



L'ARBOUSIER

**Étude et structuration d'une filière de valorisation
de l'arbousier sur le territoire du Parc naturel
régional de la Sainte-Baume**

- Rapport Final -



Forêt
Modèle
de Provence



REGION
SUD
Provence
Alpes
Côte d'Azur



PROVENCE ALPES CÔTE D'AZUR

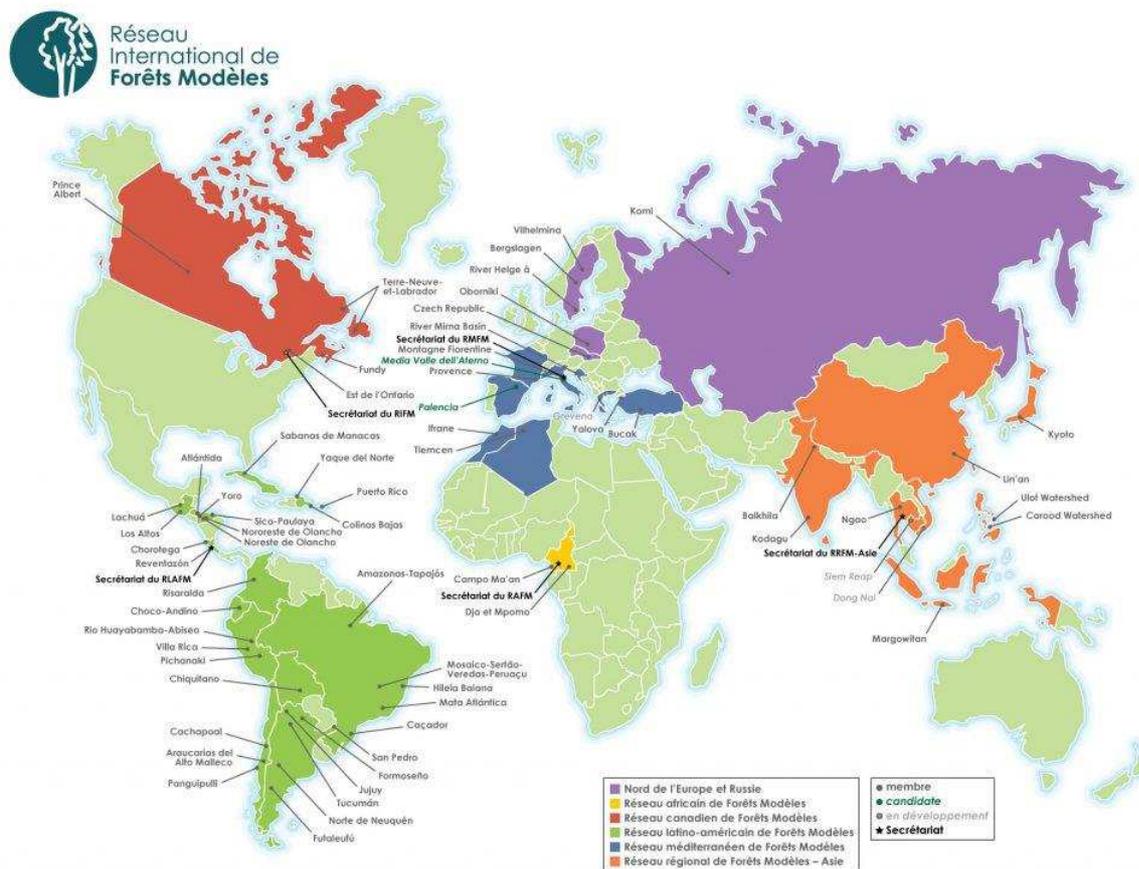
Présentation de Forêt Modèle de Provence

L'association Forêt Modèle de Provence a pour objet de mettre en œuvre un processus partenarial visant à promouvoir le développement durable des territoires forestiers provençaux en référence au concept de paysage de forêt modèle.

La création :

Forêt Modèle de Provence a été créée à l'initiative de la région SUD Provence-Alpes-Côte d'Azur en 2013, elle est reconnue d'intérêt général.

Elle fait partie du Réseau International des Forêts Modèles (le réseau a été créé au Canada en 1992), et partie prenante active du réseau méditerranéen des Forêts Modèles.



Le Réseau International des Forêts Modèles, c'est quoi ?

Ce concept est né dans les années 90 au Canada et, pour être testé, 10 sites dans le pays ont été choisis.

Le programme visé a été **élaboré en réaction à d'importants conflits** dans le secteur forestier canadien. Les environmentalistes, les gouvernements, les communautés autochtones, les collectivités et les travailleurs forestiers rencontraient de nombreuses difficultés pour s'entendre sur l'utilisation des ressources forestières et la gestion durable des espaces forestiers.

Avant la forêt n'était vue qu'au travers du prisme de sa filière bois... mais en ajoutant les notions d'avantages sociaux, environnementaux, économiques et culturels et, avec la constitution de compromis équitables, on ouvrait la vision sur la forêt. En se concentrant uniquement sur le bois d'œuvre, on passait sous silence de nombreux enjeux.

Dès le départ, il y avait l'objectif commun : **le développement durable**. Ces Forêts Modèles ont été un laboratoire, elles ont promu l'idée de former des partenariats dans le cadre d'un forum neutre, où toutes les valeurs et intérêts pourraient être représentés, et où les partenaires pourraient mettre à l'essai de nouvelles idées.

Chaque site se destinait à être un « modèle » dynamique duquel les autres pourraient apprendre, et, ensemble, faire avancer leurs objectifs de durabilité dans les forêts et les paysages plus élargis qui les entourent.

L'approche a été instantanément prometteuse puisque les gens se sont rassemblés pour trouver des solutions communes aux défis auxquels ils étaient exposés, tels que l'exploitation forestière, la conservation de la biodiversité et la stabilité économique.

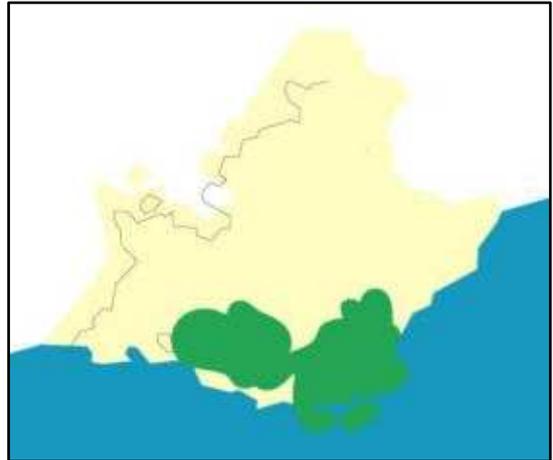
Encouragé par ce succès, le gouvernement du Canada a annoncé la mise en œuvre d'un Réseau International des Forêts Modèles à la Conférence des Nations Unies sur l'environnement et le développement en 1992 (CNUED) à Rio de Janeiro, avec pour but de partager sur une plus grande échelle les leçons apprises dans les Forêts Modèles du Canada et de fournir une plate-forme pour partager ces expériences avec des partenaires internationaux.

Le secrétariat du RIFM a officiellement été créé en 1995, et il est toujours hébergé par le gouvernement du Canada.

L'action au-delà des mots – 30 ans pour les paysages, les partenariats et la durabilité

Nos Objectifs :

- Au niveau local, en mettant en œuvre **des actions concrètes à valeur démonstrative** sur son territoire de référence, qui se construit autour des massifs de l'Étoile, du Garlaban, de la Sainte-Baume (le PNR de la Sainte-Baume est un membre de Forêt Modèle de Provence) et des Maures (le Parc National de Port-Cros est un membre de Forêt Modèle de Provence) - voir graphique ci-contre ;
- Au niveau régional, **en communiquant sur les résultats de ces actions**, et en formulant des propositions auprès des instances régionales et nationales en vue d'améliorer les politiques publiques ayant un lien avec la forêt ;
- Au niveau international, **en échangeant des expériences et en coopérant avec les forêts modèles des Réseaux international et méditerranéen**, et avec d'autres entités permettant de développer des relations utiles à la résolution des problèmes de la forêt provençale, afin d'apporter sa contribution au développement durable des paysages forestiers en Méditerranée, et dans le monde.



Nos missions :

- Constituer une force de proposition et rassembler des acteurs divers pouvant se retrouver dans le concept, le réseau et les actions déclinées ;
- Sensibiliser aux enjeux du développement durable des massifs forestiers, et de leur protection ;
- Promouvoir la coopération entre les acteurs du territoire en matière de gestion et valorisation de la forêt et de ses ressources ;
- Réaliser des études de recherche-développement : valoriser nos essences (Pistachier lentisque, Arbousier, Pin d'Alep, Acacia dealbata, etc) ;

- Impulser et soutenir des projets innovants de gestion et de valorisation de la forêt du périmètre de la forêt modèle (par exemple, dernièrement, la plantation de 1500 pieds de Pistachiers vera pour relancer la production de pistache dans notre région) ;
- Capitaliser, communiquer, échanger, diffuser les expériences existantes et les acquis obtenus (notamment *via* l'organisation de plusieurs événements majeurs sur le territoire, notre Concours d'Art et de Design, la publication d'un magazine sur la filière subéricole, etc.) ;
- Mener des projets européens d'échanges avec le Réseau Méditerranéen des Forêts Modèles et d'autres organismes.

Le plan d'action, poursuivant ses objectifs, se décline autour de 3 grands axes :

- Les actions en faveur des filières : relance économique du Chêne-liège, projet de recherche et développement : Arbousier, Pistachier, Pin d'Alep, etc., plantations pour relancer certaines filières, adaptation au changement climatique de nos massifs ;
- Les actions de communication : création d'événements majeurs (drainant entre 2000 et 3000 personnes) comme le Week-end du chêne-liège au Domaine de Baudouvin, les Journées du Liège à la Villa Noailles ou encore Arbres en fête au Domaine du Rayol, mais aussi l'organisation d'un Concours d'Art et de Design (3 catégories : Tournage sur bois, Sculpture, Design) et la publication d'un magazine annuel sur la filière subéricole et autres supports de communication ;
- Les actions avec la dynamique européenne : plusieurs projets d'échange, sur la valorisation du Pistachier lentisque (avec les pays de l'arc méditerranéen concerné), sur la gestion durable des espaces forestiers (avec la Pologne et la Croatie), sur l'éducation à l'environnement ou encore la captation carbone de nos forêts.

Intérêt régional de cette présente étude de valorisation de l'arbousier :

Valorisation de la multifonctionnalité de la forêt par :

- ❖ La création de valeur-ajoutée économique issue de ressources forestières aujourd'hui non-exploitées (l'Arbousier), allant dans le sens d'une relance de certaines filières économiques et d'une économie de la forêt au bénéfice du territoire ;
- ❖ La sensibilisation du grand-public ;
- ❖ La valorisation de **toutes les composantes** de l'arbousier au bénéfice de tous ;
- ❖ La coopération entre des acteurs forestiers locaux, régionaux et internationaux (notamment en s'inspirant du modèle portugais).

Moyens humains – Forêt Modèle de Provence

- ❖ 1 Coordinateur / chargé de mission en CDI à temps plein, Nicolas Plazanet
- ❖ 1 Chargé de communication, Nicolas Lequeux



©Aude Mottiaux – PNR Sainte-Baume

REMERCIEMENTS

Les intervenants ont été nombreux, un grand merci pour leur engagement et enthousiasme. Voici leur présentation, par ordre alphabétique, ainsi que leurs principaux apports dans le cadre de cette étude :

Association l'Économe, collecte toutes les semaines des fruits et légumes invendus sur les marchés. Elle agit concrètement contre le gaspillage alimentaire et la valorisation de certains produits mal considérés (car peu connus - comme l'arboise, ou mal perçus, comme les légumes moches).

ASL Suberaie Varoise, créée en 1991, regroupe des propriétaires forestiers privés pour la gestion de leur parcelle subéricole (15 000 hectares en gestion), a mené l'étude sylvicole sur l'arbousier.

Association VEGA, association d'insertion professionnelle par des travaux forestiers, a mené plusieurs cessions de récolte d'arboises.

Brasserie Carteron, la brasserie, née à Saint-Tropez, est la plus médaillée des bières artisanales. Elle a développé une bière à l'arboise, actuellement commercialisée par le château Léoube.

Bernard Romagnan, Historien, Président du Conservatoire du Patrimoine à la Garde-Freinet, Membre associé au CNRS, Université Aix-Marseille, a collaboré pour la partie usages historiques de l'arbousier.

Charles Dutelle, ébéniste, scieur, spécialiste du placage, a mené des tests avec du bois et souches d'arbousier (sciage, placage, usages).

Clarisse Le Bas, ethnobotaniste, cueilleuse professionnelle, a participé à la récolte d'arboises et à l'étude.

Le Département du Var, qui a mis à disposition de manière gracieuse bois et souches d'Arbousiers issus de travaux d'élargissement d'une route départementale.

École Escoulen de tournage sur bois située à Aiguines et Daniel Kaag, son directeur, ont pu travailler le bois et la souche d'arbousier en tournage avec leurs stagiaires.

Émilien Wallace, apiculteur, castanéculteur, pâtissier, confiseur, propriétaire forestier... beaucoup de cordes à son arc, il a été un acteur majeur de l'étude avec plusieurs essais menés.

Fabrice Berna, brasseur à la Brasserie de la Sainte-Baume, a réalisé des tests de bière à l'arbouse.

Jean-Charles Lafitau, pâtissier, boulanger et glacier installé à Brignoles, a pu développer des essais de glaces à l'arbouse avec l'aide de Christine Borg.

Jérôme Laplane, maraîcher et glacier, gérant d'une ferme maraîchère biologique spécialisée dans la production de légumes, d'œufs et de sorbets. Jérôme a pu réaliser un sorbet à l'arbouse.

Le Comptoir de l'Alchimiste, situé à Mane dans le 04 et dirigé par Hervé Mercier Metz, a mené plusieurs tests avec l'arbouse, en eau de vie et en liqueur, avec réussite.

Michel Vennetier, chercheur à l'INRAE, rédacteur pour Forêt Méditerranéenne, secrétaire de Forêt Modèle de Provence, a pu apporter toute sa connaissance et participer activement à la recherche. Plusieurs articles (publié dans Forêt Méditerranéenne ou sur d'autres supports) ont d'ailleurs été co-rédigés avec Michel Vennetier, tout au long de la recherche.

Mouvements & Paysages, entreprise paysagiste et pépiniériste dirigée par Jean-Laurent Félizia, spécialiste du biome méditerranéen, a pu notamment rédiger les conseils de plantation et apporter sa connaissance sur le sujet (notamment lors du reportage avec France 3, sur la régénération post-incendie).

NissActive, la partie Recherche & Développement, conventionnée avec l'Université présentée ci-dessous, ils sont en train de développer un produit cosmétique sur la base des recherches sur l'arbousier et de son potentiel.

Sylvie Chantraine, gérante et créatrice de la Brasserie artisanale la Blonde et la Brune, a réalisé des tests pour élaborer une bière à l'arbouse.

Université Côte d'Azur, 35 000 étudiants, 560 formations, 28 structures de formation, 12 campus, nous avons travaillé avec le groupe de recherche Métabolome et Valorisation de la Biodiversité

Végétale de l'Institut de chimie de Nice, une Unité Mixte de Recherche dirigé par Xavier Fernandez. Ils ont mené la recherche fondamentale sur le sujet, via Camille Dubois, doctorante (qui fera d'ailleurs sa thèse sur l'arbousier !).

Beaucoup d'autres personnes et/ou structures ont participé, au-delà des principaux, précédemment cités.

Ce projet a été mené grâce au financement de la Région et de l'Europe, dans le cadre d'un projet LEADER.

Merci au Parc naturel régional de la Sainte-Baume pour leur confiance.

