'une excellente résistance mécanique et d'une grande durabilité de son duramen permettant un usage intérieur comme extérieur grâce à sa résistance aux champignons et aux insectes (bois de classe 3).

Conscients de ces qualités, les gestionnaires et les propriétaires de châtaigneraies recherchent des solutions pour valoriser ces ressources, autres que châtaignes et marrons, issues de leurs châtaigneraies.

La valorisation de ces sous-produits nécessite dans un premier temps à la fois une caractérisation des ressources valorisables à travers la recherche de débouchées et d'utilisations adaptées aux spécificités des bois issus des châtaigneraies à fruits et l'identification d'acheteurs potentiels. De fait cette étude s'est déroulée en travaillant sur les axes suivants :

- Identification des ressources valorisables et des différentes manières de les valoriser.
- Identification des entreprises, artisans et autres acheteurs potentiels.
- Essais de valorisation des ressources identifiées.
- Création d'un réseau et mise en relation vendeurs / acheteurs.

1. Les différentes étapes d'une restauration de châtaigneraie et son entretien

Pour mener à bien l'intervention dans un verger de châtaigniers, un diagnostic préalable est essentiel. Ce diagnostic est réalisé arbre par arbre, en tenant compte de l'état de vigueur de chacun afin de déterminer les actions les plus adaptées. Ces chantiers d'entretien sont souvent

nécessaires dans des parcelles abandonnées depuis plusieurs dizaines d'années, ou difficiles d'accès au sein du massif, rendant l'intervention particulièrement complexe.

Traditionnellement, un verger de châtaigniers dans le massif des Maures se caractérise par des arbres greffés de variétés locales, espacés de 8 à 12 mètres les uns des autres. Ces arbres sont menés sur plusieurs charpentières pour optimiser la mise à fruit, contrastant ainsi avec les châtaigneraies sauvages où les arbres poussent naturellement avec une plus forte densité, sans intervention humaine.

Quant aux nouvelles plantations, elles sont généralement abordées en complément du travail d'entretien des vergers existants. Elles sont souvent réalisées pour restaurer ou agrandir les vergers, en suivant les mêmes principes de diversité variétale et d'espacement adaptés au terroir local.

Après le diagnostic initial, les interventions dans un verger de châtaigniers se déroulent selon un processus chronologique bien défini, chacune ayant des objectifs précis et utilisant des techniques spécifiques. Voici les étapes principales :

❖ Débroussaillage

Le débroussaillage est la première étape et vise à ouvrir le sous-bois. Cela facilite l'accès aux arbres pour la récolte ultérieure des châtaignes et permet une meilleure visibilité pour le diagnostic précis de chaque arbre. De plus, il réduit la concurrence entre les essences de maquis et les châtaigniers, notamment sur la ressource hydrique.

- **Techniques** : Le débroussaillage peut être réalisé manuellement avec des débroussailleuses portatives ou de manière mécanisée, utilisant des engins adaptés (broyeurs sur tracteur forestier) lorsque les surfaces à traiter sont importantes, présentent de faibles pentes ou un sous-bois particulièrement denses.

❖ Abattages et suppression des rejets de souche

La seconde étape consiste à sélectionner les arbres de production (sujets greffés) et à réaliser l'abattage des arbres concurrents (châtaigniers sauvages et autres essences) pour favoriser l'accès à la lumière et à l'eau des arbres conservés. Cette éclaircie du peuplement est réalisée en veillant toutefois à ne pas réaliser une ouverture trop brutale du couvert forestier, notamment sur des vergers présentant une faible densité de sujets greffés, en conservant des sujets non productifs en mélange. Cette étape d'éclaircie peut engendrer une grande quantité de bois sur des châtaigneraies abandonnées depuis plusieurs dizaines d'années. De la même façon les rejets de souches développés en dessous des points de greffe des sujets greffés sont abattus par la même occasion.

- **Techniques** : Abattages réalisés manuellement par des bûcherons à la tronçonneuse.

❖ Élagages

Une fois les châtaigniers mis à distance, on procède généralement à un élagage des sujets greffés, élagage dit « sévère ».

Cette technique vise à redonner de la vigueur au châtaignier, relancer la production de fruits et à en augmenter le calibre. L'opération consiste à rabattre fortement les branches charpentières et la cime de l'arbre, souvent dépérissant, jusqu'au départ de "bois lisses", branches plus jeunes et saines, dont on ne conservera qu'une longueur d'environ 20cm depuis leur point d'ancrage sur le tronc ou sur une charpentière. C'est donc la présence de ce bois lisse, son état et sa répartition sur l'arbre qui déterminent la faisabilité d'un élagage et le niveau auquel l'arbre doit être rabattu. Dans tous les cas, cette réduction de la partie aérienne se fait bien entendu au-dessus du point de greffe. En pratiquant un élagage sévère sur un châtaignier, on raccourcit le chemin de sève. L'arbre sera alors mieux alimenté, ce qui favorisera une réaction vigoureuse : le développement de nombreux rejets (pousses de bois jeune et vigoureux), principalement au niveau des sections de bois lisse conservées par le développement de bourgeons dormants.

- **Techniques** : Elagages réalisés par des élagueurs à l'aide de tronçonneuses légères ou de scies adaptées.

❖ Tailles de formation

Suite à l'élagage et au développement des nombreux rejets en deçà des coupes réalisées, une sélection de ces rejets peut s'avérer nécessaire, 3 à 5 ans après l'élagage, il s'agit de la taille de formation. Cette opération consiste à supprimer certains rejets afin de former la nouvelle architecture de l'arbre de façon équilibrée dans chaque direction. On en profitera pour supprimer les rejets qui se croisent, les rejets mal ancrés au tronc et les rejets chançrés.

- **Techniques** : Tailles réalisées par un élagueur à la scie manuelle ou à la petite élagieuse, cette intervention vise à façonner l'arbre en lui donnant une structure propice à la fructification.

❖ Entretien : suppression des rejets de souche

A l'issue des étapes de restauration à proprement parler des sujets greffés, des rejets de souches peuvent continuer à émerger sur les anciens sujets greffés. Ces rejets doivent être régulièrement supprimés afin qu'ils ne constituent pas des gourmands dont le développement se fait au détriment du houppier principal de l'arbre.

- **Techniques** : Suppression des rejets réalisée généralement par le castanéculteur à l'aide d'un sécateur, un coupe branche ou d'une petite élagieuse.

2. Aspects techniques

2.1. Identification et caractérisation des rémanents issus d'une restauration

❖ Troncs des sujets sauvages abattus

Lorsqu'un chantier de restauration est entrepris sur un ancien verger de châtaigniers abandonné depuis plusieurs dizaines d'année, parfois une cinquantaine d'année, il n'est pas rare de trouver des arbres d'autres essences (Chênes pubescents, Chênes verts, Pins maritimes...) et des Châtaigniers sauvages implantés au sein du verger. Ces sujets parfois mûres sont généralement abattus afin de favoriser les anciens sujets greffés de châtaignier et de permettre une mise en lumière de leur houppier nécessaire à la mise à fruit.

- Caractéristiques :

Les fûts des sujets abattus présentent généralement de bonnes qualités en termes de rectitude et hauteur car les anciens vergers de châtaigniers étaient implantés sur les stations forestières parmi les plus favorables en termes de fertilité et de ressource hydrique. Toutefois ces derniers présentent une forte variabilité en termes d'essence et de taille car ils sont issus d'une colonisation naturelle et progressive de la parcelle.

- Quantités :

Les volumes disponibles par hectares de ces bois sont très variables et généralement corrélés à la durée d'abandon de la parcelle. Nous estimerons le volume moyen de fûts à environ 10 m³/ha sur une fourchette allant de 1 à 50 m³/ha en intégrant ici uniquement les vergers dont l'état d'abandon permet encore d'envisager une réhabilitation.

❖ Charpentières issues des élagages

L'élagage sévère est pratiqué sur les anciens sujets greffés présentant un état de vigueur encore suffisant pour permettre la reconstitution d'un houppier après la taille. Cette opération génère un important volume de bois constitué des charpentières rabattues.

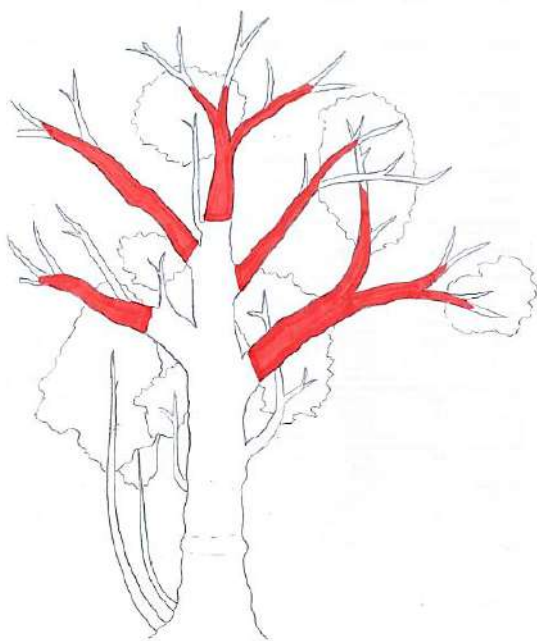


Illustration 1 : Charpentières rabattues lors de l'élagage sévère sur un ancien sujet greffé (en rouge). © Florian HENNEAU – ASL SV

- Caractéristiques :

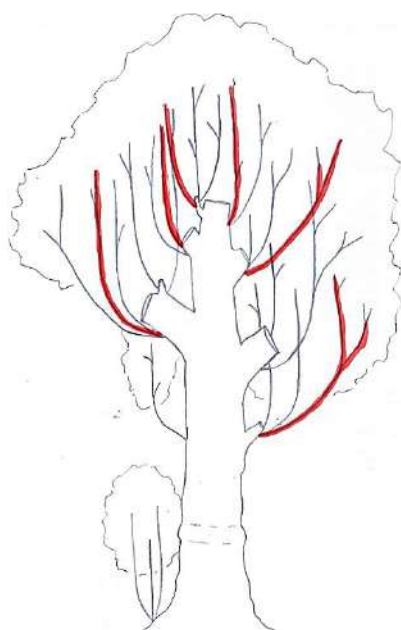
Les anciens châtaigniers faisant l'objet des élagages présentent des signes de senescence et de dépérissement, notamment par des descentes de cime importantes. De fait, les charpentières rabattues sont majoritairement des bois partiellement verts et partiellement morts pouvant présenter une dégradation avancée du bois (pourritures, cœur creux, galeries d'insectes xylophages). Ces branches présentent un diamètre basal important souvent compris entre 30 et 50 cm. Cependant, la conicité des charpentières est forte et leur rectitude souvent très mauvaise.

- Quantités :

Le bois issu des charpentières constitue les volumes de rémanent les plus importants de l'opération de restauration du verger. Ce volume peut être estimé à environ 50 m³/ha en moyenne.

❖ **Jeunes branches issues des tailles de formation**

Suite à l'élagage les châtaigniers vont émettre de nombreuses branches sous les traits de coupe afin de reconstituer leur houppier. Une partie de ces jeunes branches est supprimée, lors d'une taille de formation, 3 à 5 ans suite au premier élagage, afin de supprimer les brins surnuméraires qui croisent d'autres branches, qui sont cancrés ou mal encrés.



-Caractéristiques :

Les jeunes branches de 3 à 5 ans supprimées sont de petits diamètres (3 à 5 cm) mais elles sont souvent très droites et élancées avec une hauteur totale de 2 à 4 m.

-Quantités :

Les quantités sont très faibles sur ces branches de petites tailles avoisinant 0,4 m³/ha.

Illustration 2 : Jeunes branches supprimées lors de la taille de formation sur un sujet élagué (en rouge). © Floriaan HENNEAU – ASL SV

❖ **Rejets de souches**

Les rejets de souche sont émis par le porte greffe en deçà du point de greffe. Ils peuvent émerger tout au long de la vie de l'arbre bien qu'ils soient favorisés par une mise en lumière de la souche et par l'élagage sévère.

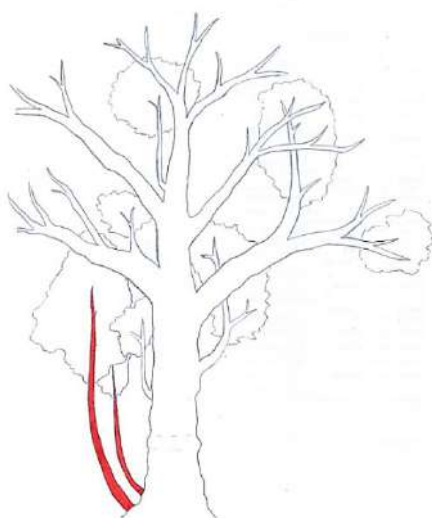


Illustration 3 : Anciens rejets de souche supprimés en même temps que l'élagage (en rouge).
© Floriaan HENNEAU – ASL SV

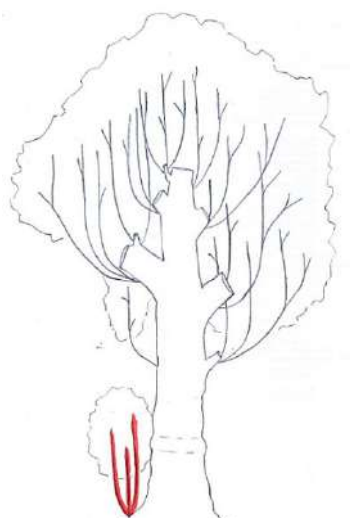


Illustration 4 : Jeunes rejets de souche supprimés en même temps que la taille de formation (en rouge). © Floriaan HENNEAU – ASL SV

Ainsi, lors de l'itinéraire de restauration, d'anciens rejets de souche (5 à 30 ans) sont supprimés lors de l'élagage des sujets greffés et des repousses de jeunes rejets de souche (1 à 5 ans) sont supprimés lors des tailles de formation 3 à 5 ans après l'élagage.

- Caractéristiques :

Les rejets de souche présentent une bonne rectitude et une faible conicité. Sur les anciens rejets de souche supprimés lors de l'élagage les diamètres peuvent atteindre 20cm environ et une hauteur de 6 à 8m. Sur les jeunes rejets de souche émis suite à l'élagage, le diamètre dépasse rarement 3cm pour une hauteur 1 à 2m.