Sommaire

Introduction.....	15
Mise en contexte	15
Description botanique.....	16
Optimum écologique.....	17
1. Présentation du Parc naturel régional de la Sainte-Baume.....	18
Les chiffres clés.....	18
Dynamique engagée par le territoire.....	20
Les produits forestiers non ligneux.....	21
2. L'arbousier : sa diversité, ses caractéristiques et son histoire.....	23
2.1. Description de son milieu.....	24
2.2. Les principales variétés de l'arbousier.....	27
2.3. Maladies et parasites.....	30
2.4. Captation carbone	30
2.5. Changement climatique	31
2.6. L'arbousier et la fixation du sol.....	32
2.7. L'arbousier et le feu.....	33
2.8. L'arbousier et le pastoralisme.....	34
2.9. L'arbousier dans les légendes.....	35
2.10. L'usage de l'arbousier – quelques mots d'histoire.....	38
L'apiculture	38
La tannerie	39
La vannerie	47
3. Les études majeures.....	49
A. Étude sur le potentiel cosmétologique des feuilles, fruits et écorce de l'arbousier	50
Résumé	50
Introduction et recherche bibliographique.....	51
Brevets et marché des ingrédients.....	53
Expérimentation.....	55
Extraction hydroalcoolique.....	55
Extraction éthanolique	56

Extraction par Solvant sous Pression (PSE).....	56
Extraits aqueux	57
Chromatographie Haute Performance (HPLC)	57
Tests d'activité biologique	57
Résultats	58
Composition phytochimique	59
Activités biologiques.....	63
Conclusions.....	67
B. Développement d'actifs cosmétiques à base d'écorce et de parties aériennes d'arbousier.....	71
Résumé des travaux réalisés	71
Objectifs.....	72
C. Étude du potentiel cosmétologique des fleurs, bourgeons, racines et bois d'arbousier.....	75
Matières premières	75
Étude bibliographique	75
Brevets.....	76
Marché des ingrédients.....	77
Expérimentation	77
Profils chromatographiques	78
Tests d'activités biologiques.....	79
Rendements.....	81
Composition phytochimique	81
Bilan des profils phytochimiques.....	85
Activités biologiques.....	86
Conclusion	87
D. Étude sur la valorisation du fruit.....	89
Choix de la matière première	89
Étude bibliographique	89
Brevets.....	90
Méthodes et résultats	91
Analyse organoleptique sur les arbouses / la confiture d'arboise.....	95
Conclusion	100

E. Valorisation du bois d'arbousier	101
Résumé	101
Introduction.....	102
Retour d'expérience	107
Potentiel de valorisation économique et conclusion	111
F. Étude sylvicole sur l'arbousier	113
L'espèce et son écologie	113
Répartition.....	113
Morphologie et Ecologie	113
Exigences édapho-climatiques	115
Les itinéraires sylvicoles.....	116
Le choix des plants d'arbousier	118
La récolte.....	120
La valorisation.....	120
Les ravageurs et maladies	121
Les principales maladies identifiées	122
Son avenir face au changement climatique	123
4. Synthèse des composantes de l'arbousier : Présentation, propriétés, usages et recherches.....	125
A. La racine	126
Présentation	126
Propriétés et usages	126
Recherches	127
B. Le bois	128
Présentation	128
Propriétés et usages	128
Recherches	129
Témoignages.....	129
Etude bibliographique	130
Travail sur la sonorité du bois.....	133
En cosmétique	135

C.	L'écorce	136
	Présentation	136
	Propriétés et usages	136
	Recherches	136
D.	Le feuillage.....	137
	Présentation	137
	Propriétés et usages	137
	Recherches	138
	Essais pour la tisane	139
	Effet sur la santé humaine	146
E.	Les fleurs	147
	Présentation	147
	Propriétés et usages	150
	Retours d'expérience.....	151
	Recherches	151
F.	Le fruit	152
	Présentation	152
	Propriétés	152
	Usages.....	153
	Recherches	154
5.	Données économiques – Quelles valorisations pour l'arbousier	155
1.	Le bois - quelle économie peut-on en dégager ?	156
1.1.	Dynamique d'hier et perspectives.....	156
1.2.	Exemple de contrat type – Valorisation du bois.....	158
1.3.	Exemple de contrat de bois sur pied	161
1.4.	Quelle dynamique forestière et création de flux économique ?	164
2.	La racine - quelle économie peut-on en dégager ?	168
3.	L'écorce - quelle économie peut-on en dégager ?	169
4.	Le feuillage – quelle économie peut-on en dégager ?	169
A.	Actuellement	169
B.	Exemple de fiche produit pour un contrat de vente ou d'exportation	170
C.	Exemple de contrat type - feuillage.....	171
D.	Quelle dynamique et création de flux économique ?.....	175
5.	La fleur – quelle économie peut-on en dégager ?	178

A. La place de l'apiculture et son intérêt.....	178
B. Exemple de convention apicole type	179
C. Perspectives.....	183
6. Le fruit - quelle économie peut-on en dégager ?.....	184
A. Témoignage d'un des acteurs principaux de l'étude	184
B. exemple de convention de récolte.....	185
C. Quelle valeur, quelle suite ?	189
7. Conclusion	190
6. Perspectives et débouchés suite à cette étude – Quel schéma global de valorisation penser ?.....	193
1. PRÉSERVER LA DIVERSITÉ ÉCOLOGIQUE DES MILIEUX NATURELS.....	194
2. DÉVELOPPER UNE FILIÈRE ÉCONOMIQUE DURABLE	194
3. CONTRIBUER À LA RÉGULATION DU CYCLE DU CARBONE	196
4. ANTICIPER LES EFFETS DU CHANGEMENT CLIMATIQUE.....	196
7. Conseils de plantation	198
8. Les produits ayant permis la conduite de cette étude	203
Racine	204
Bois	204
Écorce	207
Feuillage.....	208
Fleurs	208
Fruit.....	211
Valorisation artistique	220
9. Cuisiner l'arboise : idées de recettes	223
ENTRÉE : Salade Kiwi/oranges et arbousier	223
PLAT : Poulet au miel d'arbousier.....	224
DESSERT : Arbouses au sirop.....	225
APÉRITIF ET DIGESTIF	226
POUR LE PETIT DÉJEUNER.....	228
GOÛTER ET GOURMANDISE - À BOIRE	231
GOÛTER ET GOURMANDISE - À MANGER	232
Bibliographie	236

Introduction

Mise en contexte

L'arbousier est une essence courante de nos massifs, évidente, pourtant sa valorisation est marginale, pour ne pas dire inexistante, malgré son intérêt. Ses fruits comestibles, les arbouses, font partie des PFNL (produits forestiers non ligneux).

Partie de ce constat, en adéquation avec l'une des actions de sa Charte Forestière de Territoire (CFT), le Parc naturel régional de la Sainte-Baume a souhaité conduire une étude sur cette essence. Suite à un appel d'offre, c'est l'association Forêt Modèle de Provence (créée à l'initiative de la Région SUD Provence-Alpes-Côte d'Azur), forte de son expérience acquise sur une étude similaire dans le Massif des Maures, qui a été choisie pour conduire ce vaste projet de recherche sur la valorisation de l'arbousier.

C'est une étude qui a la particularité de valoriser **toutes les composantes** de l'arbousier (racine, bois, feuillage, écorce, fruits, fleurs), ce rapport final permettra de revenir sur cette vaste recherche et les opportunités que peut offrir cette valorisation pour l'avenir de nos massifs forestiers, qui sont passés en un siècle d'un statut de ressource à un statut presque uniquement paysager.



©Stéphanie Singh – PNR Sainte-Baume

De par sa capacité à faire des fleurs en même temps que le fruit arrive à maturité, tout en gardant les feuilles vert tendre toute l'année, l'arbousier apparaît comme un beau symbole d'espoir, d'hospitalité, de confiance même, dans les légendes et encore pour les randonneurs ayant le plaisir de le croiser dans nos massifs à l'automne, reste à lui donner toutes ces lettres de noblesse, ce rapport pourra y contribuer.

Description botanique

L'arbousier est une espèce qui appartient au genre *Arbutus* et à la famille des Ericacées, grande famille cosmopolite représentée par 124 genres (dont *Arbutus*, *Erica* - bruyère, *Calluna* - Callune, etc.), et environ 4100 espèces. La plus grande diversité des Ericaceae se retrouve sous les climats méditerranéens.

L'arbousier (*Arbutus unedo* L.), est un petit arbre du pourtour méditerranéen, mesurant généralement trois à cinq mètres de hauteur mais jusqu'à dix mètres à l'âge adulte, il vit entre 100 et 400 ans. Il porte des tiges dressées et des rameaux jeunes de couleur rouges qui sont rudes et poilus. Ses feuilles sont persistantes, grandes (~10 cm) et de forme ovales-lancéolées présentant une marge dentée. Elles sont coriaces, glabres et luisantes. Les fleurs sont blanches et vertes au sommet et se présentent en grappes courtes et larges. Le calice est à lobes subtriangulaires et la corolle est à dents courtes. Il présente des étamines velues à la base et des baies globuleuses pendantes et hérissées de tubercules de forme pyramidale.



Sa floraison a lieu d'octobre à janvier, en même temps que la pleine maturité du fruit, une ressource importante pour les pollinisateurs dans une période où les fleurs sont rares. Les fruits sont comestibles : ils donnent de l'eau-de-vie par fermentation, on en fait aussi des gelées et des confitures.

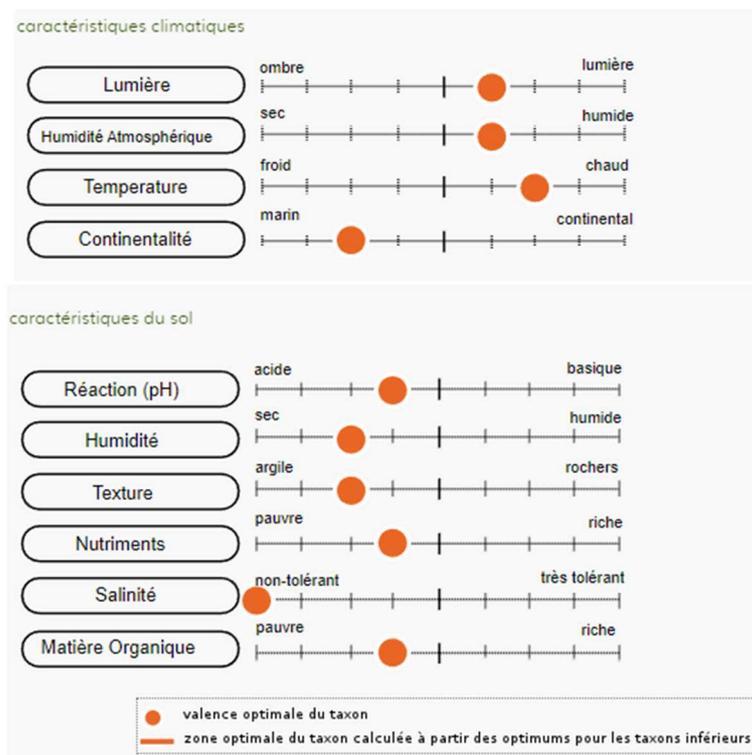
Le bois, à croissance lente, est dur et plutôt dense (densité 0,71), ce qui en fait un bon combustible. Il a un grain très fin, de couleur rose pâle avec des veines rouges violacées, et il est facile à travailler.

En France, trois espèces d'arbousier sont indigènes :

- *Arbutus unedo*, que nous venons de décrire et qui croît principalement dans le Midi ;
- L'Arbousier des Alpes, minuscule arbuste d'un mètre au plus, qui croît dans le Jura, en Savoie, en Dauphiné et dans les hautes régions des Pyrénées, il fleurit d'avril en juin et ses fruits sont d'un bleu noirâtre ;

- L'Arbousier Raisin d'Ours (*A. Uva Ursi*), de Linné, dont certains auteurs ont fait le type du genre *Artostaphylos*. Ce joli petit arbuste se rencontre dans la Côte-d'Or, le Jura, le plateau Central, les Alpes et les Pyrénées. Ses feuilles, non découpées, traînent sur le sol, d'où le nom d'Arbousier traînant qu'on lui donne quelquefois, elles sont très employées comme toniques et diurétiques mais, comme leur prix est assez élevé, on y mélange souvent, dans le commerce, des feuilles de buis auxquelles elles ressemblent beaucoup et des feuilles de l'Airelle ponctuée, plante plus commune. Les fleurs de l'arbousier raisin d'ours sont rosées ou blanches, ses fruits rouges, comestibles, ont une saveur agréable, ils sont connus sous le nom de Busseroles.

Optimum écologique



Julve, Ph., 2021 ff. - Baseflor. Index botanique, écologique et chorologique de la flore de France. Version : 27 avril 2021. <https://www.tela-botanica.org/projets/phytosociologie>

L'arbousier est une essence méditerranéenne native, en France, elle prospère en milieu sauvage ou comme plante ornementale, enfin, dans d'autres pays, elle est cultivée.

1. Présentation du Parc naturel régional de la Sainte-Baume

Le Parc naturel régional de la Sainte-Baume s'étend sur 84 200 ha et comprend 28 communes du pourtour du massif de la Sainte-Baume, à cheval entre les Bouches-du-Rhône et le Var. Ce territoire est caractérisé par un **patrimoine naturel et culturel jugés exceptionnels**. Néanmoins, il subit de fortes pressions anthropiques dues à la proximité des grands pôles urbains de Marseille, Aix-en-Provence et Toulon.

Sur le territoire du Parc de la Sainte-Baume, la forêt couvre près de 80% de la surface, elle s'affirme comme l'élément fédérateur d'ensembles paysagers très variés et représente un patrimoine paysager et écologique très riche au carrefour de 3 grandes agglomérations : Aix-en-Provence, Marseille, Toulon.

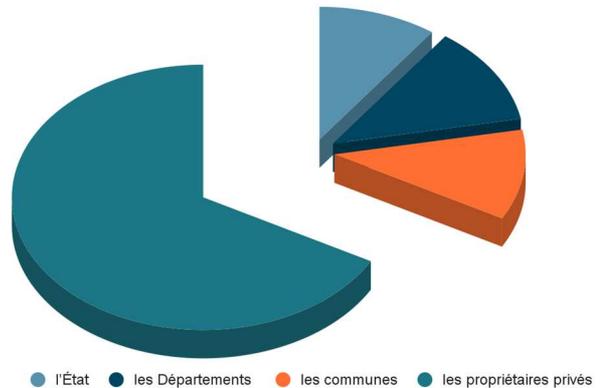
Les chiffres clés

- 84 200 hectares
- 28 communes
- 61 500 habitants
- 80% en espaces naturels, recouverts de forêts
- 1 148 m, double point culminant
- 3 sites Natura 2000



©Stéphanie Singh – PNR Sainte-Baume

Les surfaces forestières appartiennent à 4 catégories de propriétaires, respectivement, propriétaires privés (67%), Départements (12%), Communes (11%) et État (10%), voir graphique ci-dessous :



La gestion sylvicole, plus ou moins orientée vers la production de bois, est pratiquée conformément aux documents de gestion durable (77 % des forêts publiques sont couvertes par un aménagement forestier et 60 % des forêts privées le sont par un PSG). Ces espaces représentent ainsi une source de revenus pour les propriétaires mais également un support pour des activités multifonctionnelles comme la chasse, le sylvopastoralisme, les loisirs et sports de nature et le tourisme.

3 fonctions lui sont associées, on parle de multifonctionnalité :

- **Économique** : la filière forêt-bois est source d'emplois locaux et de produits ;
- **Sociale** : espaces de ressourcement, de loisirs de pleine nature ;
- **Environnementale** : refuges de biodiversité, rôle dans le cycle de l'eau et du carbone, limitation des risques naturels notamment via la fixation du sol.

La valorisation des espaces forestiers porte également des enjeux liés aux risques :

- Le risque incendie : la déprise agricole corrélée au manque d'accessibilité dans certains secteurs a induit un développement important des espaces boisés. Composés généralement de résineux (essences pionnières à croissance rapide), ces peuplements constituent une masse combustible générant un risque en cas d'incendie. Ce risque est d'autant plus important que les zones urbaines se rapprochent de plus en plus près des espaces forestiers. Cette hausse des interfaces habitats/forêts rend les biens et les personnes plus vulnérables en cas d'incendie.

- Le changement climatique : Les forêts jouent un rôle important dans l'atténuation du changement climatique par la séquestration, la substitution et la conservation du carbone. Le bois est une ressource renouvelable qui, lorsqu'il est issu de forêts gérées durablement, constitue un réservoir efficace de stockage du carbone. Il faut aussi se poser la question du lendemain et des essences adaptées au changement climatique.

Dynamique engagée par le territoire

Le territoire s'inscrit dans un contexte régional dynamique sur le développement de la filière économique du bois. La forêt étant un élément majeur du territoire, tant par la superficie couverte que par les enjeux s'y référant, le Parc s'est positionné pour l'élaboration d'une stratégie politique forestière ambitieuse et exemplaire, à l'échelle de son territoire, à travers l'élaboration d'une Charte Forestière de Territoire (CFT), volet forestier opérationnel de la Charte du PNR de la Sainte Baume.

Tout au long du processus d'élaboration de la CFT, les membres du Comité de Pilotage (COFIL) organisés en 5 collèges (collectivités, propriétaires/gestionnaires forestiers, socio-professionnels, partenaires institutionnels, usagers) ont défini 19 actions forestières structurantes à mettre en œuvre sur la période 2017-2021 pour atteindre plusieurs objectifs :

- Assurer une mise en œuvre concertée et partenariale des actions forestières ;
- Sensibiliser les propriétaires forestiers à une meilleure planification de la gestion de leur forêt ;
- Mettre en œuvre une sylviculture multifonctionnelle et durable ;
- Améliorer la mobilisation des bois ;
- Développer et mettre en œuvre une stratégie de valorisation du bois en circuit court ;
- Expérimenter de nouveaux débouchés ;
- Rechercher la rémunération des autres produits forestiers et des services rendus ;
- Préserver le patrimoine paysager et culturel ;
- Concilier les usages au sein des espaces forestiers ;
- Développer une culture forêt-bois auprès des élus et du grand-public.

Ces actions doivent concourir à l'amélioration de la gestion forestière (qualité des peuplements, mobilisation des bois, valorisation optimale des produits...) et doivent permettre de faire de la forêt un levier de développement économique, écologique et social au sein du Parc. Ainsi, dans la continuité des actions déjà conduites par le Parc et ses partenaires depuis 2015 (réalisation d'une étude sur la ressource forestière disponible, élaboration d'un guide méthodologique de valorisation de bois de chauffage en circuit court, mise en place de formations pour les propriétaires forestiers, élaboration de fiches d'identité forestière communales...), les membres du COPIL ont souhaité engager une nouvelle action tournée cette fois vers la valorisation des produits forestiers non ligneux en lien avec les fiches action A2 « Participation aux projets novateurs et exemplaires sur le territoire » et C9 « identification des possibilités de paiement des services rendus par la forêt ».

Les produits forestiers non ligneux

Les produits forestiers non ligneux (PFNL) sont des produits ou des sous-produits provenant d'organismes végétaux d'origine biologique, excluant tous les produits dérivés de la matière ligneuse (fibre) comme le bois de sciage, de pâte et autres. Ces produits sont récoltés ou cultivés dans une zone associée à la végétation arbustive ou arboricole. Par exemple, ils peuvent provenir d'une forêt, d'une friche, d'un sous-bois, d'une haie brise-vent, d'une plantation aménagée, etc.

On peut regrouper les PFNL selon 4 groupes (Turgeon M. 2003).

- Produits de l'alimentation (fruits sauvages, champignons...);
- Produits ornementaux (plantes à fleurs...);
- Produits pharmaceutiques et nutraceutiques (if...);
- Produits manufacturés et les matériaux (englobant les huiles essentielles, alcools, ...).

De par leur diversité, les forêts du Parc regorgent de PFNL pouvant être valorisés en circuit court. Aujourd'hui, l'intérêt grandissant pour une alimentation plus naturelle et locale ainsi que le retour à la médecine douce, peut amener à penser qu'un potentiel économique autour des PFNL est envisageable.

En effet, la valorisation de ces produits pourrait constituer, pour les propriétaires forestiers, un apport supplémentaire à la production de bois. De plus, le traitement des peuplements ou groupes d'individus à objectif de production non ligneuse pourrait également permettre de conduire à des productions intégrées telles que la conservation des individus hôtes, le maintien d'une qualité paysagère, la conservation des productions autrefois valorisées...

Toutefois, les PFNL n'ont pas tous un grand potentiel économique. Le développement de certains produits peut durer plusieurs années et nécessiter des investissements lourds. Par exemple, une analyse technique détaillant les propriétés biochimiques peut s'avérer nécessaire pour le bon déroulement de la commercialisation. La taille des PFNL est un autre facteur limitant. L'aire de répartition de la plupart des PFNL est dispersée et leur disponibilité varie quant aux quantités et qualités. Lorsqu'un PFNL réussit sur le marché, le maintien de l'offre, c'est-à-dire la fourniture de la quantité requise dans le délai demandé par les consommateurs peut poser des problèmes. De même, une offre croissante pourrait mener à une forte pression sur les ressources naturelles pouvant mettre en danger l'espèce exploitée, d'où bien sélectionner et évaluer le potentiel de l'essence choisie.

C'est dans cet esprit que le Parc, accompagné par plusieurs partenaires a souhaité engager une étude de filière sur la valorisation des produits de l'arbousier, arbre présent sur plusieurs secteurs de son territoire, avec l'association Forêt Modèle de Provence, et rentrant dans le cadre de ses 4 grandes ambitions :

- Préserver le caractère de la Sainte-Baume, protéger et mettre en valeur le patrimoine naturel et les paysages ;
- Orienter le territoire de la Sainte-Baume vers un aménagement exemplaire et durable ;
- Fédérer et dynamiser le territoire par un développement respectueux de l'identité du territoire et de la valorisation durable de ses ressources ;
- Valoriser la richesse culturelle du territoire et renforcer le vivre et faire ensemble.

2. L'arbousier : sa diversité, ses caractéristiques et son histoire

Quand dans certaines régions méditerranéennes l'arbousier est une évidence ; le Portugal étant le parfait exemple (véritable économie et filière, coopérative de producteurs, musée de l'arbousier, productions identitaires) ; dans d'autres massifs, on lui fait injustement la guerre. Considéré comme invasif (ou même accusé de favoriser le feu !), il a été régulièrement coupé, dès le 19ème siècle (voir « La révolution du petit feu », par François Binggeli page 121, Forêt Méditerranéenne t. XL, N°2, juin 2019). Au mieux, il est ignoré. Pourtant, c'est une essence qui ne manque pas d'intérêt.



D'ailleurs Forêt Modèle de Provence s'y intéresse depuis 5 ans (l'arbousier est présent dans ses 4 massifs de référence !), en ayant commencé dans le Massif des Maures à mener des actions de valorisation, notamment via la recherche de certains produits que l'on a réussi à populariser, y compris envers des porteurs de projet.

Ainsi, la bière à l'arboise développée au sein de Forêt Modèle (sur une base d'arbouses et de miel d'arbusier) a pu continuer envers le château Léoube, ayant repris la recette, installer un apiculteur chez eux pour produire le miel, ils récoltent les arbouses dans leur forêt et une association, l'Économe, vient transformer les arbouses sur place. La bière est ensuite brassée à Hyères, du circuit court de bout en bout et une belle démarche amenée à perdurer.

Au-delà de son intérêt en termes de valorisation, il est poursuivi un objectif à plus long terme de mise en place d'une sylviculture adaptée à l'arbusier, et d'ainsi limiter l'impact des incendies grâce à l'entretien de nos forêts, en privilégiant les essences les plus adaptées.

2.1. Description de son milieu

L'arbusier, comme nous l'avons vu en introduction, est un petit arbre de la famille des Ericaceae du pourtour méditerranéen. L'étymologie vient du celte "arbois", bois austère, et unedo du latin "un edo", c'est-à-dire "je n'en manque qu'un", en référence à son fruit. L'arbusier se trouve dans les garrigues boisées, principalement en sols siliceux (très présents en zone subéricole), parfois calcaires non actifs ainsi que sur les roches dolomitiques (roches formées d'au moins 50% de Dolomie). Au sein du Parc il est notamment très présent au Beausset, Evenos, Le Castellet ou encore Solliès-Toucas.

L'arbusier est un arbre saxicline (préfère les sols rocheux), héliophile (besoin vital de lumière, il supporte mal l'ombre), xérophile (il n'aime pas le surplus d'humidité dans le sol, il préfère les sols secs) et également acidicline (il préfère les milieux légèrement acide, pauvres en matières organiques). Cette espèce ne manque pas d'intérêt dans nos massifs sujets aux incendies, car elle est considérée comme pyrophile, elle pousse assez vite après les incendies, et reconstitue ainsi un couvert végétal, tout en maintenant les populations de butineuses en étant une des seules essences à fleurir en novembre et décembre.

Plusieurs papillons sont inféodés à l'arbusier, notamment la Nymphale de l'arbusier, le Jason (ci-contre) et le Pacha à 2 queues.





©Stéphanie Singh – PNR Sainte-Baume

Aucune confusion possible dans nos massifs (même si le mot est proche, l'argousier est très différent), mais dans le monde, un autre fruit est très similaire, c'est la fraise chinoise ou arboise de Chine (*Myrica rubra* en botanique), également comestible, riche en vitamine C et poussant sur des sols acides, mais elle possède un noyau. Elle est surtout réputée pour son jus particulièrement apprécié, à la fois sucré et acidulé, et sa forte teneur en antioxydant.

Tous les autres noms de l'arbousier : arbousier commun, arbre aux fraises, fraisier en arbre, fraisier du maquis, frôle, olonier, darboussié (en provençal), tarboussier, arboç en occitan.

A l'origine du mot « darboussié », étymologie et généalogie

Dans certains écrits, notamment en provençal et ses déclinaisons selon ses lieux géographiques : Arbouso et Darbouso pour l'arboise, Arbous, Arbout et Darbouse pour l'arbousier, ou encore Darboussiè, Arboussiero ou Darboussiero pour un bosquet d'arbousiers et enfin « Darboux » qui définit un lieu où pousse l'arbousier (en occitan arboç, darbousièro en provençal), d'ailleurs, cela a créé un nom de famille. L'origine géographique de ce nom : Gard et Ardèche.

Le plus connu des « Darboux » est incontestablement Jean-Gaston Darboux (1842-1917, né à Nîmes) : éminent mathématicien.

En consultant, le dictionnaire des noms de lieux du Var, par Bernard Marchand, plusieurs lieux trouvent leurs origines dans la présence d'arbousiers :

- Ruisseau de la Darbous au Beausset
- Les Darboussède à Toulon (lieu planté d'arbousier) – nom d'un quartier
- La Darboussièrè à Flayosc, La Seyne, Trans, Ampus
- Forêt de la Darboussièrè au Thoronet
- Les Darboussièrè – lieu-dit, Fréjus et Hyères

Recherche réalisée avec l'aide de Bastien Psaila, musicien, locuteur et défenseur de la langue provençale-langue d'oc

Dans les autres langues : Albatro corallino, Arbuto ou encore Corbezzolo (en italien), Albornoio, Arbozer ou Madroño (en espagnol), Strawberry-tree (en anglais), medronho, medronheiro ou arbusto (en portugais).

Formations végétales dans laquelle pousse l'arbousier, selon la classification EUNIS.

La typologie Eunis (European Nature Information System) est une classification des habitats naturels, semi-naturels et anthropiques des secteurs terrestres et marins d'Europe. Cette typologie est utilisable sur tout le territoire français métropolitain et sur tous types de milieux.

Ce guide est un outil d'accompagnement à l'identification des habitats avec la typologie Eunis. L'objectif est d'atténuer les différences d'interprétation entre utilisateurs. Il permet à l'écologie généraliste de mieux appréhender cette typologie d'habitat et d'améliorer la rigueur et la reproductibilité des interprétations et identifications réalisées sur le terrain comme préalable aux inventaires, cartographies et suivis.

- Fourrés dunaires mixtes de la zone némorale occidentale (B1.612) ;
- Dunes côtières brunes couvertes naturellement ou quasi naturellement de pins thermophiles (B1.74) ;
- Matorrals acidiphiles ouest-méditerranéens à Chêne-vert (F.5.112) ;
- Maquis hauts des zones méso- et thermo-méditerranéennes du bassin méditerranéen (F5.21) ;
- Maquis hauts ouest-méditerranéens (F5.211) ;
- Maquis bas à Cistus des formations ouest-méditerranéennes (F5.24) ;
- Chênaies à Chêne vert ibériques nord-occidentales (G2.1211) ;
- Chênaies à Chêne vert des plaines catalano-provençale (G2.1212) ;
- Chênaies à Chêne vert des collines corses (G2.1216) ;
- Pinèdes à *Pinus pinaster ssp. atlantica* et à *Quercus ilex* des Charentes (G3.711).

Principales plantes poussant aux côtés des arbousiers :

Arbres : chêne-liège, Pin d'Alep, Pin maritime, Pin pignon, Houx commun, Chêne pédonculé, Chêne vert, Laurier sauce, Chêne tauzin, Frêne à fleurs

Arbustes : Argousier, Bruyère à balais, Ajonc d'Europe, Aubépine à un style, Rosier à feuilles d'orme, Lentisque, Bruyère arborescente, Nerprun alaterne, Fragon, Bruyère à balai, Genêt à balai, Bourdaine, Saint-Bois, Laurier-Tin, Daphné lauréole (ou Laurier des bois), Filaire à feuilles larges, Rosier de tous les mois, Filaire intermédiaire, différentes espèces de Cistes comme le Ciste à feuilles de laurier, Ciste à feuilles de peuplier, Ciste de Montpellier, Ciste à feuilles de Sauge, Filaire à feuille étroite, Genévrier Cade.

Sous-arbrisseaux : Bruyère cendrée, Salsepareille d'Europe, Thym, Romarin, Ciste à feuilles de sauge, Ciste crispé, Ciste de Crète, Ciste blanc.

Plantes herbacées : Garance voyageuse, Fougère aigle, Sanicle d'Europe, Germandrée scorodoine, Mélique uniflore, Cyclamen étalé, Renoncule à feuilles de platane, Immortelle, Immortelle d'Italie, Carline en corymbe.

Plantes grimpantes : Chèvrefeuille des bois, Lierre grimpant.

2.2. Les principales variétés de l'arbousier

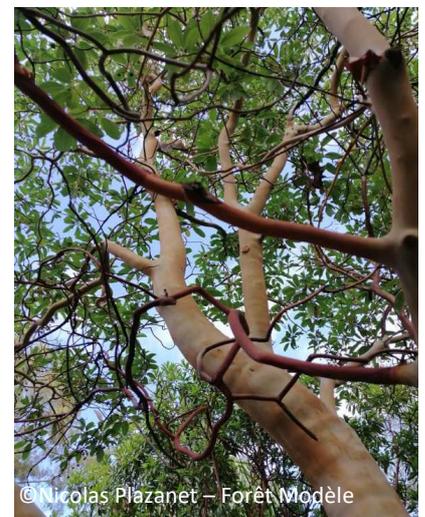
Le genre *Arbutus* comprend 14 espèces. Certaines variétés ont été créées et peuvent être adaptées à notre région et à une culture, notamment :

- **Arbousier "Roselily"**[®] : Issu de la recherche par la pépinière Minier, c'est une variété récente. C'est un arbuste compact et vigoureux, au feuillage persistant, d'une hauteur de 3 mètres pour 2 mètres d'envergure. En automne, sa floraison est caractérisée par des clochettes roses puis crème. Son écorce teintée de rouge qui se détache en plaques se révèle avec l'âge. Cette variété est très fructifère dès son plus jeune âge.
- **Arbutus unedo "Atlantic"** : amélioration de la variété commune (également par la pépinière Minier), avec un port compact, c'est une variété plus fructifère

- Compacta : compact, résistant et florifère, à fruits assez gros et orangés, favorable à une culture en pot
- Arbutus unedo "quercifolia" : feuilles légèrement lobées ("lobée" c'est une feuille palmée)
- Arbutus unedo "perle rose" : gros fruits sphériques et de couleur rouge orangé
- Arbutus Unedo Longifolia : les feuilles de ce cultivar sont plus longues, l'écorce du tronc s'exfolie et laisse place à une belle teinte orangée. Elle fleurit au printemps et en été, et les fruits mûrissent en automne.
- Arbutus unedo Mustefa : espèce rustique, tolérante au sol calcaire actif, peut supporter des températures jusqu'à -14°C, pouvant supporter également les zones ombragées mais préférant les climats doux.
- Arbutus unedo Rubra : variété rustique (pouvant résister jusqu'à -20°C mais aussi très résistante à la sécheresse) atteignant 5 mètres de haut, écorce brun rougeâtre et fleur rose foncé, accompagnée de petits fruits orangés (un peu plus gros et savoureux que la variété *compacta*, à fleurs blanches).

Quelques-unes des autres espèces, cousine de l'*Arbutus unedo*, sont présentes dans les autres régions méditerranéennes :

- arbutus andrachne ou arbousier de Chypre, c'est un arbre bien plus élevé que l'arbousier commun puisqu'il peut facilement atteindre une douzaine de mètres de hauteur, caractérisé par un joli tronc aux écorces qui s'exfolient (qui se recroqueville comme un papier-peint desséché, laissant apparaître une sous-couche d'une couleur vert pistache qui roussira au fur et à mesure de la croissance de l'arbre) et par des fruits oranges, il a la capacité de résister aux températures atteignant -21°C, il fleurit de mars à mai.



© Nicolas Plazanet – Forêt Modèle

- arbutus canariensis ou arbousier des Canaries, sur la liste rouge des espèces menacées, endémique des îles des Canaries, caractérisé par des feuilles longues, des branches tortueuses, et une écorce brun rouille qui s'exfolie en larges bandes laissant une nouvelle écorce du rose verdâtre au beige rosé
- arbutus x thuretiana, un hybride des 2 précédemment cités, avec également un beau tronc et écorce (nouvelle écorce de couleur vert pistache), il supporte le calcaire et la concurrence racinaire en lisière de bois de pins ou de chênes. Des spécimens sont visibles dans le Var, au Domaine du Rayol (voir photo ci-contre - d'autres variétés sont également visibles).
- arbutus x andrachnoides, hybride naturel entre arbutus unedo et arbutus andrachne, belle écorce brun-rougeâtre s'exfoliant, feuillage vert sombre, fleurs blanches en fin d'automne, résistant à la sécheresse
- arbutus arizonica, fruit de couleur orange, résiste jusqu'à -14°C
- arbutus menziesii ou arbousier de Californie, écorce lisse rouge-orange, qui est renouvelé par une écorce de couleur vert pomme, l'arbre peut atteindre jusqu'à 30 mètres de haut et résisté jusqu'à -8°C. Il donne de petites baies rouge-orangés en automne et des fleurs en forme de clochettes en mai
- arbutus x Reyorum " marina", d'une hauteur jusqu'à 12 m, il accepte les sols calcaires, l'écorce est de couleur acajou, c'est un arbre qui tolère les embruns et les sols sablonneux et supporte le climat maritime. C'est un hybride présumé, il a été trouvé par hasard dans un jardin à San Francisco
- arbutus xalapensis (ou glandulosa), originaire d'Amérique centrale et du sud-ouest des États-Unis, l'espèce est très différente : peut pousser de 600 à 3000 m d'altitudes, jusqu'à 25 mètres de haut et 50 cm de diamètre, avec une écorce lisse brun orangé qui s'écaille finement, et une petite baie contenant de nombreuses graines.