- Quantités :

Les quantités sont très faibles allant de 0,5 à 1m³/ha pour les anciens rejets de souche supprimés lors de l'élagage à 0,2 – 0,3 m³/ha pour les rejets de souche supprimés suite à l'élagage.

2.2. Identification des différentes valorisations possibles

Afin de faire suite aux réunions de lancement et de cadrage du 19 janvier et 30 mai 2023 entre le SPCV et l'ASL, qui ont permis de mettre en évidence plusieurs pistes quant à la valorisation des rémanents de châtaigniers, la chargée de mission du SPCV a réalisé quelques recherches bibliographiques et sitographiques afin de faire ressortir une première fiche descriptive de ses techniques.

2.2.1. Vannerie

La vannerie est un artisanat consistant à créer des objets en tressant des matériaux flexibles tels que des tiges, des feuilles et des branches. Les châtaigniers, largement répandus dans de nombreuses régions, fournissent des rémanents comme les branches, les écorces et les feuilles qui peuvent être utilisés pour créer une variété d'objets de vannerie, allant des paniers aux chapeaux en passant par les nattes.

Les techniques de vannerie utilisées avec les rémanents de châtaigniers incluent :

1. Le tressage : Les brins de rémanents sont entrelacés pour former des motifs géométriques ou organiques. Cette technique est couramment utilisée pour créer des paniers et des nattes.
2. La torsion : Les brins sont tordus pour créer des cordes et des liens robustes, utilisés pour renforcer les structures de vannerie.
3. Le tissage : Les brins sont croisés à la manière d'un tissage pour créer des surfaces planes ou en relief, souvent utilisées pour les couvercles de paniers et les bases de sièges.



Photo 1 : Vannerie en châtaignier exposée à la Maison de la Vannerie (Fayl-Billot, Haute-Marne). Licence Creative Commons

❖ Applications et Avantages

La vannerie à partir des rémanents de châtaigniers présente plusieurs avantages :

- **Durabilité** : Les rémanents de châtaigniers sont naturellement résistants et flexibles, ce qui rend les objets de vannerie fabriqués à partir de ces matériaux durables et capables de résister à une utilisation quotidienne.
- **Esthétique** : Les couleurs naturelles et les motifs organiques des rémanents de châtaigniers confèrent aux objets de vannerie une beauté rustique et authentique.

❖ Ressources identifiées au sein de la châtaigneraie

- Jeunes branches supprimées lors des tailles de formation
- Rejets de souches de 1 à 5 ans

2.2.2. Bordures paysagères en plessis

La valorisation des gaulettes de châtaignier en aménagements paysagers constitue une pratique innovante et durable, mise en avant dans le rapport technique du FEADER de 2017 (p. 112). Ces tiges fines, issues de l'élagage des châtaigneraies, sont traditionnellement considérées comme des sous-produits de faible valeur. Cependant, leur utilisation dans la création de clôtures, des panneaux de gaulettes tressées (plessis) ou des décorations extérieures (comme des feuilles pour plantes grimpantes) apporte une nouvelle dimension à la gestion des châtaigneraies. Cette approche permet non seulement de réduire les déchets agricoles, mais aussi de générer des revenus supplémentaires pour les exploitants, tout en contribuant à des aménagements paysagers esthétiques, écologiques et locaux. En intégrant les gaulettes dans les projets d'aménagement, les agriculteurs participent à une économie circulaire, valorisant pleinement les ressources disponibles tout en favorisant la durabilité et la biodiversité des espaces ruraux.



Photos 2 et 3 : Gaulettes de châtaignier stockées en ballots à gauche ; Gaulettes agencées en plessis sur un aménagement paysager à droite. © Permabita

❖ Ressources identifiées au sein de la châtaigneraie

- Les gaulettes en bois brut de châtaignier, de diamètre 2 à 3 cm, sont des jeunes pousses (rejets de souches) de châtaignier âgées de 3-5 ans : les branches sont rondes et brutes c'est-à-dire avec les écorces du bois.

2.2.3. Ganivelles

Les ganivelles sont des structures de clôture traditionnelles utilisées pour délimiter les espaces et protéger les zones sensibles, et la réalisation de ces structures à partir de châtaigniers offre une approche durable et esthétiquement plaisante.

❖ Matériaux et Techniques

Les châtaigniers fournissent des matériaux adaptés à la réalisation de ganivelles :

1. Branches de châtaigniers : Les branches droites et flexibles sont coupées et préparées pour être utilisées comme montants verticaux dans la ganivelle.
2. Écorces et fibres : Les écorces de châtaigniers peuvent être utilisées pour tresser et entrelacer les éléments horizontaux entre les montants verticaux.



Photo 4 : Ganivelle en châtaignier utilisée en protection individuelle de jeunes plants de châtaigniers contre les dégâts de gibier.

© Florian HENNEAU - ASL SV

❖ Ressources identifiées au sein de la châtaigneraie

- Jeunes branches supprimées lors des tailles de formation
- Rejets de souches d'au moins 5 ans

2.2.4. Piquets agricoles (notamment en viticulture)

Les rejets des châtaigneraies étaient autrefois utilisés (jusque dans les années 1970) pour réaliser des piquets de vignes directement par les propriétaires de châtaigneraies et de parcelles de vignes.

Les avantages des piquets en châtaignier sont principalement la robustesse, la longévité (jusqu'à 20 ans) et la faible demande d'entretien dû à leur grande résistance au pourrissement.

❖ Ressources identifiées au sein de la châtaigneraie

- Rejets de souches d'au moins 5 à 10 ans
- Troncs des sujets sauvages abattus (châtaigniers de faibles diamètre)



Photos 5 et 6 : Piquets de châtaigniers écorcés et non écorcés. Source : www.piquets-chataignier.fr

2.2.5. Bois de charpente et bois d'ameublement

Depuis toujours, le châtaigner a également été utilisé pour réaliser des bois de charpente et d'ameublement. Aujourd'hui, considéré comme une essence non intéressante pour l'industrie, certains particulier ou menuisier continue de l'utiliser à la marge.



Photos 7 : Charpente en châtaigner. Source : © Permabita

❖ Ressources identifiées au sein de la châtaigneraie

- Troncs des sujets sauvages abattus

2.2.6. Traverses paysagères

Les traverses paysagères en châtaigner sont des éléments essentiels pour l'aménagement extérieur. Voici quelques utilisations possibles :

- Délimitation et bordures : les traverses en châtaigner peuvent servir à délimiter des espaces tels que des massifs de fleurs ou des places de stationnement.
- Soutien des terrasses et plantations : elles peuvent être utilisées pour créer des chemins, des pontons ou des terrasses.
- Soulignement des mouvements de terrain : p exemple, pour construire des escaliers ou des retenues de terre.

Le châtaigner est un bois dense et polyvalent, résistant à la plupart des insectes xylophages. Sans traitement, il possède une "durabilité naturelle". Sa teinte claire et homogène ainsi que sa patine grise argentée au fil du temps en font un excellent choix pour l'aménagement paysager.

❖ Ressources identifiées au sein de la châtaigneraie

- Troncs des sujets sauvages abattus (les plus gros sujets)
- Sections relativement droites de charpentières issues des élagages



Photos 8, 9 et 10 : Traverses paysagères. © Permabita

2.2.7. La mise en fascinage de parcelles

Anciennement assuré par la présence de berges soutenues par des restanques (ouvrages en pierres sèches), le maintien des sols est un enjeu important lorsque l'on cultive sur pentes comme c'est le cas de la majorité des châtaigneraies du massif des Maures. Ces ouvrages permettant à la fois de protéger les sols de l'érosion et de faciliter l'infiltration des eaux de ruissellement dans les sols se dégradent malheureusement sans que leur restauration ne soit entreprise du fait de la perte du savoir-faire mais surtout du coût prohibitif que représente un tel chantier. Les enjeux relatifs à la fertilité des sols et à leur réserve utile en eau libre sont pourtant plus que jamais essentiels à la santé des vergers de châtaigniers qui souffrent du réchauffement climatique.

En s'inspirant de techniques de génie végétal appliquées à la restauration des ripisylves, le fascinage se développe en milieux forestiers pour répondre dans un premier temps à des besoins de maintiens des sols incendiés.

La mise en fascinage est une technique traditionnelle consistant à agencer des branches et troncs d'arbres sur courbes de niveau en assurant un contact régulier avec le sol sur toute sa longueur et en prenant appuis sur les arbres en place et des piquets ajoutés si nécessaire.



Photos 11 et 12 : Exemples de réalisations sur terrains incendiés à partir des troncs de sujets matures à gauche et de gaules à droite. © Florian Henneau - ASL SV

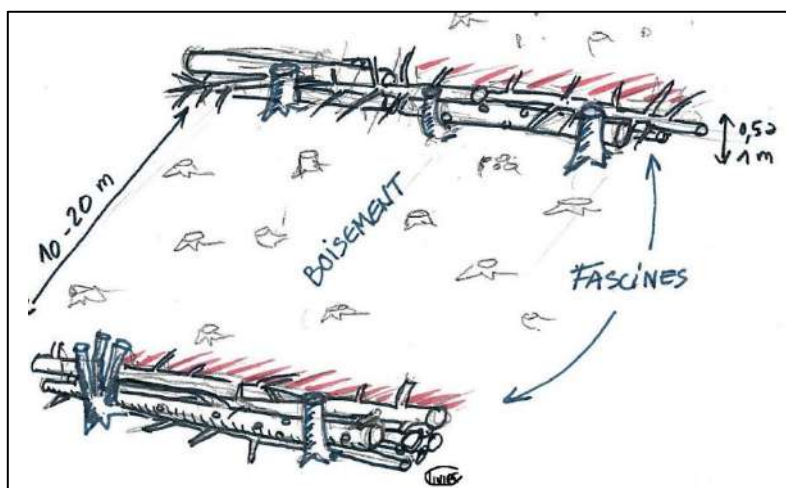


Illustration 5 : Croquis de la réalisation de fascines. ©Alcina

❖ Avantages de l'utilisation des rémanents de chantiers de valorisation

1. Réduction de l'érosion : En protégeant le sol contre l'érosion, les rémanents réduisent le risque de perte de terre, de litière et d'humus permettant de préserver les nutriments et le réservoir en eau que constitue le sol. Cela est particulièrement crucial dans les pentes des châtaigneraies, où l'érosion peut être préjudiciable.
2. Rétention de l'eau : Les fascines permettent également de ralentir le ruissellement et favorisent ainsi l'infiltration des eaux pluviales dans les sols. De plus, les matériaux organiques aident à retenir l'humidité dans le sol, ce qui est important pour maintenir des

conditions de croissance optimales pour les châtaigniers, qui ont besoin d'un sol bien humidifié.

3. Habitat pour la biodiversité : Les rémanents disposés en fascines offrent un abri pour une variété d'organismes, contribuant ainsi à la biodiversité locale. Cela peut avoir des effets positifs sur la régulation naturelle des ravageurs et des maladies.
4. Amélioration de la fertilité du sol : Les rémanents organiques se décomposent lentement, libérant des nutriments essentiels dans le sol. Cela peut augmenter la fertilité du sol et favoriser la croissance des châtaigniers.

❖ Conditions requises

- 1 La mise en fascine des bois peut nécessiter un coût supplémentaire sur le budget d'un chantier de restauration. Bien que la disposition des troncs sur courbes de niveau peut engendrer un coût similaire à leur débit en 1m et mise en tas, le manque de point d'encrage naturels au sein d'une châtaigneraie (espacement moyen d'environ 10m) nécessite généralement la pose de piquets supplémentaires qui occasionne ce surcoût. D'un point de vu budget sur un chantier de fascinage en plein (cas post incendie) le coût à l'hectare est en moyenne de 3 500 euros HT. Sur un verger de châtaignier où le volume de bois à abattre et agencer est bien inférieur nous pouvons estimer ce coût à environ 2 000 euros HT / ha (abattage des sujets à utiliser, démontage des houppiers, disposition sur courbes de niveau).
- 2 Pour que l'ouvrage soit efficace seuls les tronçons présentant une bonne rectitude sur une longueur d'au moins 2 à 3m peuvent être utilisés. De fait, cette valorisation utilise les ressources identifiées pour la valorisation en bois de charpente, piquets agricoles et traverses paysagères.

❖ Ressources identifiées au sein de la châtaigneraie

- Troncs des sujets sauvages abattus (châtaigniers et autres essences)
- Sections droites de charpentières issues des élagages
- Rejets de souches d'au moins 5 à 10 ans

3. Identification des entreprises, artisans et autres susceptibles d'être intéressés.

Les entreprises identifiées pour ces différentes utilisations sont :

Utilisations	Entreprises	Commentaires	Contacts
Vannerie	FONTACHOULET.COM	N'utilise que l'osier	06 08 21 48 08
Ganivelles Et	Paysagiste type : • UrbaVar	Permabita (voir plus bas) a eu de nombreux	04 94 65 01 91

Traverses paysagères		échanges avec la société Urbavar, entreprise de travaux d'aménagement extérieur, qui pose des ganivelles entre autres, et qui est intéressée pour utiliser de la ressource locale.	
Piquet agricole (notamment en viticulture)	Cave coopérative et Domaine type : • Domaine Gasqui, Gonfaron • Viticulteurs identifiés sur la commune de Gonfaron (contacter le SPCV)		
Bois de charpente et bois d'ameublement	Menuisier type : • Art'Naud, Collobrières • Philippe Villard, menuisier au Lavandou	Art'Naud utilise les ressources ligneuses castanéicoles qui lui sont offertes gratuitement. Il est d'accord pour participer à une expérience dans le cadre de ce projet, mais cela sera conditionné par le prix.	06 70 55 54 50
Fascinage de parcelles	• EURL Vincent Minazzo • D&D Services Forestiers	Entreprises qualifiées dans la mise en fascines de parcelles forestières.	vincent.minazzo@orange.fr davidflorin1984@gmail.com

A noter que le chargé de mission du SPCV a pris contact avec d'autres entreprises qui n'ont pas été identifiées comme utilisatrice de bois de châtaigner, et que leurs échanges sont résumés ci-dessous :

- Proludic est un fabricant d'aire de jeu en bois bruts, mais il utilise plutôt le robinier comme bois.