2.3. Maladies et parasites

L'arbousier résiste bien aux maladies, mais il arrive, et on le voit de temps en temps dans nos massifs, qu'il soit atteint de tâches foliaires, notamment via la septoriose, une maladie apportée par la présence d'un champignon phytopathogène, le *Septoria unedonis*. Elle est remarquée par des taches brunes présentant des points noirs au niveau des feuilles, cela peut amener à une chute foliaire. Les attaques se produisent lorsque le temps est doux et pluvieux, généralement en été et au début de l'automne, les premiers symptômes apparaissent durant l'hiver. Cette maladie peut être traitée par la bouillie bordelaise (pulvériser le feuillage tous les 15 jours, une à deux fois) après élimination des parties malades et combustion des feuilles tombées.

Il peut également être assez fréquemment sujet aux attaques de pucerons (conséquences : les feuilles se déforment, se recroquevillent puis jaunissent), mais sans gravité, cela se régule naturellement assez rapidement. Pour prévenir l'attaque, on peut planter à proximité des plantes comme les capucines qui sont réputées pour attirer à coup sûr les pucerons, qui vont délaisser les feuilles d'arbousier. Si naturellement cela ne se régule pas, le feuillage peut être traité par pulvérisation : avec de l'eau additionnée de savon noir liquide à raison d'une cuillère à soupe pour 1 l d'eau, ou être traité avec un insecticide naturel à base de pyrèthre.

2.4. Captation carbone

Sur la captation de carbone par l'arbousier, il n'y a évidemment aucune donnée précise car il forme rarement des peuplements dominants, et jamais sur des grandes surfaces. C'est susceptible de changer avec le dépérissement du chêne-liège.

Nous n'avons pas connaissance de mesures précises sur la productivité de forêts d'arbousier, ni de croissance en diamètre ou hauteur de l'arbousier adulte. Certains chercheurs ont testé la plantation d'arbousiers sous pinède éclaircie, mais à ce stade les arbres sont trop jeunes pour donner des résultats précis. En plus le dispositif, qui était sur la Montagnette vers Barbantane vient d'être détruit par le feu !

On peut avancer quelques idées sur ce que l'on sait de l'espèce :

- Comme il s'agit d'une espèce plutôt résistante à la sécheresse, il contribue à maintenir une fixation de carbone dans des situations où d'autres sont en pause ou dépérissent.
- En tant qu'espèce à feuilles persistantes, il bénéficie de l'allongement de la saison de végétation lié aux températures élevées en fin d'automne, hiver et début de printemps où l'eau ne fait pas défaut. Cette activité photosynthétique peut compenser chez certaines espèces le déficit de photosynthèse lié à l'excès de sécheresse et de canicule en été, donc maintenir le puit de carbone annuel ou limiter les pertes.
- Comme il rejette bien après les feux s'ils ne sont pas extrêmes (et permet dans le même sens de lutter contre l'érosion des sols, principal danger après un feu), il contribue efficacement à la résilience des forêts après incendie en relançant la fixation de carbone rapidement.

Michel Vennetier, chercheur à l'INRAE, rédacteur pour la Forêt Méditerranéenne

2.5. Changement climatique

L'arbousier fuit les zones arides ou semi-arides où la saison sèche est trop longue (au contraire par exemple du pistachier lentisque). Son aire de répartition pourrait alors changer dans la seconde moitié du 21^{ème} siècle en lien avec le changement climatique qui allonge et intensifie ces périodes de sécheresse en région méditerranéenne et à travers le monde. Le climat de plus en plus chaud et sec pourrait engendrer une diminution des populations d'arbousiers. Pour s'adapter à ces changements, il pourrait s'étendre sur la côte Atlantique de l'Europe et vers le nord.

Mais à noter sa résilience naturelle, qui peut cependant, le faire résister bien plus que les autres essences... Effectivement, comme pour la Bruyère arborescente (dans la même famille botanique), la souche de l'Arbousier est un tronc court, massif et à peine visible à la surface du sol. C'est en fait un véritable organe de réserve en eau et en nutriments facilitant la vie de la plante pendant la mauvaise saison estivale. C'est aussi le garant de la survie de la plante en cas d'incendie, car son bois est ignifuge (d'où son importance dans nos massifs). Autre explication, certaines essences pour ralentir l'évapotranspiration ont su développer différents mécanismes, par exemple la réduction de la taille des feuilles (cas de la bruyère) et concernant l'arbousier, l'épiderme de la feuille est recouvert d'une couche imperméable à l'eau (cas aussi de l'olivier, et du pistachier, entre autres).

2.6. L'arbousier et la fixation du sol

On le dit à maintes reprises, dans ce rapport et dans le livret grand public édité avec le Parc naturel régional de la Sainte-Baume, l'arbousier grâce à ses racines pivotantes profondes permet de lutter contre l'érosion des sols, de quoi donner des idées dans d'autres régions...

En effet, en Aquitaine (où l'arbousier est également abondant), pour renforcer les dunes, notamment face aux marais, l'ONF a entrepris plusieurs essais, dont une solution qui semble donner de meilleurs résultats tout en étant moins cher : planter de l'arbousier.

Ainsi, sur leur site, ils expliquent : « *L'utilisation de l'arbousier est une très bonne alternative aux couvertures traditionnelles en houppier de pin sur des zones qui demandent des couvertures très denses. Cette technique permet d'augmenter le choix de ressources en matériaux et de valoriser l'arbousier. Elle évite par la même occasion l'extraction en coupe rase des têtes de pins et donc le passage intensif d'engins* ».

2.7. L'arbousier et le feu



En lien avec le focus précédent, au-delà des éléments et de sa racine dont on a déjà parlé, il y a un autre point important à noter pour expliquer sa résilience. Disons, que ce que l'on voit de l'arbousier n'est pas forcément la partie la plus importante, sa particularité est son lignotuber (du latin lignum, signifiant bois, et tuber pour tumeur), en fait, ce que l'on voit de l'arbousier, ce ne sont que des branches. Un incendie ne détruira donc pas entièrement l'arbre : seules ses branches seront consommées. Par la suite, rapidement, d'autres branches seront générées à partir de ce lignotuber, grandissant jusqu'à 10 mètres de hauteur.

Cette morphologie permet à l'arbousier d'être un des premiers végétaux à « renaître » après le passage du feu (voir photo ci-contre, prise 2 mois après le feu du Massif des Maures de 2021), cette stratégie de résilience est également présente chez la bruyère arborescente.

Romain Garrouste, chercheur à l'institut de systématique, évolution, biodiversité (ISYEB), Muséum national d'histoire naturelle (MNHN), apporte également un élément complémentaire, au sujet de la bruyère et de l'arbousier « *L'intérieur de la souche est le plus souvent brûlé puis creusé par des organismes xylophages (champignons, insectes). L'accroissement de ces végétaux se fait donc par ces couronnes concentriques successives qui deviennent des témoins des feux passés, formant souvent un bourrelet ou « lignotuber ». Des années après les feux, on peut ainsi retrouver cachées des souches démesurées d'arbustes paraissant modestes, avec un âge beaucoup plus important que ne le laissaient présager le diamètre et la hauteur de leurs tiges. »*

2.8. L'arbousier et le pastoralisme

Ci-après, dans les écrits romains, et même dans les archives que nous avons pu consulter (ou que nos partenaires pour ce rapport final ont consultés), a été noté l'intérêt de l'arbousier dans le pastoralisme. Sur une recherche « *Gestion des cistaies sur coupures de combustible* » (Emmanuelle Brosse-Genevet et al), est noté certains éléments intéressants que l'on résume ci-dessous, sur les zones ayant pu être étudiés concernant le pastoralisme :

- La consommation des ligneux est orientés principalement sur le chêne-liège et l'arbousier (consommation supérieure à 40% !);
- La ressource arbustive (arbousier, bruyère, calycotome, filaire...) étant disponible en permanence, elle permet de tamponner les risques de sécheresse et ainsi l'insuffisance de la production herbacée à certaines périodes ;
- Pour avantager les herbacées sous l'arbousier notamment, c'est l'ouverture du milieu par le brûlage qui permet d'atteindre le plus fort taux de recouvrement du tapis herbacé. Cela reste probablement lié à la minéralisation de la matière organique ou à la « faim en azote » du mulchbroyat, résultat du débroussaillage ;
- Une synergie est à penser entre les coupures de combustible et le pastoralisme

Face aux aléas et péjorations, tant économiques que climatiques, auxquels sont soumis de façon croissante les éleveurs, les systèmes agro-sylvo-pastoraux sont plus résilients grâce à leur fonctionnement. Également, ils contribuent à la création (ou du moins au maintien) d'emplois agricoles en basant plus largement, voire exclusivement, leur fonctionnement sur l'utilisation d'espaces sinon à l'abandon (garrigues, bois). En permettant d'entretenir à nouveau ces espaces et de limiter ainsi le risque d'incendie, et en étant très peu consommateurs d'énergie directe et indirecte grâce à leur fonctionnement à bas intrants et faible niveau d'équipement, ces systèmes agro-sylvo-pastoraux économes pourraient ouvrir la voie vers des systèmes contribuant à réduire l'impact de l'agriculture sur le climat en région méditerranéenne.

2.9. L'arbousier dans les légendes

L'arbousier est connu et utilisé depuis l'Antiquité. En Grèce antique, il était surnommé l'arbre miracle, associé à l'immortalité.

Dans l'antiquité romaine, Janus, dieu des commencements et des fins, des choix, du passage et des portes attribua à la déesse Cardea, protectrice des gonds, un rameau d'arbousier capable de détourner du seuil les mauvaises influences. Grâce à ce rameau, Cardea pouvait désensorceler, éloigner les sorcières et guérir les enfants malades. D'ailleurs chez les Romains, l'arbousier était sacré car symbole d'éternité (comme pour la Grèce Antique) grâce à son feuillage toujours vert, ils déposaient d'ailleurs sur les cercueils des rameaux d'arbousiers.

Dans l'Enéide, Virgile (poète latin) en fait référence pour décrire les obsèques de Pallas *“on s'empresse de tresser les claies d'un brancard flexible avec des branches d'arbousier et de chêne et on dresse un lit funèbre ombragé de verdure”*. Dans d'autres écrits, Virgile prescrivait de donner ses feuilles aux chèvres comme fourrage ou encore vantait leur ombrage *“Arbousier verdoyant qui donnez un peu d'ombre, protégez mon troupeau des ardeurs du solstice”*.

Pline l'Ancien (écrivain et naturaliste romain du 1^{er} siècle) vantait déjà sa grande résistance au feu (mais aussi, qu'il ne fallait pas abuser de son fruit).

Pedanius Dioscoride, né entre les années 20 et 40 ap. J.-C., à Anazarbe en Cilicie (sur le territoire de l'actuelle Turquie) et mort vers 90 ap. J.-C, médecin, pharmacologue et botaniste grec, écrivait sur l'arbousier : *« l'arbousier [...] semblable au cognassier. Il a les feuilles fines. Il produit un fruit de la taille d'une prune, sans aucuns noyaux [...] Quand il est mûr, il devient de couleur jaune ou rouge. En le mangeant, il pique la langue [...] Il nuit à l'estomac et cause des douleurs de tête »*. Mais l'arbousier que décrit le médecin grec n'est en aucun cas l'arbousier commun que nous connaissons en Europe occidentale. En réalité, il s'agit d'un autre arbre que les anciens Grecs nommaient andrachlê ou andrachnê, un terme qui fut utilisé par Linné en 1759 afin de définir cette espèce : *Arbutus andrachne* (arbousier grec ou de Chypre – voir présentation dans la partie précédente sur les espèces).

En Afrique du Nord, les Berbères plantent cet arbre dans le but de chasser les démons et se servent des branches dans des rituels d'exorcisme. Ils y attachent également des morceaux d'étoffes pour donner leur maladie ou leur maléfice à l'arbousier, devenant des arbres marabouts.

En Corse, les enfants munis d'une petite branche d'arbousier, allaient de porte en porte souhaiter la bonne année, au nord c'était généralement des branches d'olivier, alors qu'au sud l'arbousier prévalait. L'arbousier est symbole en Corse de loyauté, suite à une légende. Lorsqu'il fut vendu par Judas et poursuivi par les soldats, Jésus Christ fut caché par un arbousier généreux, mais le traître, la bruyère, n'hésita pas à dénoncer son voisin l'arbousier et Jésus fut capturé. Reconnaisant, Dieu bénit l'arbre charitable en le couvrant de fruits, et bannit la bruyère qui depuis ce temps-là, fleurit sans jamais donner de fruits.

En Italie, les patriotes l'ont adopté grâce à ses couleurs : le vert du feuillage, le blanc de ses fleurs, le rouge de ses fruits. On accrochait jadis une branche d'arbousier garnie de 3 fruits pour attirer la chance.

En Espagne, sur le blason de Madrid (décliné en statut), c'est bien un arbousier (représentant la forêt) qui est secoué par l'ours (représentant la force), qui s'en nourrit. Les arbousiers poussent à profusion dans les champs castillans, le nom de la ville est d'ailleurs dérivé de l'espagnol madrono, "arbousier".

Anecdotes du choix de l'arbousier pour le blason de Madrid – contexte et mise en perspective

On dit qu'au Moyen-âge, date à laquelle la ville de Madrid fut fondée par les Musulmans, dans la seconde moitié du IXe siècle, les ours abondaient encore dans la région. On imagine facilement la crainte et le respect que les populations d'alors devaient ressentir vis-à-vis de ce plantigrade, qu'elles risquaient de croiser plus souvent qu'elles ne l'auraient sûrement souhaité. L'expulsion musulmane, au XIe siècle, rend à Madrid des attributs propres à ceux de la Couronne et l'écusson de la ville représentait alors un ours avec 7 étoiles sur le dos, puis, un ours appuyé contre une tour -construction typique de la "Reconquête". C'est en 1222, sous Alphonse VII, que la version moderne de l'écusson est adoptée, suite à un conflit entre la Ville et l'Église, concernant le contrôle des pâtures et des forêts madrilènes -et plus concrètement des arbres et de leurs ressources. Le litige se termine avec l'attribution à l'Eglise de la propriété des pâtures, et à la Ville de celle des arbres. Dans la foulée, sur l'écusson madrilène, la tour est remplacée par un arbousier et tout le monde est satisfait par ce beau symbole qui illustre la fin du conflit mais aussi, imagine-t-on, affermit le rôle de cette cité de Castille, appelée à être prépondérante.

En Irlande, il est également présent dans le sud du pays (d'après la datation des pollens trouvés dans les tourbières, son introduction en Irlande remonterait à -4000 ans), on le pensait capable de résister aux inondations et il était également lié à l'Autre Monde.

En peinture, le peintre néerlandais Jérôme Bosch a intitulé un de ses tableaux (le plus connu !) "le jardin des délices, ou la peinture de l'arbousier", cependant, l'arbousier serait plus au sens symbolique de par la fermentation du fruit (qui donnait un alcool au Moyen-âge), mais la symbolique du tableau fait encore débat de nos jours.

2.10. L'usage de l'arbousier – quelques mots d'histoire

L'apiculture



©Nicolas Plazanet – Forêt Modèle

Dans le massif des Maures, la ruche, nommée brusc en provençal, était confectionnée dans un canon de liège. C'est un morceau de liège retiré de l'arbre, après que l'on ait pratiqué deux découpes horizontales en haut et en bas du fragment désiré et une seule incision verticale. L'écorce se présente alors sous une forme tubulaire, d'où son nom. Il suffit de munir le canon de **deux croisillons de branches fines d'arbousier**, bruyère, châtaignier ou autres essences réputées imputrescibles, pour faciliter l'installation du couvain et son développement ; de pratiquer quelques petites encoches dans son rebord inférieur afin de permettre l'accès aux abeilles ; de maintenir fermement les deux bords de la fente verticale en les liant avec des cordes de chanvre ; puis de couvrir le tout d'une planche de liège, légèrement inclinée et fixée par des chevilles de bois, pour disposer d'un nouveau brusc.

Depuis le Moyen Âge, le massif des Maures était propice à l'apiculture, comme aujourd'hui : à La Garde-Freinet, le cadastre de 1620 dénombre 80 apiers et 4355 bruscs, signe d'une intense activité apicole dans le Freinet. A côté des particuliers, c'est le monde religieux dans son ensemble qui était intéressé par l'entretien des bruscs. En 1566, les moines de l'abbaye du Thoronet, les seigneurs de Sainte-Maxime précisaient aux nouveaux habitants qu'ils devaient fournir une livre de cire à l'abbaye pour 12 ruches, assurant ainsi l'approvisionnement indispensable pour l'éclairage des lieux de cultes. Pour cette raison, la plupart des confréries possédaient des métayages de ruches.

Bernard Romagnan, historien

La tannerie

La mise sur le marché d'un matériel végétal riche en tanin était indispensable pour la transformation des peaux en cuir. La forte teneur en tanin de feuilles d'arbousier en fait un produit recherché. L'essartage sur les pentes des Maures crée un espace agricole et forestier favorable à l'exploitation de la feuille d'arbousier. On y fait deux récoltes, au printemps et en été. Descendues sur le rivage par le fournisseur, ces récoltes sont alors prises en charge par des négociants. Les archives ont livré de nombreux contrats de vente qui permettent de mieux cerner les acteurs de cette exploitation. Retour sur ce sujet et sur un article se focalisant surtout sur le Massif des Maures.

« L'exploitation de la feuille d'arbousier dans le massif des Maures à l'époque moderne »

(Bernard Romagnan)

L'exploitation de la forêt des Maures, de la période médiévale à la fin de l'Ancien Régime, est connue essentiellement pour les activités liées au bois et au liège. Mais la récolte et l'exportation de la feuille d'arbousier (*Arbutus unedo L.*) à des fins industrielles, semblent avoir échappé à la vigilance des historiens.

Cette activité économique s'est développée sur l'ensemble des terroirs du massif et de la côte des Maures, d'Hyères à Fréjus. Cette étude est basée sur la lecture des archives communales et des minutes notariales des communes de Saint-Tropez et de Roquebrune. En l'état des recherches, les dates extrêmes de mentions de vente de feuilles d'arbousier trouvées vont de 1594 à 1692. Nul doute que d'autres investigations permettront d'élargir cette fourchette. Cet article porte plus précisément sur la période comprise entre 1650 et 1670 à partir du dépouillement systématique des 62 registres des minutes notariales de ces deux communautés, ce qui a permis de rassembler un corpus de 80 textes environ. Il est enrichi de renseignements glanés dans des documents couvrant l'ensemble du XVII^{ème} siècle.

Précision sur le sens du mol nerto

Des contrats étaient passés devant notaire entre des agriculteurs de Roquebrune qui fournissaient la marchandise et des gens de mer ou des bourgeois de Saint-Tropez, chargés de l'exportation et de la vente des feuilles d'arbousier. Les actes portent la mention de « *nerte de feuille de derboux ou de darboux* ». En provençal, le mot nerto est employé pour nommer le myrte (*Myrtus communis L.*), ou le sumac (*Rhus coriaria L.*).

Par ailleurs, dans tout le pourtour méditerranéen, les feuilles de myrte et de sumac ont été communément utilisées pour la tannerie grâce à leur richesse en tanin, produit indispensable à la transformation de la peau animale en cuir. Dans le massif cristallin des Maures, on trouve du myrte, peu de sumac qui préfère les milieux calcaires, mais l'arbousier y pousse en abondance car il affectionne particulièrement les sols acides, ils poussent également en abondance dans les montagnes de la Basse-Provence. La forte teneur en tanin de ses feuilles (36 à 38%), proche de celle du sumac (40%) et supérieure à celle du myrte (14%), en a fait un produit recherché pour la fabrication du cuir.

Dans ce contexte, le terme *nerte* a donc le sens général de plante à tanin. Il est utilisé pour l'arbousier, mais également pour d'autres espèces dont le lentisque (*Pistacia lentiscus L.*), comme en témoigne une sommation du 5 avril 1615 qui rend compte d'un litige entre différents partenaires de Roquebrune :

(...) Durand Aultran ct Guillhen Cauvin de Roqubrune, ont remis à Phellip Jacques (...) et promis de luy avoir et jouir paisiblement le nertejar du darboux et de lentiscle" (...)".

L'essart, espace agricole et forestier spécifique de l'exploitation de la feuille d'arbousier

Dans 92% des actes signés, les récoltes proviennent de Roquebrune. Or, dans ce terroir, les bonnes terres labourables étant rares, on cultivait également les céréales dans les collines sur des essarts. L'essart était un espace faiblement arboré sur lequel on semait la première année du blé, la seconde du seigle. Au préalable, on avait défriché l'espace à mettre en culture, la broussaille avait été brûlée et la cendre répandue sur le sol pour l'enrichir. Après les deux récoltes, au rendement faible, la parcelle était laissée en jachère 10, 15 ou 20 ans. Pour la commune de Roquebrune, les seuls chiffres actuellement disponibles des surfaces soumises à l'impôt, sont ceux du cadastre dit napoléonien (1826). Bien que ces données soient éloignées de plus d'un siècle de la période étudiée, elles fournissent quand même de précieux renseignements dans la mesure où les essarts représentent 70 % des terres cultivées. Pour la section F dite de Villepey, comprenant les quartiers de Bougnon, la Gaillarde et Villepey, situés le plus au Sud de Roquebrune, les plus proches du rivage et des lieux de chargement des cargaisons de feuilles d'arbousier, l'essart représente 90% des terres cultivées.

L'essart était un espace agricole et forestier propice à la récolte de feuilles d'arbousier, le débroussaillage des parcelles permettant de disposer, à discrétion, de rameaux de cette essence. Ainsi, le 6 décembre 1651:

« (...), le sieur Honoré Brunel premier conseil de la communauté dudict lieu, en ceste quallité suivant son pouvoir, a aranté à promesse de faire jouyr à François Cadriere, travailleur dudict Roquebrune (...), toutz les aysartaries que laditte communauté a au cattier de Bougnon terroir dudict Roquebrune que soulloint estre de mestres Carratery de st-Tropsés et ce pour trois années consécutives, (..), durant lesquelles trois années ledict Cadriere pourra faire a son seul proffict dans ladicte aysserterie, les nertes sives rame de derbous, paillassons, et charbon que bon luy semblera, moyennement la rante de vingt une livres pour chascune année (...), est de pache que ledict rantier sera teneu aysstartat a laditte issareterie et y sepmer au moins une charge de bled an sepmance chascune année (...). »

Par ailleurs, il semble qu'il y ait eu une complémentarité entre les vendeurs qui fournissaient la « nerte de feuille de darboux » et les acheteurs qui faisaient l'avance des semences et permettaient la mise en valeur de l'espace à cultiver. Le 25 septembre 1666:

(...) Honoré Jacques mesnager de Rocquebrune de son gré a vandcu et vand par cest acte à patron Baltliezard Seriso de ce lieu de Saint-Torpés presans, estipulant, la quantité de sept cens quintalx genois nerte fueille darboux (...), come aussi ledict Jacques a conffessé et conffesse avoir receu ce jour d'huy dub patron Serise, deux charges de bon bled sepmance pour sepmer ceste année (...) ».

La récolte

Les quantités de feuilles d'arbousier achetées se situaient, en général, entre 100 à 200 quintaux. Le tableau des mois de livraisons évoque la présence de deux récoltes. La première au printemps, autour des mois d'avril et surtout de mai, était la plus importante (64,36%), car c'est la période de montée de sève pendant laquelle l'arbre, les branches et les feuilles ont la plus forte croissance. La seconde, l'été, vers les mois d'août et de septembre, était liée aux années de forte demande, lorsque les commandes, dans 20% des cas, étaient supérieures à 200 quintaux et que cela nécessitait une autre cueillette utilisant les repousses.

Tableau des livraisons :

Avril	Mai	Juin	Août	Septembre
10,95%	50,68%	2,73%	26,02%	9,58%

Entre la coupe des rameaux d'arbousier et le stockage des feuilles sur les plages en vue de leur embarquement sur les tartanes, une ultime opération devait être entreprise. Il s'agissait de faire tomber les feuilles afin d'en faire des tas. Les documents du XVII^e siècle emploient les verbes : « frapper », « battre » ou « fouler ». Par ailleurs, un des auteurs consultés indique, pour ce qui concerne le sumac (*Rhus coriaria L.*), que « les branches sèches sont battues pour séparer les feuilles qui sont ensuite moulues ». Enfin, un témoignage oral rapporte qu'à Belgentier (Var), au début du XX^e siècle, le sumac était battu aux fléaux sur des aires.

Focus sur Belgentier et début d'explications

Quand on parle tannerie dans le Var, bien sûr que tous les regards sont tournés vers Barjols (capitale varoise de la tannerie, jusque dans les années 80), ayant été client de feuille d'arbousier (mais également de chêne, vert ou blanc, dont les tannins extraits par broyage de leurs écorces sont utilisés pour transformer les peaux en cuir). Cependant, sur le territoire du PNR de la Sainte-Baume, il y a eu une commune particulièrement concernée, Belgentier, dont fait référence Bernard Romagnan dans son article. Belgentier a ainsi connu une activité de tannerie du XVI^e siècle jusqu'en... 1999 ! On dénombrait au début du siècle dernier 17 entreprises dont 7 moulins à tan, la plus connue étant la tannerie Arnaud (la dernière), pendant un moment, le premier employeur de la commune.

Pour autant, en l'absence de textes plus explicites, il est difficile de cerner avec précision le ou les modes opératoires qui permettaient de désolidariser les feuilles des branches. Force est de constater que les renseignements dont nous disposons n'apportent pas une réponse claire.

Le nolissement

Après la récolte, le fournisseur devait acheminer la marchandise à ses frais, la rassembler sur le rivage et avertir l'acheteur lorsque tout était prêt. Dans l'acte d'« *achept de nerte pour patron Balthezard Serise contre Jacques Dubier* », daté du 22 septembre 1666, « (...) *les Imbert sera obligé d'avertir led patron Serize lors que la nerte sera aud bord de mer (...)* ». Les sites de stockage, calanques et plages prévues pour le nolissement, devaient se situer à proximité, ou le plus près possible du lieu de la cueillette.

Ainsi, on trouve d'ouest en est :

- Terroir de Gassin : la plage de Bertaud ;
- Terroir de Ste-Maxime : le Port de Ste-Maxime, la Nartelle, la plage de Bougnon, Bougnon dit Pierre-Bleue, la Croisette ;
- Terroir de Roquebrune : la Garonette dit Bougnon, la Petite-Garonette, la Garonette proche de l'Ourpillon, Bougnon les Aubres, la calanque de Buon-Aiguo, la Gaillarde quartier de Villepay, la Gaillarde ou Grande-Calle, la Grande ou Petite-Calle vers les Issambres, Bagne-Cul vers les Issambres ;
- Terroir de Fréjus : la Gaillarde de Fréjus, Villepey proche le Four-de-Chaux, le Four-de-Chaux à l'Escueillh-de-Launans, Saint-Aygoux proche la tour.

Au total, une vingtaine de lieux-dits servaient d'emplacement pour le stockage puis, à l'embarquement de la marchandise à bord des bateaux.

Les contrats de vente

De 1650 à 1670, soixante contrats ont été signés entre des Tropéziens et des Roquebrunois. Sur les quatorze acheteurs de Saint-Tropez, la moitié étaient des gens de mer, qualifiés de patrons, c'est-à-dire capitaines de barque, deux étaient marchands, un noble, un avocat et trois sans indications. La plupart de ces acheteurs ne faisaient qu'une transaction, rarement deux ou trois. Deux des patrons se partageaient 70% des achats : patron Balthazard Serise 43,33% et patron Melchion Maille 22,66%. Ainsi apparaît que deux patrons de barque se sont fait une spécialité du commerce de la feuille d'arbousier.

Les vendeurs de Roquebrune étaient trois fois plus nombreux que les acheteurs. Les textes les donnent comme ménagers à 50% et travailleurs à 9%. Les autres ne sont pas qualifiés. 25% des contrats étaient conclus en association à deux, ou plus rarement, à trois partenaires. A Roquebrune, on se trouve donc en présence d'un grand nombre de contractants qui ne faisaient, généralement, qu'une récolte.

Faut-il voir dans ces deux derniers aspects, le partenariat d'une part et le renouvellement quasi constant des producteurs d'autre part, le signe des spécificités liées à l'exploitation de l'essart : la nécessité d'une main d'œuvre nombreuse et l'ensemencement des terres tous les 10, 15 ou 20 ans ?

Tableau des commandes de feuilles d'arbousier par année :

Année de la commande	Nombre de contrats	Total de l'année en quintal
1650		
1651		
1652		
1653	1	200
1654		150
1655	2	400
1656	1	100
1657		
1658	2	250

Année de la commande	Nombre de contrats	Total de l'année en quintal
1659	2	350
1660	1	200
1661	1	100
1662	1	150
1663	2	350
1664	4	550
1665	3	700
1666	16	4470
1667	3	350
1668	4	1950
1669	10	1220
1670	6	710

Le tableau des commandes par année montre un pic en 1666, avec 16 contrats signés, représentant le tiers du chiffre total des 21 années. Le prix au quintal varie peu, autour de 11 sous. Seule l'année 1667 accuse une baisse brutale de la demande et une augmentation subite et inédite du prix, conséquence probable de l'envolée du marché de l'année précédente. Aucun élément n'est actuellement disponible pour expliquer ces fluctuations de l'offre et de la demande. Aucun texte n'a été trouvé pour les années 1650, 1651, 1652 et 1657, sans qu'il soit possible d'avancer une quelconque explication.

Conclusion

Cet article permet de découvrir un thème inédit : l'exploitation et l'exportation de la feuille d'arbousier dans le massif des Maures. Après avoir précisé le sens du mot nerte et suivi le cheminement de cette activité économique, de la récolte au nolissement, il faut convenir que le sujet n'a été qu'effleurer. Les questions demeurées sans réponse sont légion, à commencer par la destination de ces cargaisons qui nous est, pour l'heure, inconnue. Un champ nouveau d'investigations s'ouvre, dans lequel devront être expliquées les étapes de la chaîne opératoire qui va de la cueillette de la feuille d'arbousier à son utilisation dans la tannerie.

Mais au-delà des interrogations spécifiques à l'arbousier, sont posés les problèmes de l'exploitation par l'homme de l'espace forestier.

Bernard ROMAGNAN

La vannerie

D'une manière générale, le terme « vannerie », dans son acception la plus large, concerne la fabrication d'objets tressés à partir de fibres ou de tiges végétales. Au sein de ce grand groupe, on peut cependant faire une distinction entre la vannerie proprement dite et la sparterie.

La première concerne des ouvrages tressés à partir de baguettes flexibles d'arbrisseaux et d'arbres ou de tiges de plantes qui subissent un traitement particulier, comme le trempage, le séchage, le décorticage (ou écorçage) et éventuellement le refendage en éclisses, avant d'être utilisées sans en avoir extrait les fibres.

La seconde caractérise un ouvrage réalisé en fibre végétale plus légère où la matière première est travaillée sous forme de faisceaux de fibres. Celles-ci sont extraites de la tige ou de la feuille par divers procédés de traitement préliminaire tel le rouissage, le battage et le peignage.

Ces deux classifications sont d'ordre technique, influencées par la nature du végétal mis en œuvre, celui-ci présentant des caractéristiques très variables : souple ou rigide, long ou court.

L'arbousier a été utilisé, dès l'époque romaine, notamment :

- L'usage de branches de chênes entrelacées en vannerie est mentionné par Virgile : joint à l'arbousier, il est employé pour tresser un brancard ;
- Virgile fait mention de claies réalisées en arbousier (*arbutus / arbutum*) au moyen de l'adjectif dérivé du nom de l'arbrisseau : *arbutae crates*. D'ailleurs, selon Virgile, les Romains utilisaient apparemment ses fruits pour nourrir les animaux. Les occurrences textuelles attestant son utilisation comme matière première en vannerie sont plutôt rares. Peut-être est-il possible d'ajouter à la mention de Virgile celle de Stace, qui fait sans doute allusion à un berceau tressé à partir de l'écorce de l'arbousier (Theb., 1, 583-585, trad. R. Lesueur) : « Tes membres, à l'abri au creux de l'écorce d'arbousier, en gardent la tiédeur et la flûte de Pan t'invite à de doux sommeils. »

De nos jours, les rameaux d'arbousier sont encore utilisés :

- Dans la vannerie moderne ;
- Pour les compositions florales, l'ASL Suberaie Varoise durant ses 9 premières années en avait d'ailleurs commercialisé, pendant 2 ans. Le volume des ventes de rameaux d'arbousiers était plus élevé que celle de la levée de liège ! (Après consultation des archives de l'ASL Suberaie Varoise). La rentabilité était au rendez-vous, ce serait une initiative à relancer.



Stéphanie Singh – PNR Sainte-Baume

Enfin, sur ces usages passés, Josiane Ubaud, ethnobotaniste, complète *“le bois fut également utilisé pour tourner des fuseaux, servant pour filer la laine”*.

3. Les études majeures



A. Étude sur le potentiel cosmétologique des feuilles, fruits et écorce de l'arbousier

Etude réalisée par Camille Dubois^{1,2}, Adèle Gil^{1,2}, et Xavier Fernandez^{1,2}

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

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

Camille DUBOIS : Camille.DUBOIS@unice.fr ; 04 89 15 01 38

Adèle GIL : Adele.GIL@unice.fr ; 04 89 15 01 38

Xavier FERNANDEZ : Xavier.FERNANDEZ@unice.fr ; 04 92 07 64 69.

Résumé

Dans le domaine des cosmétiques, de très nombreuses molécules utilisées comme principes actifs, ou comme éléments de texture, sont d'origine végétale. Les plantes méditerranéennes y ont une place de choix : d'une part grâce à leur grande diversité, d'autre part grâce à leur richesse en principes actifs, liée notamment au besoin de lutter contre la sécheresse ou les agresseurs. Dans le cadre de la recherche sur la valorisation de l'arbousier (ou arbre aux fraises) menée par Forêt Modèle de Provence, nous avons travaillé dans cette étude sur le potentiel cosmétologique de ses feuilles, ses fruits mais également de son écorce.