<https://www.proludic.fr/produits/aires-jeux/jeux-multifonctions/origin/>

- Piquets de châtaignier : le SPCV a pris contact avec plusieurs caves coopératives pour savoir si elles peuvent jouer le rôle de relais ou de domaines pour la vente. La cave des vignerons de Collobrières, située à Notre-Dame de la Tour, ainsi que la cave coopérative vinicole à la Londe les Maures ne sont pas intéressées.

4.Aspects commerciaux

Lors de travaux réalisés par l'intermédiaire de l'Association Syndicale Libre de la Suberaie Varoise, le bois est généralement vendu par l'ASL qui rétrocède le bénéfice au propriétaire permettant ainsi de financer une partie des travaux. L'ASL SV se rémunère au travers d'une commission calculée sur le prix de vente de la façon suivante :

- 12 % du prix de vente si le produit est vendu bord de route (bois est stocké en bord de parcelle / transport du bois est à la charge de l'acheteur) ou livré.
- 25 % du prix de vente si le produit est vendu sur pied (dans ce cas l'abattage, les débits, le débardage et le transport est à la charge de l'acheteur).

Afin de creuser les valorisations possibles, l'idée a rapidement émergé de mettre en place un chantier test entre le SPCV et l'ASL en tant que maître d'œuvre de travaux à mener, et l'association **Permabita** pour étudier au mieux la réutilisation possible des bois et leur valorisation.

Permabita est une association dont l'objectif est de développer des ressources locales : paille, bois, liège. Pour cela, il réalise et actualise un inventaire des ressources et des acteurs et cherche à accompagner des projets locaux. Plusieurs projets ont déjà vu le jour avec par exemple :

- Plan d'Aups : un fournil à pain avec du pin sylvestre d'un bois à 3 km ;
- Des ventes de cyprès locaux pour réaliser une terrasse ;
- Une vente de bois de chêne liège ;
- Des formations pour faire du béton en liège.

A ce jour, ce sont essentiellement des chantiers expérimentaux qui ont vu le jour, car il y a une problématique de stockage des ressources. A court terme, un des objectifs est de développer des lieux de stockage. Un autre projet est de lancer une coopérative avec FMP, Permabita et les acteurs du réseau (charpentiers, ébénistes, designers, scieurs, etc.) [étude d'opportunité en cours, financées par l'ADEME].

Permabita étudie chaque cas sur mesure pour fournir la meilleure valorisation possible en fonction de la ressource et de son carnet d'adresse. Le temps passé par le chargé de mission doit néanmoins être rémunéré. L'association achète le bois sur pied ou bord de route et le revend à une personne de son réseau.

Par ailleurs, le chargé de mission de Permabita, Loïc Frayssinet, est propriétaire forestier, adhérent du SPCV, et de l'ASL et investi dans l'association Ecobatissons <https://www.ecobatissons.com>.

5. Aspects Economiques

Dans le cadre de ce FEADER, le SPCV a contacté et proposé aux propriétaires de réaliser des travaux et d'établir des diagnostics de valorisation des bois sur leur propriétés. Au total 25 adhérents ciblés au SPCV ont été contactés pour savoir s'il y a des travaux à réaliser.

Les coûts suivants avaient été préalablement partagés par Permabita pour donner un référentiel aux adhérents du SPCV lors des démarches téléphoniques (coûts estimés des dernières opérations qu'ils ont menées. Ces coûts correspondent uniquement à la valorisation en traverses paysagères) :

- Essence Châtaigner :
 - Prix d'achat sur pied pour le propriétaire : 50 € / m³ ;
 - Prix d'achat bord de route : entre 450 et 600 € / m³ ;
 - Prix de vente du produit fini : environ 800 € / m³ en planche ou en poutre.

A titre comparatif, les coûts suivants ont été partagés pour d'autres essences :

- Essence Pin Sylvestre :
 - Prix d'achat pour le propriétaire : 20 € achetés sur pied ;
 - Coût de revient : 420 € / m³ (achat du bois 12% et débardage 30%)
 - Prix de vente : 500 € / m³.
- Essence Cyprès (équivalent chêne liège) :
 - Prix d'achat bois sur pied + exploitation pour le propriétaire (inclut débardage, hors sciage) : 276 € / m³ ;
 - Prix de vente : 1000 € / m³ sans la livraison.
- Essence Peuplier (acheté à l'ASL) :
 - Prix d'achat bois sur pied + exploitation pour le propriétaire, débardage inclut et hors sciage : 72 € / m³ ;
 - Prix de revient : 370 € / m³ ;
 - Prix de vente : 400 à 500 € / m³.

Suite à ces relances téléphoniques, trois prises de rendez-vous pour des essais technico-économiques ont été réalisés sur site.

5.1. Essai technico-économique, site n° 1 : Chez Pascale Martin

5.1.1. Visite de terrain et premier diagnostic

Le SPCV a organisé une première sortie avec l'ASL sur la parcelle d'une adhérente (Pascale Martin) afin de réaliser un diagnostic et évaluer la quantité et la qualité des résidus de rénovation (sortie terrain en date du 24/10/23 pour évaluer la quantité et la qualité des résidus sur une parcelle à Font frayes et Carmaures sur la commune de Gonfaron).

Après avoir fait le tour de la première parcelle, les travaux de rénovation suivants ont été proposés dans la partie verger :

- Une partie du verger doit être débroussaillée ;
- 12 arbres nécessitent des élagages légers, sévères et d'autres mixtes ;
- 3 arbres nécessitent des tailles de formation.

Après l'estimation de la quantité de résidus, plusieurs valorisations ont été envisagées pour les charpentières issues des élagages. Toutefois, en raison de la courbure des charpentières, il n'est pas possible de les valoriser en traverses paysagères. De plus, le volume de bois disponible est insuffisant pour remplir un camion, rendant le coût du débardage et du transport supérieur à la valeur des bois livrés.

Les sections les plus droites, bien que d'un diamètre insuffisant pour la création de traverses, peuvent être utilisées pour la réalisation de fascines, disposées sur les courbes de niveau pour stabiliser le sol. En ce qui concerne les rejets issus des tailles de formation, leur quantité est très limitée, avec seulement environ 30 brins provenant de trois arbres, ce qui les rend difficilement exploitables à grande échelle.

Sur la seconde parcelle, plusieurs arbres sauvages ont été identifiés et 5 arbres nécessitent une taille de formation. Ici également, les arbres identifiés ne permettent pas une valorisation.

En revanche, des arbres à broussins sont été identifiés et pourraient être valorisés en sciage pour la création de plateau pour l'ameublement et certains broussins en ébénisterie.

Dans cette zone d'environ 2000 m² en bordure de chemin, nous avons constaté le dépérissement et la mortalité de plusieurs anciens châtaigniers greffés. L'abattage des sujets morts sera nécessaire pour des raisons de sécurisation, afin de prévenir les risques de chute d'arbres sur le chemin et les zones fréquentées. En parallèle, cette intervention permettra également de contribuer à la régénération de la châtaigneraie, en favorisant l'espace pour de nouveaux plants et la revitalisation de l'écosystème forestier, essentiel à la pérennité de cette culture.

Fort de ce constat, et étant donné la spécificité de cette valorisation, il a été proposé de réaliser une nouvelle sortie terrain en présence de Permabita. Ce dernier a également fait venir un menuisier lors de cette visite.



Photos 13 et 14 : Visite de site n°1. © Idole TCHANGO - SPCV

5.1.2. Résultats

Après échange avec les différentes personnes du réseau Permabita, il est ressorti qu'une expérimentation peut être tentée sur 6 arbres / volume estimé : 20m³.

- Les broussins intéressent les tourneurs et ébénistes. Des plateaux de châtaigniers pourraient être obtenus sur les vieux sujets et avoir de beaux effets (longueur minimale 2,5 à 3m). Prix de vente du produit fini envisageable 1000 € / m³.
- Des traverses intéressent des charpentiers sur des dimensions types 12 x 20 x 150 cm. Prix de vente du produit fini envisageable 500 € / m³.
- Des piquets de châtaignier d'1m60 de longueur et de diamètre 8-10cm. Prix de vente du produit fini envisageable 400 €/m³.

A noter que la rentabilité de l'opération n'est pas garantie à ce stade, étant donné les nombreuses incertitudes (arbres creux, temps de travail, etc.).

Une estimation du prix de vente des produits pourrait être envisagée, bien que les volumes par type de produit soient incertains. Par exemple : 0,5 m³ de broussins x prix (à déterminer), 5 m³ de plateaux à 1000 €/m³, et 5 m³ de traverses à 500 €/m³. Cette hypothèse pessimiste prévoit qu'environ la moitié du volume total ne serait pas valorisable en raison de troncs creux ou d'autres défauts.

En parallèle, il est nécessaire d'estimer les coûts liés au déplacement et au sciage avec la scie mobile, ainsi qu'au transport via Permabita. Ces coûts devront être pris en compte dans l'évaluation globale de la rentabilité du projet.

Ce chantier devrait être lancé à titre expérimental à l'hiver 2024.

L'intervention avec une scie mobile dans les châtaigneraies des Maures nécessite des conditions spécifiques, telles que l'accès facilité pour les véhicules et l'identification d'une zone de travail plane pour assurer la stabilité de l'équipement. Les conditions d'accès doivent être soigneusement vérifiées, notamment la largeur des chemins et l'état du terrain. Cependant, la reproductibilité de ces interventions est limitée en raison du relief accidenté et des accès difficiles, ainsi que de la rareté des surfaces planes dans ces châtaigneraies, rendant l'installation de la scie mobile souvent complexe voire impossible.



Photo 15 : La scie mobile de Farfadets Wood. © Idole TCHANGO - SPCV

Dans ce cas, Permabita (gérant les scieur, manœuvre et transporteur) se rémunérerait seulement à la vente des produits finaux. Trois cas de figure se dégagent avec l'accord du propriétaire à confirmer :

- Si le prix de vente est supérieur à la rémunération du temps passé par Permabita, la marge est affectée au propriétaire pour couvrir ses frais de bucheronnage ;
- Si le prix de vente est supérieur à la rémunération du temps passé et aux frais de bucheronnage, la marge est partagée entre le propriétaire et Permabita (pour la gestion commerciale notamment) ;
- Si le prix de vente est inférieur, Permabita est contraint de baisser ses taux horaires (partage des "pertes").

5.2. Essai technico-économique, site n° 2 : Chez Josiane Condroyer

5.2.1. Visite de terrain et premier diagnostic



Photos 16 et 17 : Visite de site n°2. © Aurélie BOULOT - SMMM

L'objectif de cette visite sur site du 3 avril 2024 était de discuter de la valorisation possible des rémanents de coupe et d'élagage dans un second cas pratique chez un propriétaire de châtaigneraies.

La parcelle se trouve dans un secteur encore préservé des années de sécheresse, sur l'ubac de Notre Dame des Anges

Sur cette parcelle, l'ASL, qui avait réalisé un devis dans le cadre du programme de rénovation des châtaigneraies, avait envisagé la remise en production de 12 sujets greffés, notamment par l'élagage des sujets identifiés, qui forment une unité cohérente de 1 500 m² sur une parcelle cadastrale (verger). Le propriétaire détient plusieurs petites parcelles cadastrales, et certaines ne justifient pas de faire l'objet de travaux car il n'y a pas de regroupement de sujets intéressants.

L'objectif de la rencontre était de comprendre :

- D'une part, si l'exploitation des blettes à l'échelle de cette parcelle permet la réalisation de piquets de châtaignier en nombre suffisant pour être rentable pour une structure telle que Permabita. A noter que le propriétaire est intéressé pour acheter les piquets de châtaignier produit sur sa parcelle (environ 30 piquets de châtaignier pour les utiliser dans une plantation de vignes, marquant et piquet de tête) ;
- D'autre part, si les travaux sur les greffés (12 arbres) pourraient permettre la récupération des bois issus des charpentières élaguées pour des valorisations par une structure telle que Permabita.

5.2.2. Résultats

Valorisation des bois d'élagage

Sur ce site, Permabita se questionne sur la qualité des bois des charpentières après élague : seront-elles creuses ou saines ? Selon Permabita, une valorisation possible serait de récupérer les bois sains d'élague (branches de diamètres importants) pour réaliser des rondins en bois pour les paysagistes. De plus, il est utile de préciser que cette option a été envisagée en raison de l'insuffisante rectitude des charpentières, les rendant inadaptées pour produire des

traverses paysagères. Cependant, la possibilité de valoriser ces bois en rondins paysagers, qui peuvent être de faible longueur (minimum 50 cm), permet de contourner ce problème. Cette alternative offre une solution viable pour l'exploitation de bois moins rectilignes, maximisant ainsi la valorisation des résidus de coupe malgré leurs caractéristiques initiales défavorables.

Le bois pourrait être récupéré et débité pour correspondre à ce besoin, l'avantage du châtaigner étant qu'il se fend facilement. Permabita indique avoir eu des contacts intéressants dans ce sens avec des paysagistes locaux.

A ce stade, étant donné les doutes sur la qualité des bois, il a été convenu de refaire venir Permabita lors des travaux.

Valorisation des rejets de châtaigniers pour des piquets

En ce qui concerne la zone des sujets greffés à rénover, il est comptabilisé la possibilité de réaliser environ 10 piquets. Sur les autres parcelles du propriétaire, il serait possible de dégager 20 autres piquets car il y a de nombreux rejets.

Cette option de valorisation doit être modérée en raison de la faible quantité de bois disponible et de l'espacement important entre les sujets intéressants. Cette opération restera difficilement rentable, car les blettes sont trop disparates et éloignées les unes des autres, nécessitant un fort effort de débroussaillage et de débardage. Cela limite considérablement l'efficacité de l'intervention et accroît les coûts opérationnels, rendant la rentabilité difficile à atteindre malgré la possibilité de valoriser les rondins paysagers.