L'arbousier est déjà utilisé en tant que diurétique, antiseptique urinaire, anti-diarrhéique, astringent, dépuratif et antihypertenseur dans la médecine traditionnelle. Selon les différentes études, les extraits possèdent un potentiel pharmacologique avec des activités antibiotiques, antifongiques, antiparasitaires attribuées à la présence des tannins, flavonoïdes et autres composés phénoliques.

Après une présentation succincte des usages de la plante et du marché des ingrédients cosmétiques visés, nous décrivons dans cet article : différentes méthodes d'extraction testées pour obtenir ces composés, l'analyse par deux méthodes de chromatographie de la composition chimique des extraits révélant différentes classes de composés et notamment une bonne richesse en composés phénoliques prometteurs, et le test des activités biologiques de ces composés. Parmi ces dernières, les activités anti-oxydantes, anti-âge et anti-inflammatoires présentent un réel potentiel qui doit être validé par des tests plus poussés ou complémentaires, avant de pouvoir être valorisé économiquement.

Introduction et recherche bibliographique

Le marché de la cosmétique naturelle est en plein essor, le choix des consommateurs s'oriente maintenant vers des produits composés d'ingrédients naturels pour des raisons de santé personnelle ou de préservation de l'environnement. Les ingrédients naturels obtenus à partir de plante connaissent une forte croissance grâce aux nouvelles technologies innovantes d'extraction. Les consommateurs attendent aussi une efficacité prouvée de ces ingrédients, et aujourd'hui, les formulateurs cosmétiques ont recours à plusieurs nouveaux produits innovants. Les activités de ces produits sont attestées à l'aide de tests d'activité *in silico*, *in vitro*, *ex vivo* ou encore *in vivo*

Les extraits naturels, obtenus aux moyens de solvants, font partis des actifs naturels de plus en plus utilisés en cosmétique. Ils offrent des propriétés très intéressantes grâce à leur composition peu connue mais complexe. La mise en contact de la matière première avec un solvant organique ou aqueux permet d'extraire de nombreux métabolites d'intérêts de différentes natures (polyphénols, tannins, flavonoïdes, terpènes, etc.) (Plainfosse 2015).

De plus, la prise de conscience écologique générale engendre de nouveaux défis dans le domaine de la cosmétique, notamment lors de la réalisation des extraits. L'extraction par solvants organiques volatils est la technique la plus utilisée dans le domaine de l'extraction de substance naturelle, mais elle est critiquée pour son impact sur l'environnement. C'est dans cette visée que de nouvelles méthodes ont vu le jour, comme l'extraction à l'eau chaude pressurisée.

Elle permet l'extraction de nombreux composés grâce à de l'eau ou d'un mélange hydroalcoolique porté à haute température sous une pression contrôlée.

Dans cette étude, nous avons voulu mettre en valeur la flore méditerranéenne, en choisissant une essence connue pour ses bienfaits mais moins étudiée. Depuis de nombreuses années, le bassin méditerranéen est source de richesse floristique et d'approvisionnement en molécule d'intérêt pour plusieurs formulateurs cosmétiques.

D'après les précédentes études menées, la médecine traditionnelle utilise les feuilles d'arbousier en tant que diurétique, antiseptique urinaire, anti-diarrhéique, astringent, dépuratif et anti-hypertensif. Les fruits quant à eux sont considérés comme ayant des actions antiseptiques, diurétiques et laxatives (El-Hilaly, Hmammouchi, et Lyoussi 2003 ; A Ziyat et al. 1997).

Les extraits d'arbousier possèdent un potentiel pharmacologique avec des activités antibiotiques, antifongiques, anti-parasitiques attribuées à la présence des tannins, flavonoïdes et autres composés phénoliques (Kivçak et al., s. d.). Les feuilles ainsi que les racines présentent une activité antiagrégante. El Haouari et al. ont suggéré que cette activité proviendrait du fort pouvoir antioxydant des extraits par inhibition de la phosphorylation des tyrosines et de l'influx des ions calcium (Ca^{2+}). Mekhfi et al, ont identifié une activité antiplaquettaire élevée provenant des tannins isolés d'arbousier (El Haouari et al. 2007 ; Mekhfi et al. 2004). Plusieurs études ont mis en avant une activité antidiabétique des racines d'arbousier. Cette activité pourrait provenir de molécules tels que l'épicatéchine, la catéchine, la catéchine gallate, l'hypéroside, l'acide gallique ainsi que l'arbutoside, la quercétine et le gallate d'éthyle (Bnouham et al. 2010). Par ailleurs, une activité anti-hypertensive a été découverte par ses feuilles et racines (Fiorentino et al. 2007 ; Abderrahim Ziyat et Boussairi 1998). Uniquement au travers de test *in vitro* une activité cytotoxique et antitumoral a été identifiée (Afrin et al. 2017 ; Schaffer et Heinrich 2005). Les activités antioxydantes ont été largement démontrées, particulièrement dans les feuilles et fruits, provenant majoritairement des flavonoïdes (proanthoxyaninidines, cyanidine et delphinidine glycosides) mais aussi de l'acide ellagique, vitamines C, E et caroténoïdes (Pallauf et al. 2008). Enfin, il a également été évalué une activité anti-inflammatoire dans les extraits de feuilles d'arbousier (Mariotto et al. 2008).

Dans le domaine de la cosmétique, les recherches bibliographiques n'ont mis en lumière **aucune donnée sur des tests d'activité biologique anti-hyaluronidase (activité anti-âge – réparateur cutané), anti-lipoxygénase (pouvoir anti-inflammatoire)**, ce sera l'objet des essais durant cette étude.

Le profil phytochimique de l'arbousier a, par ailleurs, été aussi largement étudié. D'une part les feuilles présentent une large portion de composés phénoliques et polyphénoliques comprenant des tanins, des flavonoïdes (catéchine gallate, myricétine, rutine, afzéline, juglanin, avicularine), des glycosides phénoliques (quercitrine, isoquercitrine, hypéroside) et des glucosides iridoïdes. Plusieurs polyphénols ont aussi été identifiés et quantifiés avec en majorité l'arbutine, la catéchine et du gallate d'éthyle (Fiorentino et al. 2007). Finalement il a été suggéré que la composition phytochimique change selon la saison et la localisation géographique. D'autre part, les fruits contiennent une majorité de sucres. Les acides gras suivent en proportion, avec l'acide alpha linoléique, l'acide oléique et l'acide linoléique. On retrouve ensuite des composés phénoliques tels que les flavonoïdes (anthocyanines, proanthocyanidines et flavonols), tannins et dérivé d'acides phénoliques (acides ellagiques et galliques). Vitamines C et E sont les vitamines prédominantes. Du bêta-carotène a été identifié en faible quantité (Ayaz, Kucukislamoglu, et Reunanen 2000 ; Şeker et Toplu 2010). Aucune étude phytochimique de l'écorce n'a été à ce jour réalisée.

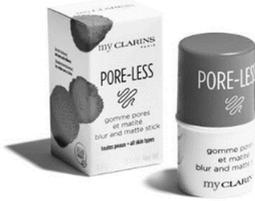
Du fait de cette richesse, un actif cosmétique peut être intéressant à développer, et va être l'objet de notre étude, testé sur la base de plusieurs extractions et procédés.

Brevets et marché des ingrédients

A ce jour, un seul brevet concernant l'extrait d'arbousier dans le domaine cosmétique a été déposé, à savoir l'utilisation d'un extrait de fruit dans une composition cosmétique matifiante ou dans une composition régulatrice pour peaux grasses, et comme agent unifiant le grain de la peau et réduisant la taille des pores (FR3055546A1). Il existe par ailleurs aussi, un brevet concernant l'extraction des déchets d'arbousier dans l'optique d'obtenir des additifs pour l'industrie alimentaire ([PT109361A](#)).

Sur le marché des cosmétiques (bases de données UL prospector, l'observatoire des cosmétiques, specialchem et INCI), de nombreux produits possèdent de l'extrait d'arbusse (tableau 1 ci-dessous). L'extrait d'arbusier n'est pas utilisé dans l'industrie alimentaire ni dans la parfumerie.

Tableau 1 – Exemple de produits contenant de l'extrait d'arbusse

<p>Clear-out – Stich + Masque Expert Points Noirs. – Clarins</p> 	<p>RE-BOOST – Crème matité hydratante - Clarins</p> 	<p>PORE-LESS – Gomme pores et brillance. – Clarins</p> 
<p>Instant Poreless – Base matifiante – Clarins</p> 	<p>Pore Control Sérum Réducteur de Pores. – Clarins</p> 	<p>L'Optimiste – Soin sérénité holistique. – Les Happycuriennes</p> 
<p>La Joyeuse – Crème de soin complet holistique - Les Happycuriennes.</p> 		

Dans ces cosmétiques, l'ingrédient est enregistré sous son nom INCI : **ARBUTUS UNEDO FRUIT EXTRACT**, et il est revendu pour ses propriétés antioxydantes et anti-âges (N° CAS : 84012-12-4).

Enfin, il est à noter, que les extraits comprenant de l'arbutine sont autorisés en cosmétique.

Du fait de la richesse de l'arbousier en composés connus pour leur activité biologique, un actif cosmétique peut être intéressant à développer. Les questions posées étaient : quelles parties de l'arbre fournissaient des composés intéressants (1) ; quelles méthodes d'extraction donnaient un rendement suffisant en quantité et qualité pour une valorisation potentielle (2) ; quelles étaient les activités des extraits obtenus (3).

Expérimentation

Plusieurs types d'extractions solide-liquides ont été testés sur les feuilles, les fruits et l'écorce d'arbousier. Ainsi nous avons pu comparer ces différentes méthodes et ce qu'elles donnaient en termes de rendement et d'activité. Des tests d'activité ont été réalisés sur tous les extraits produits.

Extraction hydroalcoolique

L'extraction a été réalisée sur la matière sèche broyée (feuilles, fruits et écorce) et a été mise à macérer pendant 2h à température ambiante avec un mélange à part égale d'eau et d'éthanol (solvant), tout en respectant un ratio plante/solvant de 1 pour 10. Le solvant est ensuite éliminé par distillation sous vide (HA 1/1). Un autre extrait est réalisé dans les mêmes conditions hormis le solvant qui est un mélange d'eau et d'éthanol à 80% (HA 8/2).



Figure 1 : Photographie des macérations de gauche à droite : Extractions des Écorces, Fruits (x1), Fruits (x2) et Feuilles

Extraction éthanolique

L'extraction a été réalisée sur la matière sèche broyée (feuilles) et a été mise à macérer pendant 2h à température ambiante avec de l'éthanol 100 % (solvant), tout en respectant un ratio plante/solvant de 1 pour 10. Le solvant est ensuite éliminé par distillation sous pression réduite.

Extraction par Solvant sous Pression (PSE)

Le système d'Extraction Accélérée par Solvant Thermo Scientific™ Dionex™ ASE™ 350 utilise l'association de la haute température et de la haute pression pour améliorer l'efficacité des protocoles d'extraction. Il en résulte des temps d'extraction plus courts et une réduction significative des volumes de solvant utilisé. Le contrôle précis de la température de la cellule d'extraction garantit une excellente reproductibilité et l'automatisation complète améliore la productivité du laboratoire.



Figure 2 – Dans l'ordre de droite à gauche : Le système d'extraction accéléré par solvant Thermo Scientific™ Dionex™ ASE™ 350, une cellule 50/50 plante terre diatomée, l'extrait hydroalcoolique 8/2 de feuilles.

L'extraction a été réalisée sur la matière sèche broyée (feuilles, fruits), celle-ci a été mise dans une cellule avec 50 % de terre de diatomée. La méthode extrait la plante contenue dans la cellule pendant 20 min à une température de 110 °C, une pression de 110 bars et avec un mélange aqueux d'éthanol 80% (solvant), tout en respectant un ratio plante/solvant de 1 pour 10. Le solvant est ensuite éliminé par distillation sous vide (HA 8/2 PSE). Un autre extrait a été réalisé dans les mêmes conditions hormis le solvant d'extraction qui était composé uniquement d'eau (PSE eau).

Extraits aqueux

L'extraction a été réalisée sur la matière sèche broyée (feuilles, fruits et écorce) et a été mise dans la cellule ASE avec 50 % de terre de diatomée. La méthode extrait la plante contenue dans la cellule pendant 20 min à une température de 110°C, une pression de 110 bars et avec de l'eau, ratio 1/10 (m/m). Le solvant est ensuite éliminé par distillation sous vide.

Chromatographie Haute Performance (HPLC)

Afin d'avoir une idée des familles et groupes de molécules présentes dans les extraits de l'arbousier obtenus par les méthodes ci-dessus, nous avons réalisé une caractérisation phytochimique par Chromatographie Liquide Haute Performance (HPLC) muni d'un détecteur ultraviolet (UV-visible, Diode Array Detector, DAD) et un détecteur évaporatif à diffusion de lumière (ELSD). La présence et l'abondance de chaque composé se traduisent par un pic plus ou moins marqué dans la courbe de réponse (figures 6 et 7).

Tests d'activité biologique

Différents tests d'activité ont été réalisés sur les extraits de feuilles, fruits et écorce d'arbousier. Ils ont pour but de cibler les principales activités recherchées dans un futur actif cosmétique (Burger, Plainfosse, et Fernandez 2019).

TEST	ACTIONS	ACTIVITÉS
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

TEST	ACTIONS	ACTIVITÉS
Elastase	Dégradation du réseau de fibres d'élastine, de collagène et d'autres protéines de la matrice extracellulaire.	Anti-âge, élasticité de la peau, réparation cutanée, liftant
Collagénase	Implication dans la dégradation des fibres de collagène.	Anti-âge, revitalisant, raffermissant, restructurant
Hyaluronidase	Implication dans la dégradation des acides hyaluroniques.	Anti-âge, nourrissant, hydratant

Résultats

Rendements

La masse obtenue d'extrait est ramenée à la masse de départ de feuilles, fruits ou écorces en pourcentage grâce à un calcul simple appelé « calcul de rendement ».

$$\text{Rendement} = \frac{\text{Masse obtenue d'extrait d'arbousier}}{\text{Masse de matière première utilisée}} \times 100$$

Le tableau suivant présente les différents rendements obtenus :

	FEUILLES	FRUITS	ÉCORCE
Extraits hydroalcooliques (50% d'éthanol)	15 %	15 %	3%
Extraits hydroalcooliques (80% d'éthanol)	12,6 %	12,9 %	2,8 %
Extrait éthanolique	8,7 %	/	/
Extraits ASE hydroalcooliques	15 %	16 %	/
Extraits ASE eau	13,4 %	19 %	1,4 %

L'extraction éthanolique pure n'a été faite que sur les feuilles. Il a été décidé de ne pas continuer les essais 100% éthanol sur les fruits et l'écorce (aucun rendement).

Composition phytochimique

Le chromatogramme HPLC des extraits obtenus à partir des feuilles, fruits et de l'écorce d'arbousier permet la mise en évidence de deux groupes principaux de composés :

- Les composés très polaires (encadré **pointillé**) sur la gauche du graphique : sucres, acides aminés, petits acides, peptides, etc. On remarquera que quelques composés absorbent à 254 nm, les composés majoritaires.
- Les composés moins polaires (encadré **plein**) sur la droite du graphique : composés phénoliques et polyphénoliques qui sont nombreux et en quantité intéressante (ces composés possèdent des activités biologiques recherchées en cosmétique).

La polarité d'une molécule est la façon dont les charges électriques (négatives ou positives) sont réparties dans celle-ci. Une molécule est polaire si les charges électriques à l'intérieur sont réparties de façon hétérogène.

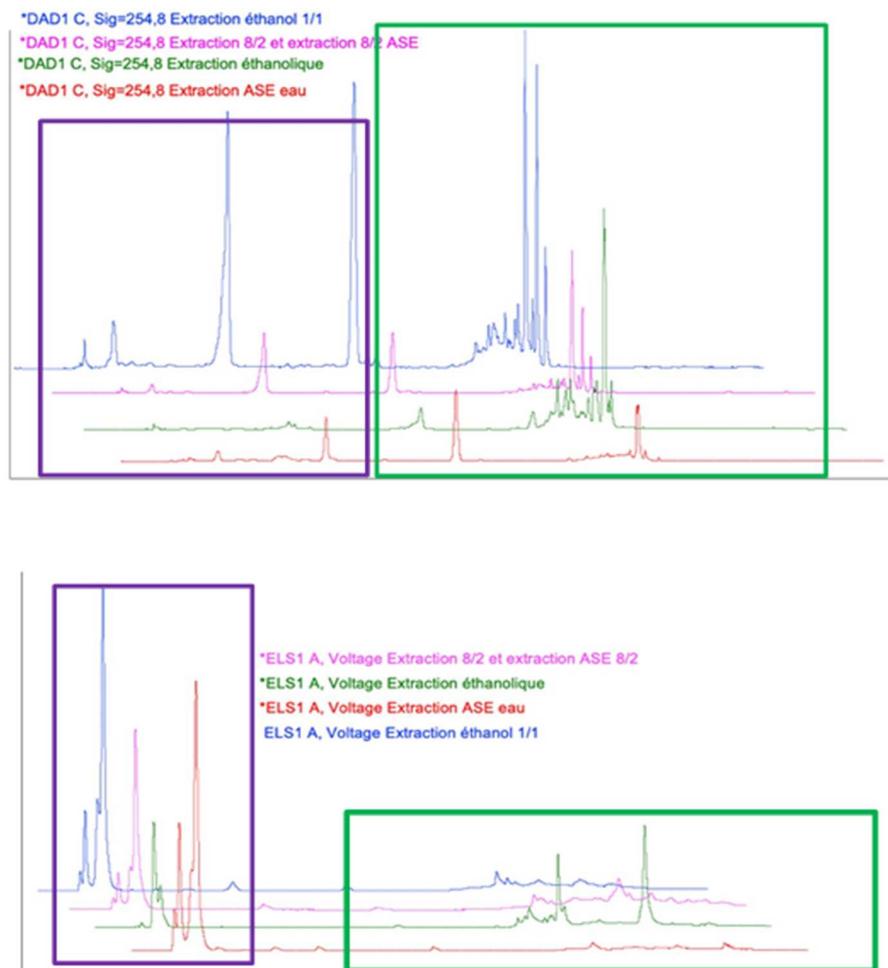
Les profils chromatographiques ont été observés respectivement :

- Sous UV à une longueur d'onde (DAD 254,8 nm), figures 6a et 7a ;
- Via le détecteur évaporatif à diffusion de lumière (ELSD) permettant une détection quasi-universelle des composés, figures 6b et 7b.