En revanche, pour cette quantité et au vu de la localisation du site (25 min de piste, en accès 4x4 dégradé sur les 100 derniers mètres, à partir de la route de Notre Dame des Anges), Permabita confirme que cette opération ne serait pas rentable pour le propriétaire si une structure tierce réalise les travaux. Le propriétaire se montre néanmoins intéressé pour réaliser le débit, le débardage et le transport par lui-même en chargeant les bois sur son 4x4 lors de son passage sur sa châtaigneraie pour la récolte ou l'entretien suite aux travaux de restauration, sur les conseils de l'ASL SV :

- Débroussailler la zone ;
- Abattre les rejets : L'abattage des rejets de souches et des sujets sauvages, déjà inclus dans le devis adressé au propriétaire, peut également être pris en charge par l'ASL. Dans ce cas, les ouvriers de l'ASL se chargeront de l'abattage, du traitement des houppiers (branchages) et laisseront les troncs en grandes longueurs. Cela permettra au propriétaire de réaliser lui-même les découpes aux longueurs souhaitées, facilitant ainsi la gestion des bois tout en réduisant les coûts d'intervention liés à la découpe précise sur place ;
- Les débarder jusqu'à la piste : Permabita indique un contact qui réalise des débardages avec animal (cheval), qu'il pourrait fournir au propriétaire. Mais au vu de la très faible quantité et le faible poids des blettes, il vaut mieux sortir des piquets « à dos d'homme »
- Les transporter dans une remorque depuis la piste jusqu'à son domicile.

En ce qui concerne la réalisation des piquets, le propriétaire indique connaître une personne qui dispose d'une machine pour réaliser les piquets.

Sur confirmation du propriétaire, ce chantier sera réalisé à l'hiver 2024 pour réaliser environ 30 piquets de châtaigniers.

5.3. Essai technico-économique, site n°3 : chez Mme Imbert

Une autre sortie terrain a été organisée le 05/12/23 à Collobrières sur la propriété de Mme Imbert, propriétaire possédant un verger en de châtaigner, afin d'évaluer la quantité et la qualité des résidus qu'on peut avoir sur la parcelle suite à la réalisation de travaux.

Il a été observé qu'il existe deux îlots de châtaigneraie qui sont en bon état et où il est envisageable de réaliser des travaux de rénovation. Après avoir fait le tour des îlots, et identifié les travaux de rénovation spécifiques au verger, il n'y a pas de sujet intéressant à valoriser et aucune suite n'a été donnée dans le cadre du FEADER pour la valorisation des bois de coupe, d'élagage ou d'entretien.

5.4. Conclusion de ces cas d'étude

Ces sorties terrain permettent de mettre de nouveau en évidence toute la difficulté de valoriser les bois des châtaigneraies, qui sont souvent de petites surfaces sur des sites peu accessibles.

Nous recommandons de mener la restauration dans le cadre d'un programme pluriannuel, en traitant des îlots d'environ 1000 à 2000 m² à la fois. Cette approche permet de conserver autant que possible une ambiance forestière, essentielle à l'écosystème, tout en minimisant les effets négatifs, tels que le réchauffement causé par la réduction temporaire du couvert forestier après l'élagage. En procédant par petites zones successives, on réduit l'impact global sur la microclimatologie de la forêt et on favorise une régénération progressive, tout en maintenant une couverture arborée suffisante pour protéger les sols et préserver la biodiversité.

La question a été soulevée de mener une animation foncière sur cette zone ubac de Notre Dame des Anges, qui contient de nombreuses châtaigneraies, qui reste en bonne santé, afin de mutualiser les travaux pour la valorisation des bois, et notamment des blettes, en piquets de châtaigner.

Selon l'ASL SV, cette opération restera difficilement rentable car les blettes sont trop disparates et trop éloignées les unes des autres avec un fort effort de débroussaillage et de débardage.

Il faut également noter que plusieurs chargés de missions se sont succédés au Syndicat des Producteurs de Châtaignes du Var entre l'été 2022 et l'été 2023 (4 chargés de missions), ce qui n'a pas facilité l'animation pour identifier des propriétaires intéressés et mener des projets de travaux sur leur parcelle, y inclus avec valorisation des bois.

Cependant, le SPCV a pu suivre des essais de valorisation par opportunités grâce à certains adhérents qui ont menés des travaux :

- Dans le cadre d'un contrat Natura 2000, l'ASL SV a réalisé des travaux de rénovation avec valorisation des bois. Ces essais de valorisation ont été suivis par la chargée de mission du SPCV ;
- Dans le cadre d'expérimentation par l'association Permabita. L'association a fait un partage d'expérience avec le SPCV sur la valorisation des bois en piquets de châtaigner.

5.5. Compte rendu des essais de valorisation

5.5.1. Compte rendu des essais de valorisation, site n°4 : Contrat Natura 2000 chez Francois PEAN

Des essais de valorisation ont été menés en hiver 2022-2023 sur un chantier de de réhabilitation de châtaigneraie aux Mayons. Ce chantier a été réalisé par l'ASL SV et mené dans le cadre du programme de réhabilitation financé par la région et d'un contrat Natura 2000. Les essais de valorisation, organisés par l'ASL SV, ont été suivis par la chargée de mission du SPCV dans le cadre du FEADER.

Présentation des travaux et des coûts :

Les interventions menées dans le cadre de ce chantier de restauration sont les suivantes :

- Débroussaillage de 0,41 ha (emprise du chantier) : 824 euros HT*
- Elagages sévères de 12 châtaigniers greffés : 2 580 euros HT*
- Abattage / débit et traitement des houppiers de 34 châtaigniers sauvages implantés dans le verger depuis son abandon : 2 385 euros HT*, soit environ 95,4 € / m³

*Les coûts associés à ces interventions sont donnés à titre indicatif. Ces derniers ne sont pas pris en compte dans les dépenses associées à la valorisation des rémanents de restauration. En effet ces actions sont réalisées pour la remise en production du verger indépendamment de la valorisation des rémanents.



Photos 18 et 19 : Chantier avant (à gauche) et après (à droite) intervention : on peut identifier les sujets sauvages présentant une bonne rectitude qui ont fait l'objet d'abattages sur la photo avant intervention. © Florian HENNEAU – ASL SV

Si les charpentières issues des élagages ne présentaient pas de potentiel de valorisation (bois trop altérés et creux), les fûts des châtaigniers sauvages présentaient un potentiel pour une valorisation en bois d'œuvre. Les fûts d'un diamètre compris entre 15 et 30 cm ont ainsi été débités en sections de 4m pour la création de pergolas extérieures.

Les interventions et coûts associés à la valorisation des bois ont consisté au débardage du bois qui a été vendu bord de route :

- Le débardage des fûts des châtaigniers sauvages abattus (25 m³) de l'intérieur de la parcelle jusqu'en bordure d'un chemin forestier par treuillage : 1 500 euros HT, soit 60 € / m³
- Une reprise de charge sur 1 km par l'acheminement des fûts jusqu'à une piste permettant l'accès du camion chargé du transport. Cette reprise a dû être réalisée grâce à une petite remorque tractée par un petit tracteur agricole du fait de l'étroitesse du chemin forestier. L'acheminement de l'ensemble des bois (25 m³) a nécessité 10 aller-retours : 2 200 euros HT, soit 88 € / m³

L'ensemble de l'opération de débardage a ainsi coûté 3 700 euros HT, soit 148 € / m³

A titre indicatif, en intégrant les coûts d'abattage / débit / traitement des houppiers, nous serions à un coût global de 243,4 € / m³

Cette expérience a permis de montrer que :

- Ne sont comptabilisés ci-dessous que les coûts associés à la valorisation des bois sachant que les autres étapes sont de toute façon réalisées pour la remise en production du verger (débroussaillage / abattage / gestion des rémanents) ;
- Les coûts associés au débardage nécessaire à la valorisation des bois pour une vente bord de route, s'élevaient à 148 € / m³, soit 3 700 euros HT sur l'opération ;
- La recette associée à la valorisation des bois était de 1 545 euros HT (25m³ vendus en bois d'œuvre à 60 euros / m³ bord de route et 3 stères de bois de chauffage vendus à 15 euros/stère) ;
➔ soit un déficit de 2 155 euros.

Le bilan est négatif.

Discussion :

Sans reprise de charge, le bilan financier de l'opération est neutre : bien que le bois soit valorisé, il n'a rien rapporté au propriétaire. De plus, il est à noter que le bois de « qualité pergola » a été vendu à un prix relativement bas de **60 euros/m³**. Pour affiner cette analyse, il serait pertinent de discuter avec Permabita pour obtenir des informations sur les prix de rachat actuels. Plus précisément :

- **Quel serait le prix de rachat par Permabita pour ces bois en bord de route ?**
- **Comment ce prix pourrait-il évoluer** en fonction de deux scénarios :

- **Le fonctionnement actuel** : transport direct chez un acheteur.
- **L'objectif projeté** : utilisation d'une plateforme intermédiaire qui ferait office de tampon.

Ces informations permettront de mieux évaluer la rentabilité potentielle de la valorisation du bois, en tenant compte des coûts et des prix de marché spécifiques à chaque scénario.

Nous avons également un chantier à mener à Sainte Maxime cet automne-hiver intégrant la réutilisation de la majorité des rémanents d'exploitation dans des ouvrages contre l'érosion et pour faciliter la recharge en eau des sols à travers des pseudo-fascines sur courbes de niveau.

5.5.2. Compte rendu des essais de valorisation, site n°5 : Chez Loïc Frayssinet

Un second essai de valorisation a également été réalisé chez Loïc Frayssinet pour la réalisation de piquet de châtaigniers, à partir de sa propriété, à l'hiver 2023-2024.

Présentation des travaux et des coûts :

Selon les travaux qu'il a réalisés, il a pu produire les éléments financiers suivants :

- Environ 1m³ de bois de châtaigner a été exploité sur 1/2 ha environ ;
- Les coûts de bucheronnage s'élèvent à 70 € / m³ (1,6h à 300€/jour - calculé au prorata de l'ensemble de l'exploitation) ;
- Le coût du débusquage s'élève à 135 € / m³ (1,9h de débardage à cheval à 500€/jour - calculé au prorata de l'ensemble de l'exploitation) ;
- Le coût de débit et débardage s'élève à environ 400 € / m³ (9,3h à 300€ jour - temps spécifique pour la production de piquets parmi ce qui avait été abattu) ;
- L'achat du bois sur pied au propriétaire est d'environ 50 €/m³.

➔ Soit un coût total de 652€/m³

Piquets d'un volume unitaire de 0,01 m³ (longueur : 2m / diamètre : 8 cm) : 100 piquets produits.

➔ Soit 6,5 € le piquet de 2 m et 8 cm de diamètre (non écorcé ni époinaté) contre 8 € dans le commerce.

Le bilan semble positif.

Toutefois, cette conclusion doit être prise avec des pincettes, premièrement car la comparaison avec le prix du commerce doit être modérée : On est ici sur un produit non écorcé ni époinaté, rendu bord de route. De nombreux coûts doivent être ajoutés avant d'arriver à un prix d'achat en magasin (époinçage, écorçage, transport, frais de stockage, marge de l'intermédiaire...). Si le propriétaire avait vendu son bois tel quel le prix d'achat bord de route aurait été bien plus bas et le bilan financier certainement négatif...

Cet exemple reste toutefois intéressant pour mettre en avant la rentabilité que peut trouver un castanéiculteur à valoriser une partie de ses rémanents en piquets pour son usage personnel sur sa propriété.

Discussion :

Cette expérience est intéressante mais est positive car l'exploitant et propriétaire a un accès direct à la ressource et peut intervenir lorsque disponible (au compte-goutte). Dans ce cas très particulier d'autoconsommation, où le site d'exploitation et d'utilisation du produit sont attenants, de nombreux frais sont économisés. Cette situation permet de réduire significativement les coûts liés au transport et à la logistique, car le bois est directement valorisé sur place sans nécessiter de déplacements supplémentaires. En somme, cette approche optimise les coûts en tirant parti de la proximité des opérations, ce qui rend l'autoconsommation particulièrement avantageuse dans ce contexte.

De façon reproductible :

- Il faudrait *a minima* occuper deux bucherons sur une journée, soit produire 1,2m³ ;
- Le coût de transport des piquets n'a pas été comptabilisé et ferait monter les prix de façon trop importante ;
- Enfin, les hypothèses précédentes supposent que les professionnels se déplacent pour 1 jour seulement.

Donc, cela nécessite des bucherons suffisamment "souples", qui pourraient transporter eux-mêmes les 1-2m³ produit chaque jour (remorque), et les déposer sur la route, à proximité des travaux (chez le propriétaire par exemple).

5.5.3. Visite chez un castanéiculteur pratiquant le fascinage de ces parcelles

Lors de notre visite chez un castanéiculteur Raphael LOUAT, nous avons découvert des pratiques agricoles innovantes visant à améliorer la gestion de l'eau et à régénérer les sols. Le fascinage permet la conservation et l'amélioration des ressources en eau tout en renforçant la santé des écosystèmes. Le castanéiculteur utilise cette approche pour :

- **Augmenter la rétention d'eau** dans le sol, crucial pour la culture des châtaigniers.
- **Réduire l'érosion** et les pertes de nutriments.
- **Promouvoir la biodiversité** locale.

Voici quelques-unes des techniques que nous avons observées :

- **Terrasses et fossés d'infiltration** : Aménagements du terrain pour ralentir et diriger le flux de l'eau, permettant une meilleure infiltration et distribution.
- **Paillage et couverture végétale** : Utilisation de matériaux organiques (bois, feuille de châtaignier, bogue, etc...) pour protéger le sol et maintenir l'humidité.
- **Compostage et amendements organiques** : Enrichissement du sol avec des matières organiques pour améliorer sa structure et sa capacité à retenir l'eau.

Selon lui les bénéfices de ces pratiques sont multiples :

- **Amélioration de la production** : Les châtaigniers bénéficient d'une hydratation constante et d'un sol riche en nutriments, ce qui augmente leur productivité.
- **Résilience climatique** : Les techniques régénératives rendent les cultures plus résistantes aux périodes de sécheresse et aux pluies torrentielles.
- **Impact environnemental positif** : Réduction de l'utilisation de ressources non renouvelables et promotion d'un environnement plus durable.

Raphael nous a partagé son expérience et ses motivations :

- **Passion pour l'agriculture durable** : Son engagement pour des pratiques respectueuses de l'environnement.
- **Économies à long terme** : Bien que les techniques régénératives nécessitent un investissement initial, elles permettent des économies sur le long terme grâce à la réduction des besoins en irrigation et en fertilisants.

En conclusion, cette visite nous a permis de comprendre l'importance et l'impact positif du fascinage dans la castanéiculture. En intégrant ces pratiques, les agriculteurs peuvent non seulement améliorer leur rendement mais aussi contribuer à la préservation de l'environnement et à la durabilité de leurs exploitations agricoles.



Photos 20 à 24 : Aménagements chez M. Raphael LOUAT. © Idole TCHANGO - SPCV

5.6. Mise en relation vendeurs et acheteurs : conférence avril 2024

Un des objectifs de ce FEADER était la mise en relation entre vendeurs et acheteurs. Pour cela, le SPCV a organisé une réunion d'échanges, sous forme de conférence, pour :

- Discuter de la valorisation des rémanents issus des coupes et tailles dans le cadre d'une restauration de châtaigneraie ;

- Faire connaître les initiatives qui existent déjà et les nouvelles initiatives émergent (exemple proposé par M. Matte, voir plus bas).

Cette conférence avait pour second objectif de :

- Mettre en relation Permabita, en tant que nouvel acteur sur le territoire, et les propriétaires de châtaigneraies ;
- Mettre en relation les paysagistes, invités par Permabita, et les propriétaires de châtaigneraies.



Photo 25 : Conférence. © Idole TCHANGO - SPCV

Loïc Frayssinet de l'association Permabita, cherche à valoriser les bois de châtaigneraies dans le cadre de travaux de rénovation. Lors de sa présentation, il a montré les différentes réalisations faites avec le châtaignier et ce qu'elles peuvent produire.

Pour rappel, le bois de châtaignier est un bois de classe 3, qui résiste bien à l'extérieur, il s'agit d'un bois normé avec des reconnaissances au niveau des assurances. L'association a pu réaliser des poutres de châtaignier, des planchers en châtaigniers.

M. Matte, propriétaire de Pignans, est également intervenu pour expliquer qu'il avait rénové sa bâtisse à Pignans à la suite de l'achat de coupes de bois (bois sur pied) et avec le travail de la scierie Laure à Gonfaron (plancher et charpente en châtaignier, tout en bois local).

Un castanéiculteur présent a précisé qu'il avait déjà utilisé le bois de ses châtaigneraies en construction (sciage à la tronçonneuse).

D'autres exemples sont donnés par des castanéiculteurs.

Loïc Frayssinet de l'association Permabita a rappelé que **Philippe Villard, menuisier au Lavandou** travaille également le châtaignier avec de produits plutôt tortueux à la base.

Enfin, une personne de la **société Urba Var** (paysagiste) qui avait été invité à cette réunion a pris la parole pour préciser que la demande en bois local pour le paysagisme grandit avec des cahiers des charges qui évoluent (notamment en termes de bénéfices environnementaux à prendre en compte dans les marchés). Ils conseillent de créer du lien entre les personnes qui détiennent la ressource et les collectivités territoriales qui rédigent les appels d'offre.

En conclusion de cet échange, le chargé de mission du SPCV a encouragé les propriétaires à contacter le SPCV, l'ASL ou directement l'association Permabita lorsqu'ils envisagent des travaux

de rénovation ou d'entretien de leurs châtaigneraies et qu'ils se questionnent sur les valorisations possibles de leurs rémanents.

L'ASL SV précise que le regroupement de chantiers de restaurations chez différents propriétaires sur un même secteur pourrait permettre une mutualisation des coûts pour atteindre une rentabilité financière à la valorisation des bois issus des coupes et tailles réalisées. De la même façon les chantiers de restaurations de châtaigneraie peuvent être couplés à une exploitation forestière afin de mutualiser les coûts de transport. Cette articulation nécessite une coordination entre propriétaires forestiers pour laquelle l'ASL et le SPCV peuvent servir d'intermédiaires.

Enfin, Permabita conclut que la mise en relation est essentielle et reste au cœur de la réussite de leur projet.

6. Ouverture

6.1. Valorisation cosmétiques réalisés avec Forêt Modèle de Provence

L'intérêt cosmétique du châtaignier repose principalement sur ses propriétés esthétiques et fonctionnelles. De plus, l'écorce de châtaignier et ses extraits sont parfois utilisés dans des produits cosmétiques en raison de leurs propriétés naturelles, telles que des antioxydants et des agents hydratants. Cependant, cette utilisation est moins répandue et nécessite une évaluation approfondie pour déterminer la viabilité commerciale et les bénéfices réels pour les produits cosmétiques. Une étude a été demandée par le SPCV, en partenariat avec Forêt Modèle de Provence, afin d'évaluer l'intérêt cosmétique du châtaignier. Cette recherche est menée par l'Université de Nice. Grâce à l'étude préliminaire, il sera possible d'évaluer les potentiels cosmétiques ou autres avantages des différentes parties du châtaignier. Le SPCV s'est rendu sur une parcelle au Lambert pour effectuer un prélèvement de châtaignes, de bogues, de feuilles, d'écorces, de branches, etc. Le SPCV a envoyé ces différentes parties à l'université. En annexe l'article sur « Évaluation de l'intérêt cosmétique du châtaignier » (Annexe).

6.2. La gestion du Châtaignier et ses usages : visite terrain à Courniou les Grottes (34)

Le 21 mars 2024, une réunion à Courniou, organisée par le CRPF et le CETEF, a réuni des propriétaires forestiers pour discuter de la gestion des châtaigniers. L'objectif était de partager des expériences et d'explorer des solutions face aux problèmes de dépérissement, chancre et encre, qui affectent cette essence. Le CRPF a présenté des méthodes de gestion adaptées au changement climatique et des pratiques sylvicoles telles que l'éclaircie pour améliorer la résistance des peuplements. Plusieurs pistes ont été évoquées, notamment le regroupement des propriétaires et la valorisation locale du bois de châtaignier.



Photos 26 à 29 : Visite de terrain à Courniou les Grottes. © Idole TCHANGO - SPCV

Face au changement climatique et au dépérissement du châtaignier, il est effectivement conseillé de conduire certaines parcelles en taillis, car cette gestion favorise la régénération et la vitalité des arbres. Le taillis permet une meilleure résilience face aux maladies et aux stress climatiques. En parallèle, il est aussi pertinent de maintenir des châtaigniers à production fruitière, car ils continuent à offrir une valeur économique et patrimoniale. Cette approche mixte, entre production de bois et de fruits, permet d'optimiser l'utilisation des parcelles tout en assurant une diversification des usages.



ANNEXE

Evaluation de l'intérêt cosmétique du châtaignier

Camille DUBOIS^{1,2}, Xavier Fernandez^{1,2}, Nicolas PLAZANET³, Michel VENNETIER⁴

¹ Université Côte d'Azur, CNRS, ICN, France.

² NissActive, Bat. J.-L. Lions, Grasse

³ Forêt Modèle de Provence, Pavillon du Roy René, Gardanne

Camille DUBOIS : camille.DUBOIS@unice.fr et contact@nissactive.com; 04 89 15 01 38

Xavier FERNANDEZ : xavier.fernandez@unice.fr

Nicolas PLAZANET : nicolas.plazanet@foretmodele-provence.fr ; 06 08 04 84 14

A noter, en analyste, également Lisa Do Nascimento a travaillé sur le sujet.

SOMMAIRE

1. Choix de la matière première	3
2. Étude Bibliographique	3
2.1. Études de la plante	4
2.2. Brevets	6
2.3. Marché des ingrédients	6
3. Expérimental	8
3.1. Extraits hydroalcooliques	8
3.2. Extraits liquides au propylène glycol	8
3.3. Extraits liquides à l'eau glycinée	8
3.4. Extraits aqueux	8
3.5. Profils chromatographiques	8
3.6. Test d'activités biologiques	9
4. Résultats et discussion	11
4.1. Rendements	11
4.2. Composition phytochimique	11
4.3. Activités biologiques	15
5. Conclusion	18
6. Bibliographie	19

1. CHOIX DE LA MATIERE PREMIERE

Les parties aériennes de châtaignier ont été envoyées par Forêt Modèle de Provence et le Syndicat des Producteurs de Châtaignes du Var (SPCV). Elles se composent de :

- Feuilles
- Écorce
- Bois
- Bogues

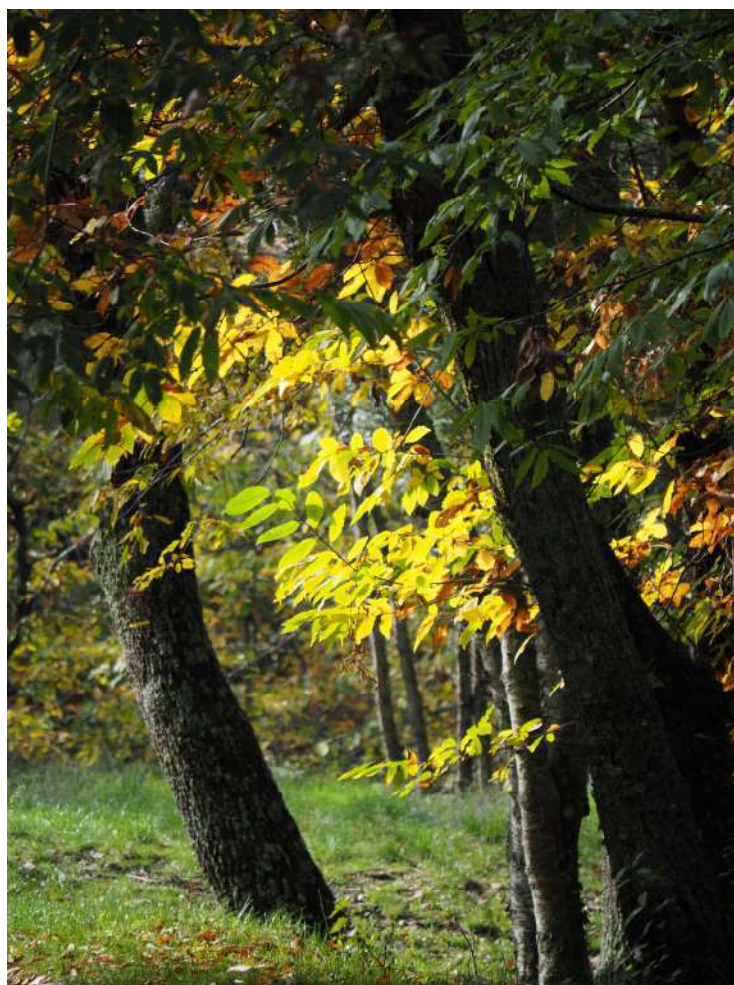
Toutes les matières ont été préalablement broyées pour favoriser l'extraction. Les bogues ont été conservées au frigidaire car la matière était fraîche.



Photographie 1 : jeunes feuilles de châtaignier.

2. ÉTUDE BIBLIOGRAPHIQUE

Le châtaignier ou *Castanea sativa* (Photographie 1) provient de la famille des *Fagaceae* et de la sous-famille *castaneoideae*. C'est un arbre vigoureux en général mais il est sensible aux grands froids et aux épisodes de sécheresses répétés. Il se retrouve en Europe méridionale, en Asie tempérée en Afrique et en Amérique septentrionales [1]. Le châtaignier est communément cultivé pour ses fruits et pour son bois (employé en menuiserie et en tonnellerie) [1].



Photographie 2 : forêt de châtaigniers.

Les feuilles de châtaignier sont longues d'une vingtaine de centimètres, à pétioles courts, coriaces et à dents pointues.

Le châtaignier est riche en composés phénoliques, en flavonoïdes et en alcaloïdes de quinoléine [2]. Son bois est riche en tannins, que ce soit en tannins hydrolysés et en tannins hydrolysables [2].

Son fruit, la châtaigne, est utilisé pour ses propriétés nutritionnelles intéressantes. En effet, une étude a montré que la châtaigne est riche en amidon et pauvre en acide gras [3]. Nous ne nous concentrerons pas davantage sur la châtaigne car elle ne fait pas partie des matières présentement étudiées.

Lors du processus de traitement des châtaignes, une importante quantité de résidus est produite, incluant notamment la coquille interne, la coquille externe (appelée bogue) et les feuilles. Des recherches sur les sous-

produits de la châtaigne ont révélé la présence de composés bioactifs offrant des propriétés antioxydantes et cardioprotectrices prometteuses [4]. Après leur valorisation, ces déchets agro-industriels peuvent être exploités par d'autres secteurs tels que l'industrie pharmaceutique, agroalimentaire ou cosmétique.

2.1. Études de la plante

- Feuilles

Les feuilles de châtaignier sont riches en tanins, principalement en tanins ellagiques tels que la castalagine ou la vescalagine et contiennent aussi des flavonoïdes qui leur confèrent une activité antibactérienne [5].

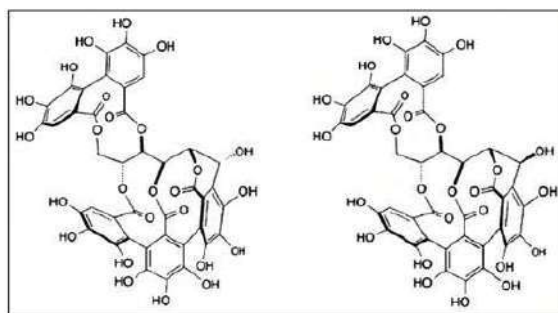


Figure 1 : Structure de la castalagine (à gauche) et de la vescalagine (à droite) [6]

En effet, l'activité antibactérienne des feuilles a été testée, lors d'une étude, en réalisant un extrait à l'acétate d'éthyle. Cet extrait a été déposé sur des souches bactériennes cultivées sur une plaque de gélose en milieu Mueller-Hinton (MH). Le milieu MH est un milieu standardisé permettant de tester la sensibilité aux bactéries d'antibiotiques ou dans notre cas d'extraits naturels [5]. Cette même étude a aussi montré que les flavonoïdes majoritaires dans ces extraits étaient la **quercétine**, la **rutine** et l'**apigénine** [5].