L'ordre des courbes de haut en bas dans chaque graphique correspond à celui de la légende des techniques d'extraction de ce même graphique.

❖ Extraits de feuilles

Figure 3 – Chromatogramme HPLC DAD à 254 nm des extraits de feuilles d'arbusier. (PSE : Extraction par Solvant sous Pression – HA : hydroalcoolique – 8/2 ou 1/1 : ratio éthanol/eau) et la seconde, chromatogramme HPLC ELSD des extraits de feuilles d'arbusier. (PSE : Extraction par Solvant sous Pression – HA : hydroalcoolique – 8/2 ou 1/1 : ratio éthanol/eau)



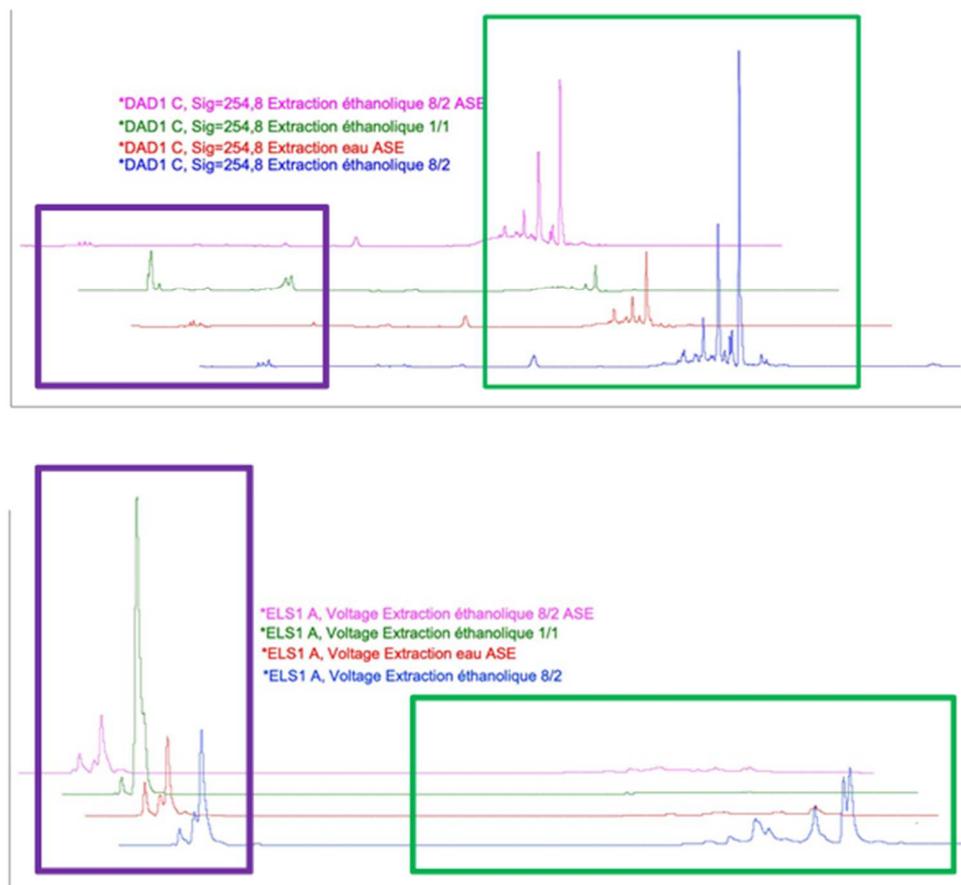
Les profils chromatographiques mettent en évidence des types de composés différents, et en quantités variables suivant la méthode d'extraction.

- Avec la méthode DAD, **les composés phénoliques ressortent fortement, et de façon homogène**, sauf pour l'extraction ASE eau. Les composés polaires sont, eux, moins visibles, sauf pour l'extraction hydroalcoolique 1/1 qui présente deux grands pics. Ils sont même quasi absents de l'extrait éthanolique pur.

- Avec la méthode ELS, ce sont à l'inverse surtout les composés polaires qui ressortent à gauche du graphique. Seule l'extraction ASE eau, qui met moins en évidence ces composés polaires, montre quelques petits pics significatifs pour les composés phénoliques, que l'on retrouve très atténués ou quasi-invisibles dans les autres extraits.

❖ Extraits de fruits

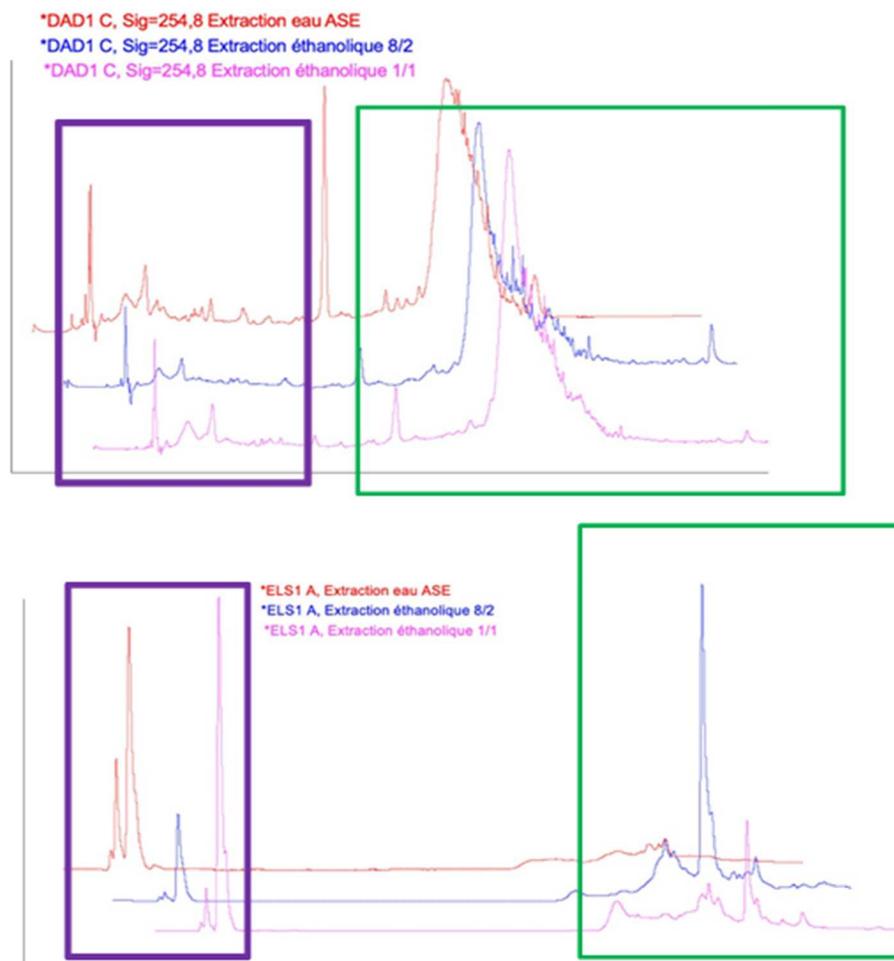
Figure 4 – Chromatogramme HPLC DAD à 254 nm des extraits de fruits d'arbusier. (PSE : Extraction par Solvant sous Pression – HA : hydroalcoolique – 8/2 ou 1/1 : ratio éthanol/eau) et la seconde, chromatogramme HPLC ELSD des extraits de fruits d'arbusier. (PSE : Extraction par Solvant sous Pression – HA : hydroalcoolique – 8/2 ou 1/1 : ratio éthanol/eau)



L'extrait éthanolique 1/1 présente une majorité de composés polaires tels que des sucres, mais c'est l'extrait éthanolique 8/2 qui est majoritairement composé de molécules moins polaires.

❖ Extraits d'écorce

Figure 5 – Chromatogramme HPLC DAD à 254 nm des extraits d'écorces d'arbousier. (PSE : Extraction par Solvant sous Pression – HA : hydroalcoolique – 8/2 ou 1/1 : ratio éthanol/eau) et la seconde, chromatogramme HPLC ELSD des extraits d'écorces d'arbousier. (PSE : Extraction par Solvant sous Pression – HA : hydroalcoolique – 8/2 ou 1/1 : ratio éthanol/eau)



Comme précédemment, les méthodes donnent des résultats différents et parfois variables suivant le mode d'extraction :

- La méthode DAD fait ressortir fortement les composés phénoliques, de façon très homogène pour les trois modes d'extraction testés. Elle laisse aussi apparaître de nombreux pics pour les composés polaires, nettement plus petits mais également homogène entre mode d'extraction.

- La méthode ELS semble, comme pour les feuilles, faire ressortir plus fortement quelques composés polaires. Les composés phénoliques sont moins mis en évidence, sauf pour l'extraction hydroalcoolique 8/2 qui a le profil inverse, dominé par des composés phénoliques. Ces derniers semblent quasi-absents de l'extraction eau ASE.

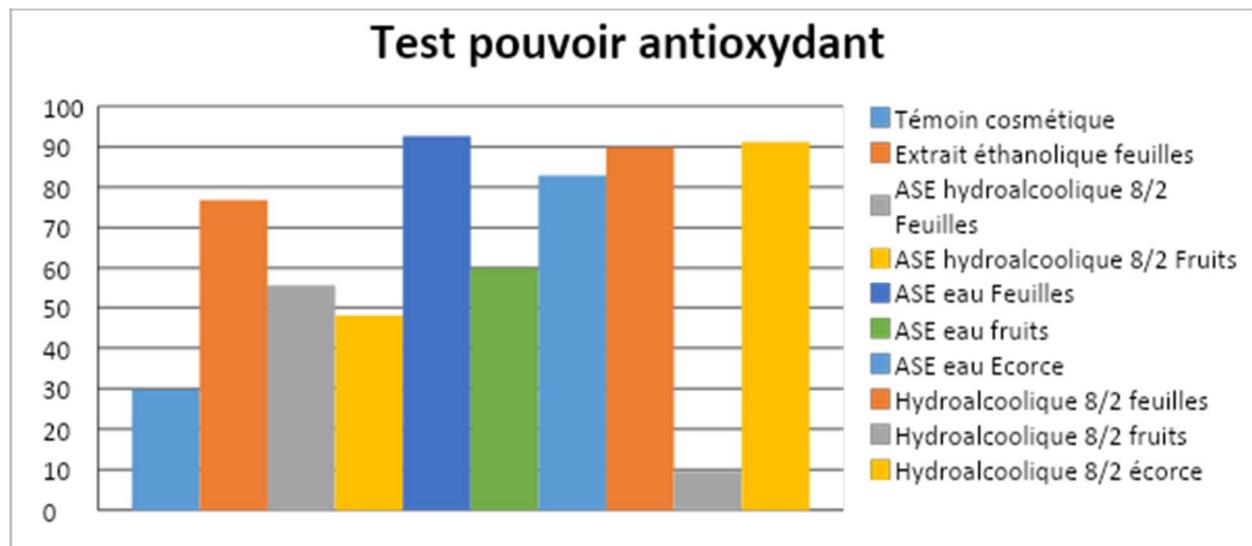
Nous pourrions confirmer ces tendances grâce aux **activités biologiques**.

Activités biologiques

L'échelle des ordonnées des graphiques suivants sont des pourcentages.

Figure 6 – Diagrammes des activités antioxydantes (test DPPH) de l'arbousier.

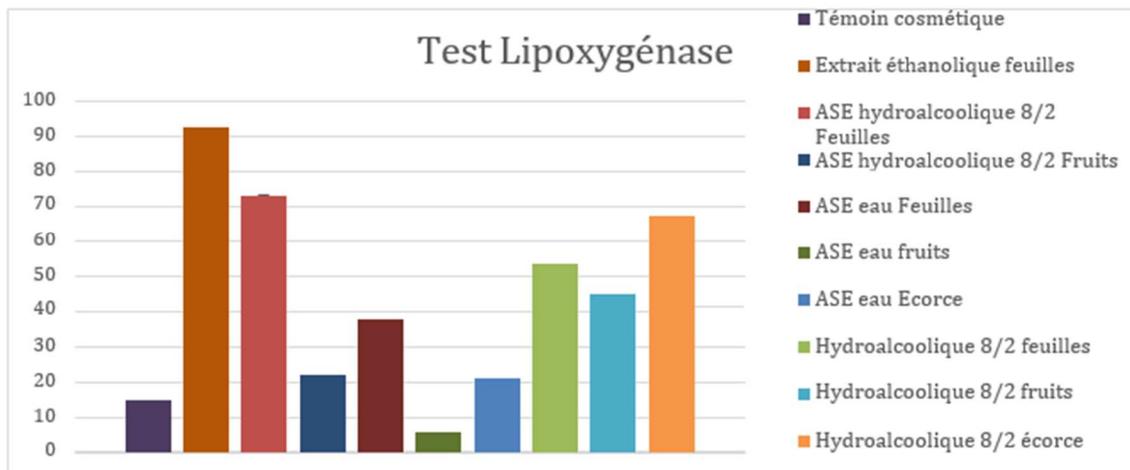
(PSE : Extraction par Solvant sous Pression – HA : hydroalcoolique – 8/2 : ratio éthanol/eau)



Globalement, les extraits obtenus de feuilles et d'écorce présentent une forte activité antioxydante, notamment l'extrait aqueux avec la technique PSE sur les feuilles (PSE eau feuilles), ainsi que les extraits hydroalcooliques à 80% d'éthanol feuilles et écorce (HA 8/2 feuilles et HA 8/2 écorce). Au contraire, l'extrait hydroalcoolique à 80% d'éthanol fait sur les fruits semble avoir une activité antioxydante faible (HA 8/2 fruits).

Figure 7 – Diagrammes des activités anti-inflammatoires (test lipoxygénase) de l'arbousier.

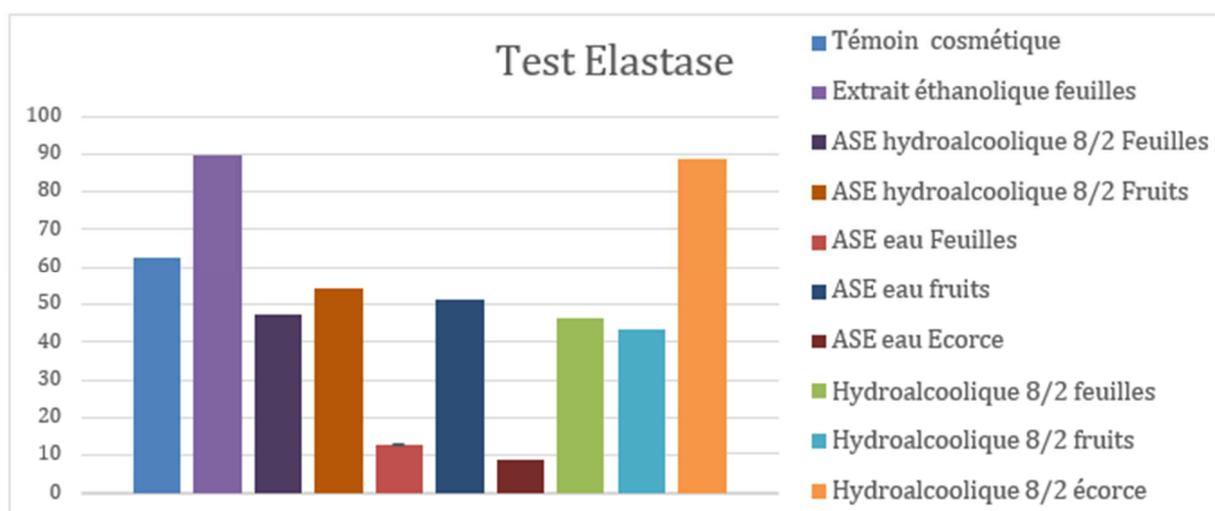
(PSE : Extraction par Solvant sous Pression – HA : hydroalcoolique – 8/2 : ratio éthanol/eau)



L'extrait éthanolique sur les feuilles possède la plus grande activité anti-inflammatoire. Au contraire, l'extrait aqueux issu de l'extraction par solvant sous pression sur les fruits (PSE eau fruit) ne possède pas une grande activité sur ce test Lipoxygénase. Les extraits hydroalcooliques de feuilles (HA 8/2 feuilles et PSE HA 8/2 feuilles) présentent les activités anti-inflammatoires les plus intéressantes comparés aux autres parties de l'arbousier.