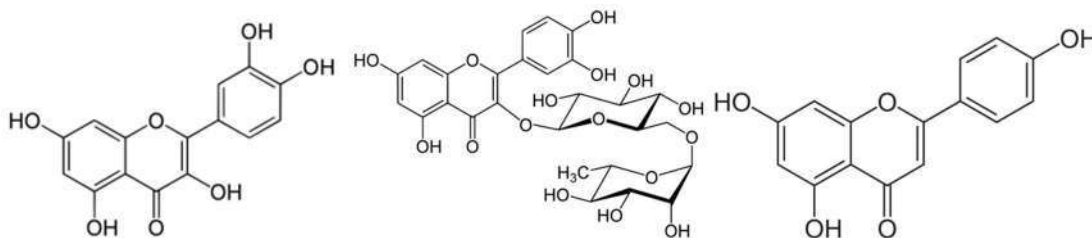


Figure 2 : Structure de la quercétine, de la rutine et de l'apigénine (de gauche à droite)

D'autres études ont révélés la présence d'acides phénoliques (acide ellagique, acide gallique, acide férulique et acide caféique) dans des extraits aqueux de feuilles de châtaignier [4] en plus des flavonoïdes

précédemment mentionnés. Les extraits ont été testés pour leurs activités antioxydantes et certains composés comme les dérivés de catéchine, quercétine et kaempférol présent dans les extraits ont démontrés **un fort pouvoir antioxydant** par rapport au témoin resveratrol [4].

- Bois et écorce

L'extrait d'écorce de châtaignier a été étudié dans sa composition phénolique, et agirait comme agent **antioxydant et cardioprotecteur** [7]. Une étude a évalué la neuroprotection de l'extrait dans des modèles *in vitro* de lésions induites par le stress oxydatif [7]. Les résultats ont montré que l'ajout d'extrait d'écorce de châtaigner au milieu de culture avant la lésion neuronale fournissait une neuroprotection dans les deux modèles expérimentaux utilisés, tandis que son ajout après la lésion était inefficace. En conclusion, les résultats actuels suggèrent que cet extrait pourrait être un précieux complément alimentaire, combinant **des effets préventifs bénéfiques de neuroprotection avec une activité antioxydante élevée** [7].

L'écorce et le bois de châtaigner ne semblent pas avoir été décrits dans la littérature pour des propriétés cosmétiques.

- Bogues

Les bogues sont le coproduit le plus abondant lors de la valorisation industrielle des châtaignes, notamment lors du processus d'épluchage, et représentent 10 % en masse de la châtaigne [4].

Une étude a montré que les bogues sont très riches en acides aminés, principalement en **arginine** et en **leucine**, en vitamine E, en composés phénoliques et en flavonoïdes ce qui leur confèrent des propriétés antioxydantes, antimicrobiennes, anti-inflammatoires, et en régénération cellulaire [8].

Dans une étude, les bogues de châtaigne ont été extraites par un mélange équivalent eau/éthanol par macération à température ambiante ce qui a conduit à un rendement de 11,6%, l'étude a pu démontrer le potentiel antioxydant et antimicrobienne des extraits [9].

2.2. Brevets

Sur Google Patent, on trouve 1 236 résultats pour **Castanea sativa cosmetic**.

Sur EspaneNet, on trouve 8 résultats pour **Castanea sativa cosmetic**.

Nous avons relevé trois brevets pertinents pour l'étude :

- Une société coréenne a obtenu un brevet en 2020, qui semble toujours en vigueur au niveau international, pour l'utilisation du péricarpe de châtaigne. Ils l'ont utilisé comme extrait dans un complexe de plusieurs actifs (comprenant des extraits de *Sophora flavescens*, de *Poria cocos*, de fruits de *Rubus coreanus*) dans une crème anti-âge aux activités revendiquée : antioxydantes (DPPH), inhibition de la collagénase, inhibition de la mélanine, production d'acide hyaluronique, inhibition de la production d'oxyde nitrique [10]. Les extraits sont réalisés avec un solvant comprenant un mélange d'eau et/ou de glycérine et/ou de propylène glycol. Ils sont extraits avec l'assistance des ultrasons entre 50 et 60 °C pendant 1 à 6 heures.
- Un brevet, toujours en vigueur au niveau international, concerne l'utilisation d'un extrait de feuille de châtaignier, extrait par un mélange d'eau (20 %) et de méthanol (80 %). Il précise que les composants majoritaires sont l'isoquercitrine, astragaline, la rutine, l'hespéridine, la quercétine, maline, la naringine, le galangine, l'acide caféique, l'acide gallique, la quercétine galacturonide, l'acide quinique p-coumaroyl, des saponines et le fructose. L'extrait est utilisé dans une formulation cosmétique pour ses effets anti-âge, anti-inflammatoire mais également UV-protecteur [11].
- Un brevet français, qui n'est plus en vigueur, protégeait l'utilisation d'un extrait de bourgeons de châtaigner pour stimuler la synthèse de composants de la matrice extracellulaire du derme et pour son activité cytoprotectrice de la peau. L'extraction était réalisée par macération et/ou assisté par plusieurs méthodes (ultrasons, micro-ondes, fluides supercritique) et le solvant utilisé était un mélange d'eau et de glycol (propylène glycol, glycérine etc.) [12].

2.3. Marché des ingrédients

Deux extraits ont été trouvés sur le site UL-prospector [13] :

- Le premier provient de Robertet Flavors, appelé Casta'Nea™ réalisé à partir de péricarpe (*Castanea Sativa* (Chestnut) Shell Extract), c'est un extrait sec. Le solvant d'extraction n'est pas précisé. Il revendique des activités antioxydantes.
- Le second provient de Crodarom, appelé Phytexcell Chestnut, c'est un extrait liquide (solvant butylène glycol) de feuilles de châtaigner. Plusieurs activités sont revendiquées : astringent, raffermissant, antibactérien, anti-inflammatoires et anti-âge. Il présente également une forte teneur en acide ursolique (molécule anti-inflammatoire).

Certains produits, trouvés sur le site d'INCI beauty [14], utilisent un extrait de châtaigner :

Tableau 1 : Produits utilisant un extrait de châtaignier

PRODUITS	FOURNISSEURS	FORME DE L'EXTRAIT ET PARTIE DE LA PLANTE
Une poudre de maquillage 	L'accent cosmetics	Extrait de châtaigne et de péricarpe
Une ligne anti-âge pour le visage 	Korrès	Extrait de feuilles de châtaigner
Crème nourrissante pour les peaux sèches 	Caudalie	Extrait d'écorce de châtaignier

Contrairement aux autres parties du châtaignier, il n'existe actuellement pas d'ingrédient qui utilise des extraits de bogues de châtaignes sur le marché. Cela pourrait donc constituer un ingrédient innovant pour notre présente étude.

3. EXPERIMENTAL

3.1. Extraits hydroalcooliques

Les extractions ont été réalisées sur la matière broyée, sèche pour les feuilles et les branches et fraîche pour les bogues. La matière est mise à macérer pendant 2 heures à température ambiante avec un mélange H₂O/EtOH (50/50), ratio 1/10 matière végétale/solvant (m/m). Le solvant est ensuite éliminé par distillation sous vide. Un rendement est ensuite calculé.

3.2. Extraits liquides au propylène glycol

Les extractions ont été réalisées sur la matière broyée, sèche pour les feuilles et les branches et fraîche pour les bogues. La matière végétale est mise à macérer pendant 7 heures à température ambiante dans du propylène glycol avec un ratio 1/10 matière végétale/solvant (m/m). Dû à la viscosité du solvant utilisé, l'extrait est filtré sur poche de filtration en nylon 200 µm.

3.3. Extraits liquides à l'eau glycinée

Les extractions ont été réalisées sur la matière broyée, sèche pour les feuilles et les branches et fraîche pour les bogues. La matière végétale est mise à macérer pendant 7 heures à température ambiante dans un mélange H₂O/Glycérine (70/30), ratio 1/10 matière végétale/solvant (m/m). Dû à la viscosité du solvant utilisé, l'extrait est filtré sur poche de filtration en nylon 200 µm.

3.4. Extraits aqueux

Les extractions ont été réalisées sur la matière broyée, sèche pour les feuilles et les branches et fraîche pour les bogues. La matière est mise à macérer pendant 2 heures à température ambiante avec de l'eau, ratio 1/10 matière végétale/solvant (m/m). Le solvant est ensuite éliminé par distillation sous vide. Un rendement est ensuite calculé.

3.5. Profils chromatographiques

Afin d'avoir une idée générale concernant les familles de molécules présentes dans les extraits hydroalcooliques et aqueux des différents extraits du châtaignier, nous avons réalisé une caractérisation phytochimique par Chromatographie Liquide Haute Performance (HPLC) munie d'un détecteur UV-visible (Diode Array Detector, DAD) et d'un détecteur évaporatif à diffusion de lumière (DELD ou ELSD en anglais).

La phase mobile est un gradient de : A = eau + 0,1% d'acide formique, B = méthanol et C = alcool isopropylique, selon le tableau 2 ci-dessous. Le débit utilisé est de 1mL/min.

Tableau 2 : Gradient d'élution

Temps	Ratio des éluants		
	% A	% B	% C
0 min	95	5	0
0 à 15 min	50	50	0
15 à 20 min	50	50	0
20 à 30 min	25	75	0
30 à 35 min	25	75	0
35 à 40 min	0	100	0
40 à 45 min	0	100	0
45 à 50 min	0	0	100
50 à 55 min	0	0	100

Les profils chromatographiques UV sont fixés à la longueur d'onde 254 nm car nous avons déterminé que c'était la longueur d'onde la plus adéquate pour l'étude des composés présents dans les coproduits du châtaignier.

Les échantillons sont préparés à une concentration de 10 mg/mL en extrait sec dans du méthanol afin d'être injectés en HPLC.

3.6. Test d'activités biologiques

Différents tests ont été réalisés sur les extraits hydroalcooliques, aqueux, liquides au propylène glycol et hydroglycérinés. Ces tests ont pour but de mesurer les potentielles activités biologiques des extraits analysés

afin d'en définir leur potentiel en tant que futur actif cosmétique.

Tableau 3 : Activités biologiques

TEST	ACTIONS	ACTIVITES
DPPH	Élimination des radicaux libres en excès par neutralisation ou décomposition.	Antioxydantes
Tyrosinase	Régulation de la coloration de la peau néoformée.	Blanchissante, réparation cutanée, anti-tâche, cicatrisant, illuminateur de teint
Lipoxygénase	Implication dans la synthèse de médiateurs inflammatoires, dans la croissance cellulaire ou encore dans l'expression de facteurs de croissance.	Anti-inflammatoire, réparation cutanée, apaisant
Hyaluronidase	Implication dans la dégradation des acides hyaluroniques.	Anti-âge, nourrissant, hydratant

Afin de valider ces tests, les extraits ont été comparés à des témoins moléculaires et à des témoins cosmétiques. Les témoins moléculaires sont des molécules pures et les témoins cosmétiques sont des extraits commerciaux qui sont revendus sur le marché pour l'activité biologique en question.

Tableau 4 : Témoin des tests d'activités biologiques

TEST	TEMOINS MOLECULAIRES	TEMOIN COSMETIQUE
DPPH	Resvératrol	Tealine (GREENTECH)
Tyrosinase	Acide Kojique	SymWhite (SYMRISE)
Lipoxygénase	Quercétine	Tealine (GREENTECH)
Hyaluronidase	Trolox	HydraBerry (CLEARSTEM)

4. RESULTATS ET DISCUSSION

4.1. Rendements

Les extractions hydroalcooliques et aqueuses des feuilles, des branches et des bogues de châtaignier donnent les rendements présentés dans le tableau 5 :

Tableau 5 : Rendements (en %) des extraits hydroalcooliques et aqueux des différents organes du châtaignier.

	Feuilles	Bogues	Branches
Extraits hydroalcooliques	13,43 ± 0,6 %	5,08 ± 0,6 %	6,79 ± 0,45 %
Extraits aqueux	3,87 ± 1 %	3,78 ± 0,4 %	6,93 ± 0,8 %

L'extrait hydroalcoolique des feuilles est celui qui nous a donné le meilleur rendement d'extraction. Concernant les feuilles et les bogues, nous pouvons voir que les extraits aqueux ont donné des rendements plus faibles que les extraits hydroalcooliques. En effet, le mélange eau/éthanol comme solvant d'extraction permet d'extraire des composés sur une gamme de polarité plus étendue en comparaison à l'eau, utilisée seule comme solvant, qui extrait uniquement les composés très polaires. De plus, la filtration de ces extraits aqueux était difficile dû à l'absorption du solvant par les matières végétales ce qui a donc pu engendrer des pertes de matières expliquant ces rendements plus faibles.

4.2. Composition phytochimique

Afin d'identifier les familles de molécules caractéristiques des extraits hydroalcooliques ainsi que des extraits aqueux des différents organes du châtaignier, nous avons réalisé une caractérisation phytochimique par Chromatographie Liquide Haute Performance (HPLC) muni d'un détecteur UV- visible (Diode Array Detector, DAD) et un détecteur évaporatif à diffusion de lumière (DEDL). Le chromatogramme HPLC permet la mise en évidence de trois groupes principaux de composés :

- Les composés très polaires (encadré rouge) : sucres, petits acides organiques, acides aminés, petits peptides...
- Les composés polaires à moyennement polaires (encadré vert) : composés phénoliques, flavonoïdes, tannins,...
- Les composés peu polaires à apolaires (encadré en bleu) : phospholipides, terpènes, tocophérol, hydrocarbures, acides gras,...

- Feuilles de châtaignier

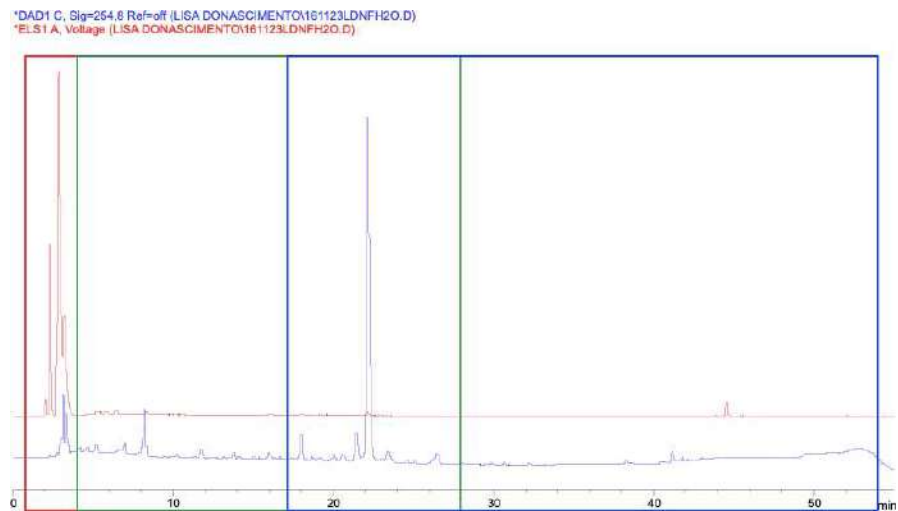


Figure 3 : DAD (254 nm) et ELSD des feuilles de châtaignier – Extraction par H₂O

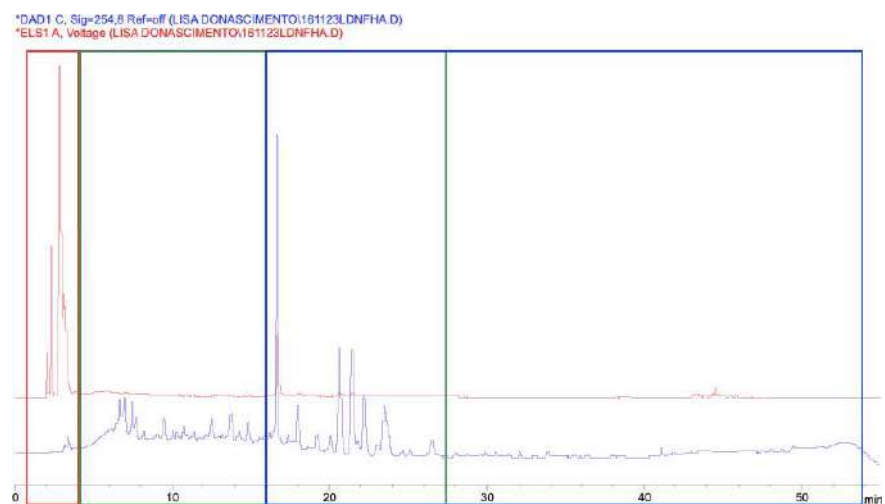


Figure 4 : DAD (254 nm) et ELSD des feuilles de châtaignier – Extraction par H₂O/EtOH

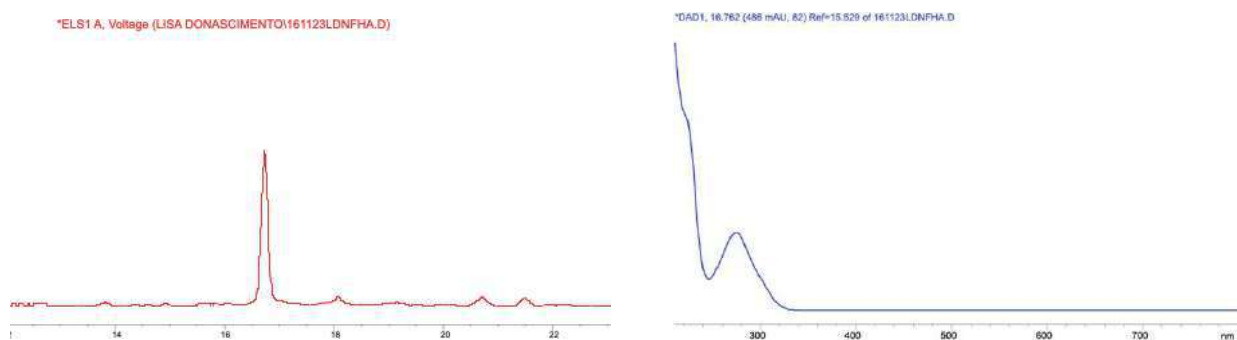


Figure 5 : ELSD et spectre UV du composé à 16 min de l'extrait hydroalcoolique des feuilles de châtaignier

Les feuilles de châtaignier sont riches en sucres (encadré rouge). L'extraction par le mélange eau/éthanol montre la présence d'un composé moyennement polaire à 16 min, absorbant fortement dans l'UV, qui pourrait être un polyphénol selon l'allure de son spectre UV (Figure 5). Les composés élués vers 44 min sont des contaminants.

Globalement, le mélange H₂O/EtOH permet d'extraire plus de composés différents que l'eau (Figure 3 et Figure 4). Dans la littérature [5,15,16], la présence de composés moyennement polaires est aussi décrite pour ce type d'extrait. Il serait donc intéressant de tester des solvants d'extraction moins polaires afin d'extraire ces composés et de les observer en HPLC.

- Bogues de châtaigne

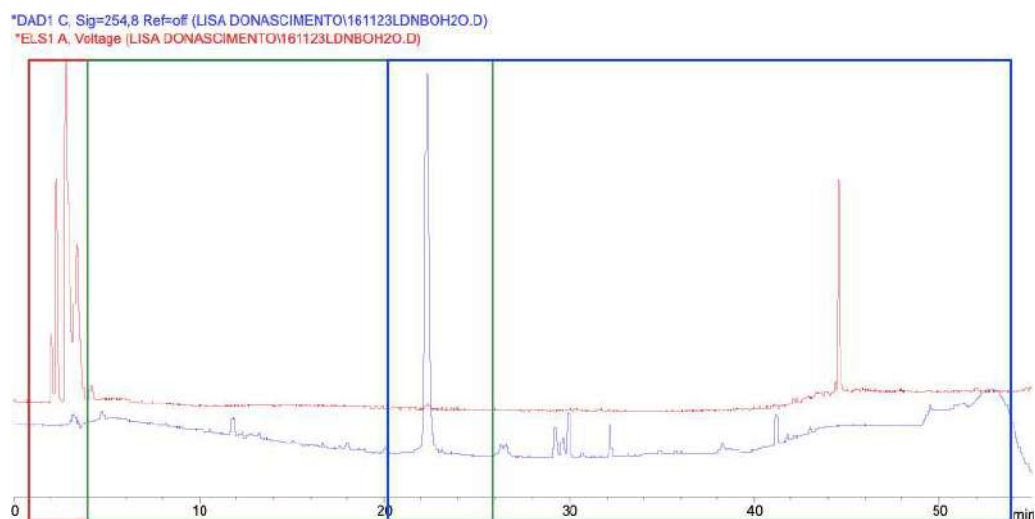


Figure 6 : DAD (254nm) et ELSD des bogues de châtaigne – Extraction par H₂O

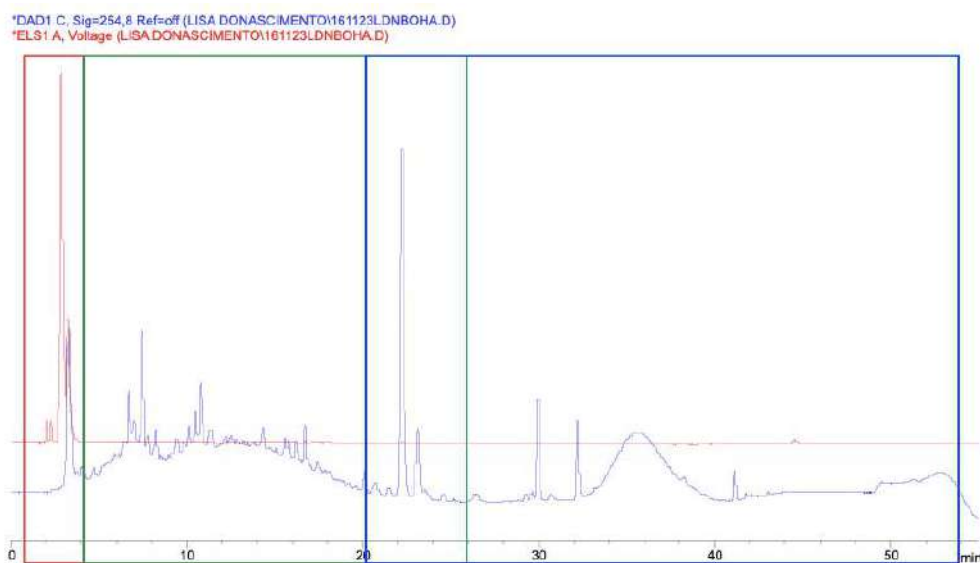


Figure 7 : DAD (254nm) et ELSD des bogues de châtaigne – Extraction par H₂O/EtOH

Les bogues de châtaigne sont composées de sucres, de petits acides et d'acides aminés (encadré rouge) (Figure 6 et Figure 7). Pour l'extrait aqueux (Figure 6), le composé élué à 44 min en ELSD est un contaminant. Dans la littérature [8, 17, 18], la présence de composés moyennement polaires est aussi décrite pour ce type d'extrait. Il serait donc intéressant de tester des solvants d'extraction moins polaires afin d'extraire ces composés et de les observer en HPLC.

- Les branches de châtaignier

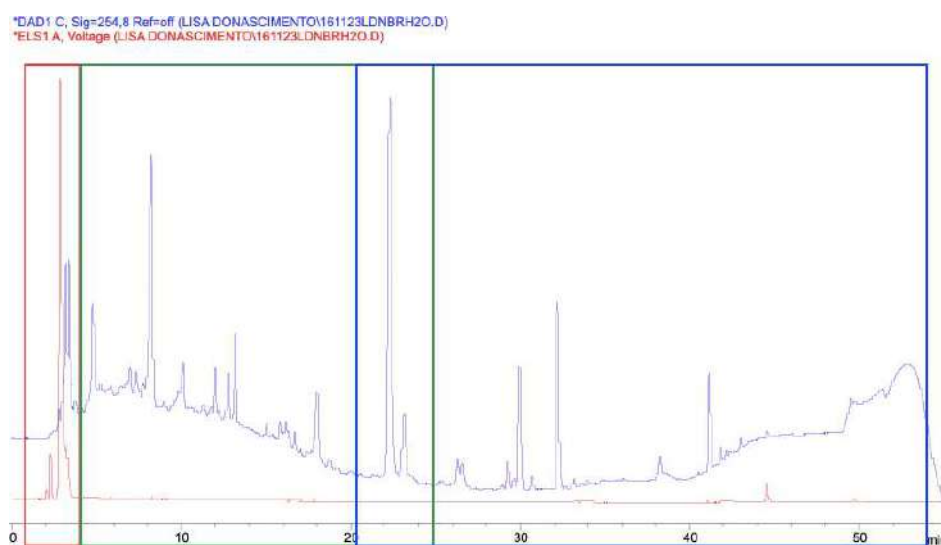


Figure 8 : DAD (254nm) et ELSD des branches de châtaignier – Extraction par H₂O

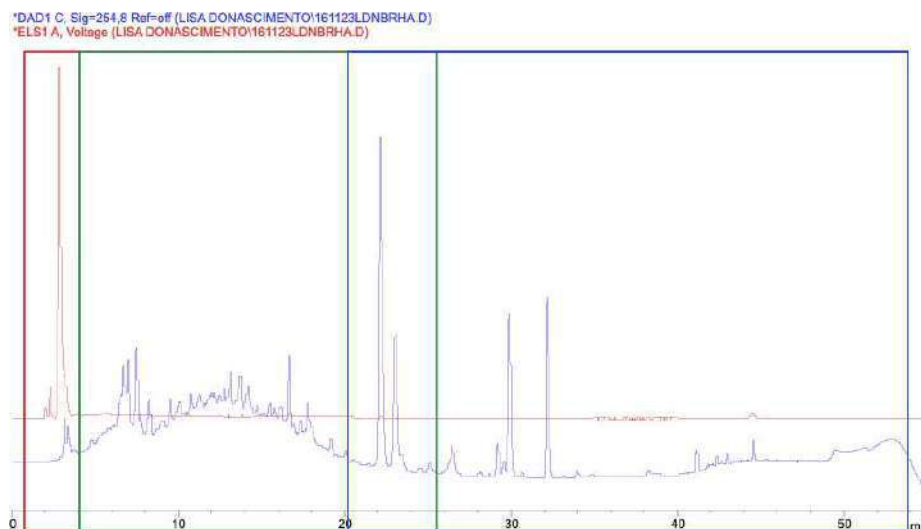


Figure 9 : DAD (254nm) et ELSD des branches de châtaignier – Extraction par H₂O/EtOH

Les branches de châtaignier sont composées de sucres et de composés très polaires (encadré rouge). Le composé élué à 44 min en ELSD apparaissant dans l'extrait aqueux (Figure 8) et l'extraithydroalcoolique (Figure 9) est un contaminant.

Dans la littérature [19-22], la présence de composés moyennement polaires est aussi décrite pour ce type d'extrait. Il serait donc intéressant de tester des solvants d'extraction moins polaires afin d'extraire ces composés et de les observer en HPLC.

4.3. Activités biologiques

Quatre tests ont été effectués (DPPH, Lipoxigénase, Tyrosinase, Hyaluronidase) mais seulement trois tests seront exploités. Les extraits étant colorés, le test anti-hyaluronidase n'a pas donné de résultats satisfaisants. En effet, ce test mesure la formation de précipités à l'intérieur des puits liés à la dégradation de l'acide hyaluronique par la hyaluronidase. La couleur d'un extrait étant considérée par l'appareil comme un précipité, les résultats sont donc faussés.

La figure 10 présente les activités biologiques des extraits hydroalcooliques et des extraits aqueux des différentes parties aériennes du châtaignier. Ces extraits, comme vu précédemment, sont comparés à des témoins moléculaires et cosmétiques.

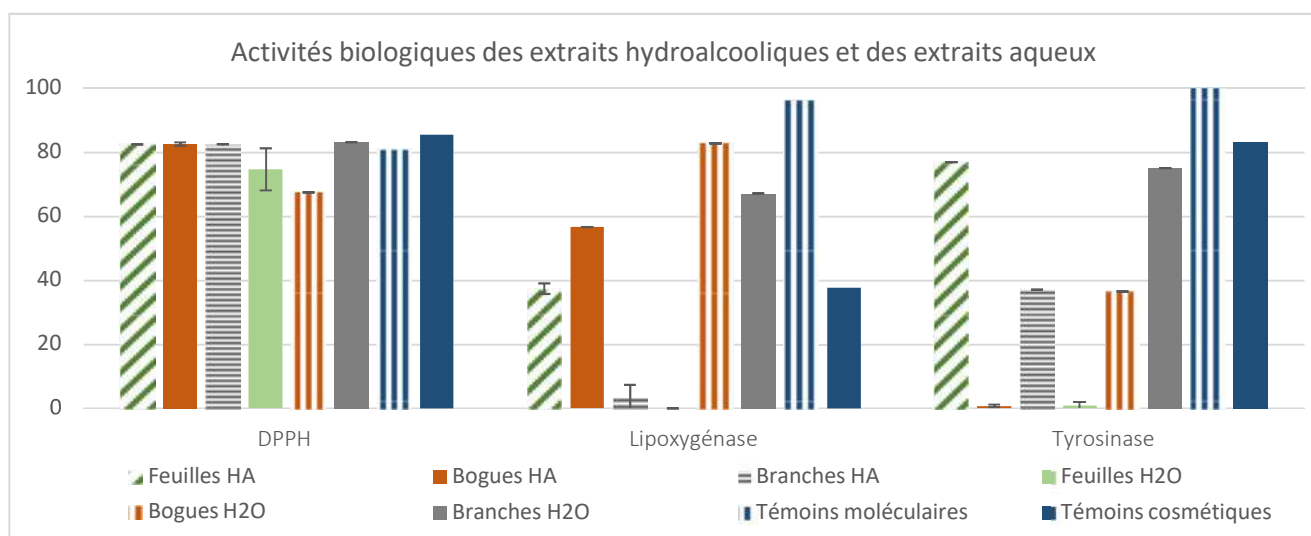


Figure 10 : Activités biologiques des extraits hydroalcooliques et aqueux.

- Tous les extraits présentent une bonne **activité anti-oxydante (DPPH)** : **supérieure à 65% pour l'ensemble des extraits.**
- **L'extrait aqueux des bogues** de châtaigne présente la **meilleure activité anti-inflammatoire** (anti-lipoxigénase).
- **L'extrait hydroalcoolique des feuilles de châtaignier et l'extrait aqueux des branches** présentent une **bonne activité éclaircissante (anti-tyrosinase).**
- **L'extrait aqueux des branches** de châtaignier présente des **activités antioxydantes, anti-inflammatoires et éclaircissantes intéressantes.**
- Le solvant d'extraction a une influence sur l'activité biologique des extraits notamment pour les activités anti-inflammatoire et éclaircissante.

La figure 11 présente les activités biologiques des extraits liquides au propylène glycol et des extraits hydro-glycérinés des différentes parties aériennes du châtaignier. Ces extraits sont comparés à des témoins qui peuvent être moléculaires ou cosmétiques.

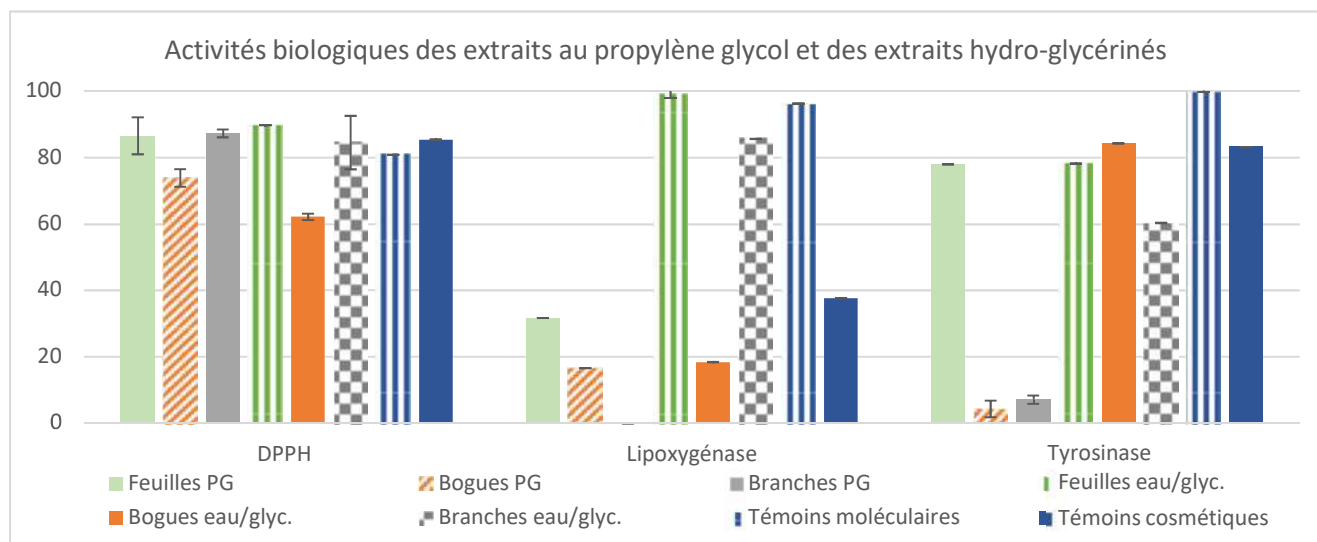


Figure 11 : Activités biologiques des extraits au propylène glycol et hydro-glycérinés.

- Tous les extraits présentent une bonne **activité anti-oxydante (DPPH) : supérieure à 60% pour l'ensemble des extraits.**
- L'**extrait au propylène glycol de feuilles** présente, de plus, une **bonne activité éclaircissante** (anti-tyrosinase).
- L'**extrait hydro-glycériné de feuilles** présente une **excellente activité anti-inflammatoire** (anti-lipoxigénase) et de **bonnes activités antioxydantes (DPPH) et éclaircissantes** (anti-tyrosinase).
- L'**extrait hydro-glycériné de bogues** présente de **bonnes activités antioxydantes et éclaircissantes.**
- L'**extrait hydro-glycériné de branches** présente de **bonnes activités antioxydantes et anti-inflammatoires.** Son **activité éclaircissante** est tout de même correcte puisqu'elle s'élève à **60%.**
- Les extraits hydro-glycérinés sont plus actifs que les extraits aqueux quant à leurs activités anti-inflammatoires et éclaircissantes.

Dans la littérature, l'activité anti-oxydante et l'activité anti-inflammatoire des parties du *Castanea Sativa* sont déjà très décrites. De plus, on retrouve une étude [24] sur l'activité blanchissante des extraits d'écorce du *Castanea Sativa* et un nom INCI a déjà été déposé concernant cet extrait.

A l'inverse, **l'activité blanchissante des feuilles et des bogues n'est pas décrite dans la littérature et aucun ingrédient INCI n'a été déposé pour l'extrait de bogues de châtaigne.** Cette approche pourrait donc être innovante.

5. CONCLUSION

Nous avons étudié plusieurs extraits provenant du châtaignier dans un objectif de valorisation complémentaire à haute valeur ajoutée : les feuilles, les bogues et les branches.

Dans la littérature, nous pouvons voir que les **feuilles et les bogues de châtaignier sont très étudiées** et décrites. En effet, les feuilles et les bogues sont riches en flavanoïdes, en tannins, en terpènes et en acides phénoliques (acide gallique et acide ellagique plus particulièrement) ce qui leur confèrent des activités antioxydantes, antimicrobiennes et anti-inflammatoires intéressantes [15,18,23]. A l'inverse, les branches sont très peu décrites dans la littérature.

De manière générale, les extraits hydroalcooliques ont obtenu de meilleurs rendements que les extraits aqueux. De plus, **l'extrait hydroalcoolique de feuilles** de châtaignier est celui qui nous a donné le meilleur rendement avec **13,4% de rendement d'extraction**.

Par analyse en HPLC, nous avons pu confirmer le profil phytochimique des différents extraits du châtaignier en extraits hydroalcooliques et aqueux en observant la présence de composés très polaires, tels que des sucres, des petits acides et des acides aminés ainsi que la présence en très faible quantité de composés peu voire non polaires. Afin de pouvoir identifier ces composés, il serait intéressant de les comparer à des témoins ou bien de les isoler et de les identifier par HRMS (analyse par spectrométrie de masse), permettant une mesure précise des masses moléculaires.

De plus, afin d'observer en HPLC les composés moyennement polaires décrits dans la littérature, il pourrait être intéressant de tester des solvants d'extraction moins polaires que ceux utilisés.

Tous les extraits obtiennent de bons résultats pour l'activité anti-oxydante. L'extrait aqueux de bogues et les extraits hydroglycérinés de feuilles et de branches présentent de plus de bonnes activités anti-inflammatoires (anti-lipoxygénase). Cependant, cette approche est **peu innovante** puisque déjà très décrite dans la littérature.

Les extraits hydroalcooliques, au propylène glycol et hydroglycérinés de feuilles présentent de bons résultats

quant à l'activité éclaircissante (anti-tyrosinase) de même que les extraits aqueux de branches et hydroglycérinés de bogues. **L'activité blanchissante des feuilles et des bogues étant peu décrite dans la littérature**, cela pourra être une **approche innovante** quant au développement d'ingrédients actifs en cosmétique.

Pour garantir le côté innovant, il pourrait être intéressant de s'intéresser aux extraits de branches du châtaignier puisque ceux-ci sont peu décrits de façon générale dans la littérature bien qu'il existe déjà un ingrédient INCI. Les extraits de branches présentent de bonnes activités biologiques et pourraient être valorisés dans la recherche d'un nouvel actif cosmétique pour leurs activités anti-oxydantes, anti-inflammatoires et éclaircissantes.

6. BIBLIOGRAPHIE

1. Telabotanica - Chataignier Tela Botanica. Available from: <https://www.tela-botanica.org/eflore/>.
2. De Vasconcelos MC, Bennett RN, Rosa EA, et al. (2010) Composition of European chestnut (*Castanea sativa* Mill.) and association with health effects: fresh and processed products. *J SciFood Agric* 90: 1578–1589.
3. Santos MJ, Pinto T, Vilela A (2022) Sweet Chestnut (*Castanea sativa* Mill.) Nutritional and Phenolic Composition Interactions with Chestnut Flavor Physiology. *Foods* 11: 4052.
4. Braga N, Rodrigues F, P.P. Oliveira MB (2015) *Castanea sativa* by-products: a review on added value and sustainable application. *Nat Prod Res* 29: 1–18.
5. Basile A, Sorbo S, Giordano S, et al. (2000) Antibacterial and allelopathic activity of extract from *Castanea sativa* leaves.
6. Giordanengo T, Charpentier J-P, Boizot N, et al. (2009) OAKSCAN: Procédé de mesure rapide et non destructif des polyphénols du bois de chêne de tonnellerie. 234.
7. Brizi C, Santulli C, Micucci M, et al. (2016) Neuroprotective Effects of *Castanea sativa* Mill. Bark Extract in Human Neuroblastoma Cells Subjected to Oxidative Stress. *J Cell Biochem* 117: 510–520.
8. Pinto D, Rodrigues F, Braga N, et al. (2017) The *Castanea sativa* bur as a new potential ingredient for nutraceutical and cosmetic outcomes: preliminary studies. *Food Funct* 8: 201–208.
9. Esposito T, Celano R, Pane C, et al. (2019) Chestnut (*Castanea sativa* Miller.) Burs Extracts and Functional Compounds: UHPLC-UV-HRMS Profiling, Antioxidant Activity, and Inhibitory Effects on Phytopathogenic Fungi. *Molecules* 24: 302.
10. Kim MJ, Jung TK, Kim MH, et al. (2020) Cosmetic Compositions for Anti-aging Comprising Extracts of Plants.
11. Henry F, Danoux L, Pauly G, et al. (2012) Use of cosmetic compositions comprising an extract of the leaves of *castanea sativa*.
12. Peyrot E, Presle S, Demarne F (2004) A Composition Comprising an Extract of the Buds of *Castanea Sativa* and Cosmetic Uses Thereof.
13. Prospector - Le moteur de recherche pour l'innovation de produits Available from:

<https://www.ulprospector.com/fr/eu?f=true>.

14. INCI Beauty Available from: <https://incibeauty.com/>.
15. Cerulli A, Napolitano A, Hošek J, et al. (2021) Antioxidant and In Vitro Preliminary Anti- Inflammatory Activity of *Castanea sativa* (Italian Cultivar “Marrone di Roccadaspide” PGI) Burs,Leaves, and Chestnuts Extracts and Their Metabolite Profiles by LC-ESI/LTQOrbitrap/MS/MS. *Antioxidants* 10: 278.
16. Biagi M, Noto D, Corsini M, et al. (2019) Antioxidant Effect of the *Castanea sativa* Mill. Leaf Extract on Oxidative Stress Induced upon Human Spermatozoa. *Oxid Med Cell Longev* 2019:1–9.
17. Esposito T, Celano R, Pane C, et al. (2019) Chestnut (*Castanea sativa* Miller.) Burs Extracts and Functional Compounds: UHPLC-UV-HRMS Profiling, Antioxidant Activity, and Inhibitory Effects on Phytopathogenic Fungi. *Molecules* 24: 302.
18. Moure A, Conde E, Falqué E, et al. (2014) Production of nutraceuticals from chestnut burs by hydrolytic treatment. *Food Res Int* 65: 359–366.
19. Mecca M, Todaro L, Lo Giudice V, et al. (2021) GC-MS and SPME Techniques Highlighted Contrasting Chemical Behaviour in the Water Extractives of Modified *Castanea sativa* Mill. and *Fagus sylvatica* L. Wood. *Forests* 12: 986.
20. Comandini P, Lerma-García MJ, Simó-Alfonso EF, et al. (2014) Tannin analysis of chestnut bark samples (*Castanea sativa* Mill.) by HPLC-DAD–MS. *Food Chem* 157: 290–295.
21. Chiarini A, Micucci M, Malaguti M, et al. (2013) Sweet Chestnut (*Castanea sativa* Mill.) Bark Extract: Cardiovascular Activity and Myocyte Protection against Oxidative Damage. *Oxid MedCell Longev* 2013: 1–10.
22. Khatib M, Campo M, Bellumori M, et al. (2023) Tannins from Different Parts of the Chestnut Trunk (*Castanea Sativa* Mill.): a Green and Effective Extraction Method and Their Profiling by High-Performance Liquid Chromatography-Diode Array Detector-Mass Spectrometry. *ACSFood Sci Technol* 3: 1903–1912.
23. Silva V, Falco V, Dias MI, et al. (2020) Evaluation of the Phenolic Profile of *Castanea sativa* Mill. By-Products and Their Antioxidant and Antimicrobial Activity against Multiresistant Bacteria. *Antioxidants* 9: 87.
24. Özer Ö, Mutlu B, Kivçak B (2007) Antityrosinase Activity of Some Plant Extracts and Formulations Containing Ellagic Acid. *Pharm Biol* 45: 519–524.