Figure 8 – Diagrammes des activités anti-âges (elastase) de l'arbousier.

(PSE : Extraction par Solvant sous Pression – HA : hydroalcoolique – 8/2 : ratio éthanol/eau)

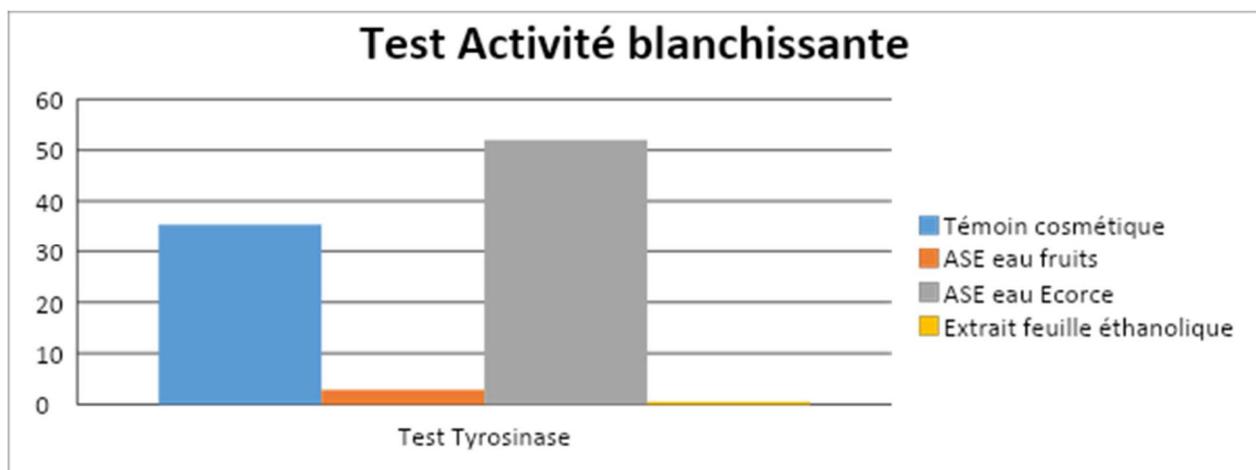


L'élastine est une protéine responsable de la résistance et de l'élasticité des tissus, en particulier de la peau. L'élastase est essentielle dans le processus de réparation cutanée, mais en surexpression elle peut induire un relâchement de la peau, ou des rides. L'utilisation d'ingrédients cosmétiques inhibant l'activité de l'élastase permet donc de prévenir cette perte d'élasticité.

Deux extraits sont majoritairement actifs : l'extrait éthanolique sur les feuilles et l'extrait hydroalcoolique sur l'écorce avec un solvant d'extraction éthanol 80% (HA 8/2 écorce). Au contraire, les extraits aqueux issus d'extraction par solvant sous pression sur les feuilles et l'écorce (PSE eau feuilles et PSE eau écorce) présentent peu d'activité.

Figure 9 – Diagrammes des activités blanchissantes (anti-tyrosinase) de l'arbousier.

(PSE : Extraction par Solvant sous Pression)

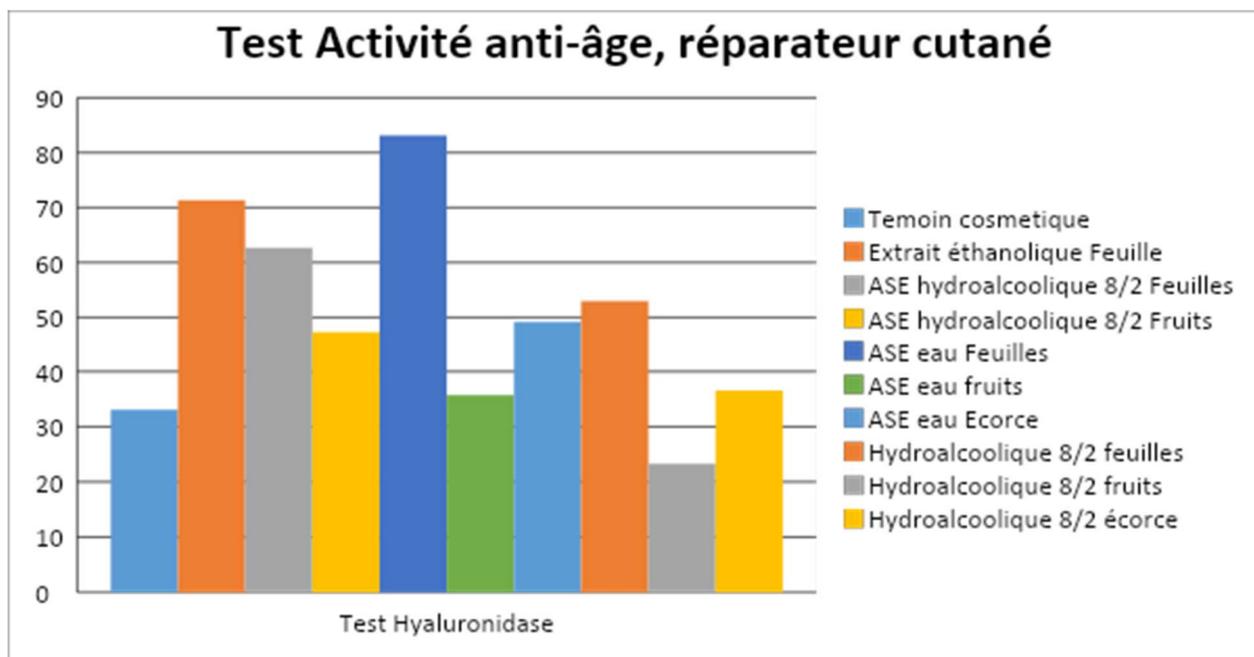


La tyrosinase joue un rôle clef dans la synthèse de la mélanine, responsable de la pigmentation de la peau. Des agents blanchissants sont utilisés pour traiter les phénomènes d'hyperpigmentation chez les personnes souffrant de lentigo, ou souhaitant réduire les tâches de rousseurs, naissances, vieillesse, cicatrices.

L'extrait sur l'écorce (PSE eau écorce) est le seul extrait présentant une activité éclaircissante, les extraits des feuilles ou des fruits présentent peu ou pas d'activité. D'autres extraits ont été testés mais l'activité étant nulle, ils n'ont pas été représentés sur ce graphique.

Figure 10– Diagrammes des activités anti-hyaluronidases de l'arbousier.

(PSE : Extraction par Solvant sous Pression – HA : hydroalcoolique – 8/2 : ratio éthanol/eau)



L'acide hyaluronique participe à l'hydratation naturelle de la peau mais aussi à sa tonicité et son élasticité. Il joue un rôle essentiel dans la réduction des rides et de la réparation cutanée. Les acides hyaluroniques sont dégradés sous l'influence des enzymes hyaluronidases, cette dégradation conduit au dessèchement de la peau et l'apparition des rides. Un ingrédient cosmétique possédant donc une bonne activité anti-hyaluronidase permet de prévenir la dégradation et à terme de protéger la peau.

Le test hyaluronidase confirme que les extraits de feuilles d'arbousier possèdent, en complémentarité avec le test Élastase, une bonne activité anti-âge. **Ce sont les extraits éthanolique et extraits avec de l'eau sous pression (PSE eau feuilles) qui possèdent la plus forte activité** (ce dernier est 43% supérieur au témoin cosmétique !).

Conclusions

Lors de cette étude, trois matières premières issues des rameaux d'arbousier ont été étudiées : feuilles, fruits et écorce. Ces trois matières ont été travaillées suivant deux manières d'extraction solide-liquide différentes : la macération hydroalcoolique ou éthanolique classique et l'extraction par solvant sous pression (PSE).

Trois profils chromatographiques bien différents sont obtenus en fonction de la matière première mais aussi des méthodes d'extraction.

Les extraits à partir de **feuilles d'arbousier**, et plus particulièrement l'extrait éthanolique, présentent des activités antioxydantes, anti-âges et anti-inflammatoires intéressantes. C'est le profil chromatographique de l'extrait éthanolique qui est le plus riche en composés phénoliques, ce qui expliquerait ses bonnes activités. Les extraits obtenus via Extraction sous Solvant sous Pression (PSE) donnent également de très bonnes activités antioxydantes et anti-âges (anti-hyaluronidase), cette méthode d'éco-extraction innovante serait un plus dans le développement d'un futur actif cosmétique.

L'extrait d'écorce avec une extraction hydroalcoolique montre un profil **chromatographique riche en composés phénoliques ainsi que des activités antioxydantes, anti-âges et anti-inflammatoires intéressantes**.

Les **extraits de fruits** ne présentent pas de fortes activités, mais l'extrait hydroalcoolique avec un solvant composé de 80% d'éthanol présente un profil plus riche en composés phénoliques que les autres extraits.

Suite à ces résultats prometteurs, l'objectif sera dans un second temps de développer un ou des actif(s) cosmétique(s) à partir des feuilles et de l'écorce d'arbousier.

L'étude de ce développement se fera chronologiquement :

- Phase 1 : développement d'un extrait hydroalcoolique de feuille et d'écorce, et d'extrait sur un ou plusieurs support(s) liquide(s) ;
- Phase 2 : évaluer la variabilité phytochimique des différentes sources de matière première végétale, via 3 à 6 lots d'origines géographiques différentes ;
- Phase 3 : évaluer la variabilité phytochimique temporelle de ces sources (variété des principes actifs selon la saison de récolte).

Ces 3 phases de développement seront suivies par une éventuelle optimisation des ingrédients obtenus afin de s'assurer de la formulabilité cosmétique. Les étapes précédant la mise sur le marché d'un ingrédient seront également réalisées (tests d'innocuité, constitution du dossier de l'ingrédient, etc.).

En parallèle de ce travail novateur sur l'arbousier, que nul n'avait pour le moment mené sous cet angle, Forêt Modèle de Provence reste attentive au potentiel de certaines autres essences méditerranéennes, notamment le pistachier lentisque et d'autres essences, car nombreuses sont les espèces méditerranéennes aux diverses propriétés :

- Médicinales : comme le thym pour les voies respiratoires, la saponaire officinale pour la peau, le pistachier lentisque pour la circulation sanguine (on l'utilisait aussi, comme l'écorce d'arbousier et le myrte, à la tannerie des peaux) ;
- Alimentaires : maceron (l'ensemble de la plante est comestible), petit ail sauvage, asperge sauvage (jeune pousse de l'asparagus), pissenlit, baies (myrtes, mûres, etc) ;
- Fourragères : luzerne, sainfoin, trèfle, dactyle, vesce commune ;
- Tinctoriales : le rouge de la garance, le jaune de l'acanthé, du genêt ou du figuier, l'orange du genévrier, ou le bleu du pastel des teinturiers ;

- Pouvant remplir divers usages : pharmaceutiques, utilisés en cuisine, et en parfumerie, comme le thym, la sarriette, la lavande, ou le romarin (d'ailleurs au Moyen-âge on distillait les fleurs de romarin avec une base d'esprit de vin rectifié, plus communément appelé l'eau de la Reine de Hongrie, encore de nos jours commercialisée, mais en ayant fait évoluer la recette) ;
- Pour la parfumerie : l'immortelle, la violette, ou l'iris florentin et de Dalmatie (c'est les rhizomes qui s'utilisent) (A. Rolet, 1930 ; L. Marret, 1926).

Le bassin méditerranéen est l'une des régions les plus riches en biodiversité, avec 25 000 espèces végétales (dont 60% de ces espèces ne se trouvent nulle part ailleurs !) (F. Benzi, L. Berliochi, 1999) ; dans celles-ci, plusieurs sont des Plantes Aromatiques Médicinales (PAM), dont on peut bien évidemment faire des huiles essentielles. D'ailleurs plus les conditions seront difficiles (sécheresse, chaleur), au plus elles produisent des molécules (permettant à la plante de résister aux conditions difficiles, aux parasites, ou d'attirer les pollinisateurs).

C'est donc un terrain de recherche infini, passionnant, et malgré tout ce que l'on connaît déjà sur les essences de nos massifs, on peut encore découvrir de nouvelles utilisations, comme c'est le cas de notre présente étude sur l'arbousier.

CI-CONTRE : BOURGEONS DE CHATAIGNIER (© ARMAND YEKER).



Glossaire

DAD : Détecteur UV-visible (angl. Diode Array Detecteur)

DEDL : détecteur évaporatif à diffusion de lumière (angl. ELSD - evaporating light-scattering detector).

DPPH : 2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl

ELSD : (anglais de DEDL) evaporating light scattering

EtOH : éthanol

HA : hydroalcoolique

H₂O : eau

HPLC : chromatographie en phase liquide à haute performance (angl. high-performance liquid chromatography).

PSE : Extraction par Solvant sous Pression

B. Développement d'actifs cosmétiques à base d'écorce et de parties aériennes d'arbousier

Résumé des travaux réalisés

L'étude précédente réalisée sur les rameaux d'arbousier comportant des feuilles, des fruits et de l'écorce a permis de mettre en évidence le potentiel cosmétique de cet arbre. L'objectif du projet est de valoriser la biomasse produite par la taille de l'arbousier sauvage, en la transformant en actif cosmétique à l'efficacité prouvée.

Les résultats de l'étude des différents extraits réalisés sur les feuilles, fruits et écorce d'arbousier ont montré que les extraits hydroalcooliques des feuilles séchées possèdent des rendements supérieurs à 12% et présentent des propriétés antioxydantes, anti-inflammatoires et réparatrices pour la peau. Il en est de même avec les extraits hydroalcooliques d'écorce, bien que ces derniers aient un rendement d'extraction plus faible (<3%). Les extraits obtenus par extraction accélérée par solvant (ASE) de feuilles séchées et d'écorce montrent de bons résultats antioxydants, anti-inflammatoires et réparateur cutané. L'extrait ASE d'écorce présente une activité éclaircissante. Les rendements d'extractions sont de l'ordre de 12% pour les feuilles séchées et 2% pour l'écorce. Les extraits hydroalcooliques de fruits présentent des activités antioxydantes et réparatrices cutanées intéressantes.

L'extrait 100% éthanolique réalisé sur les feuilles séchées avec un rendement de 8,7% présente aussi de bonnes activités antioxydantes, anti-âges et anti-inflammatoires expliquées par sa composition en composés phénoliques.

La suite des travaux consistera à développer une méthode d'extraction des rameaux (feuilles et écorce) d'arbousier pour produire des actifs cosmétiques innovants. Il s'agira également de s'assurer de la qualité constante de la source de matières premières végétales et de confirmer les résultats d'efficacité cosmétique obtenus lors de la première étude. Le ou les ingrédient(s) développé(s) seront ensuite analysés selon les critères de la mise sur le marché des ingrédients cosmétiques.

Objectifs

Suite aux résultats intéressants montrés par les travaux précédemment effectués, l'objectif est de développer un ou des actif(s) cosmétique(s) à partir des parties aériennes et des écorces d'arbusier. L'étude de ce développement se fera en différentes phases.

PHASE 1 : AVRIL-JUILLET

Cette phase doit débuter au milieu du printemps. Le tableau 1 présente les différentes étapes de cette phase ainsi que les matières nécessaires à leur réalisation.

Tableau 1 : Etapes de la phase 1 et quantités de matrice végétale à fournir

Objectifs	Matières premières	Quantités nécessaires
Développement d'un extrait hydro-alcoolique	Feuilles sèches + Ecorces <i>(Même provenance que les lots précédents)</i>	5kg de parties aériennes broyées + 5kg d'écorce
Développement d'un extrait sur un ou plusieurs support(s) liquide(s)	Feuilles sèches + Ecorces <i>(Même provenance que les lots précédents)</i>	3kg de parties aériennes broyées + 3kg d'écorce



©Stéphanie Singh – PNR Sainte-Baume



©Stéphanie Singh – PNR Sainte-Baume

PHASE 2 : SEPTEMBRE-NOVEMBRE

Cette phase a pour objectif d'évaluer les variabilités des différentes sources de matière première végétale. Le tableau 2 présente les différentes étapes de cette phase ainsi que les matières nécessaires à leur réalisation.

Tableau 2 : Etapes de la phase 2 et quantités de matrice végétale à fournir

Objectifs	Matières premières	Quantités nécessaires
Homogénéité des différents lots de feuilles (dont ceux étudiés pendant la phase 1)	3 à 6 lots (d'origine différentes) de feuilles séchées	100-200 g de chaque lot
Homogénéité des différents lots d'écorce (dont ceux étudiés pendant la phase 1)	3 à 6 lots (d'origine différentes) d'écorce	100-200 g de chaque lot

PHASE 3 : SEPTEMBRE-NOVEMBRE

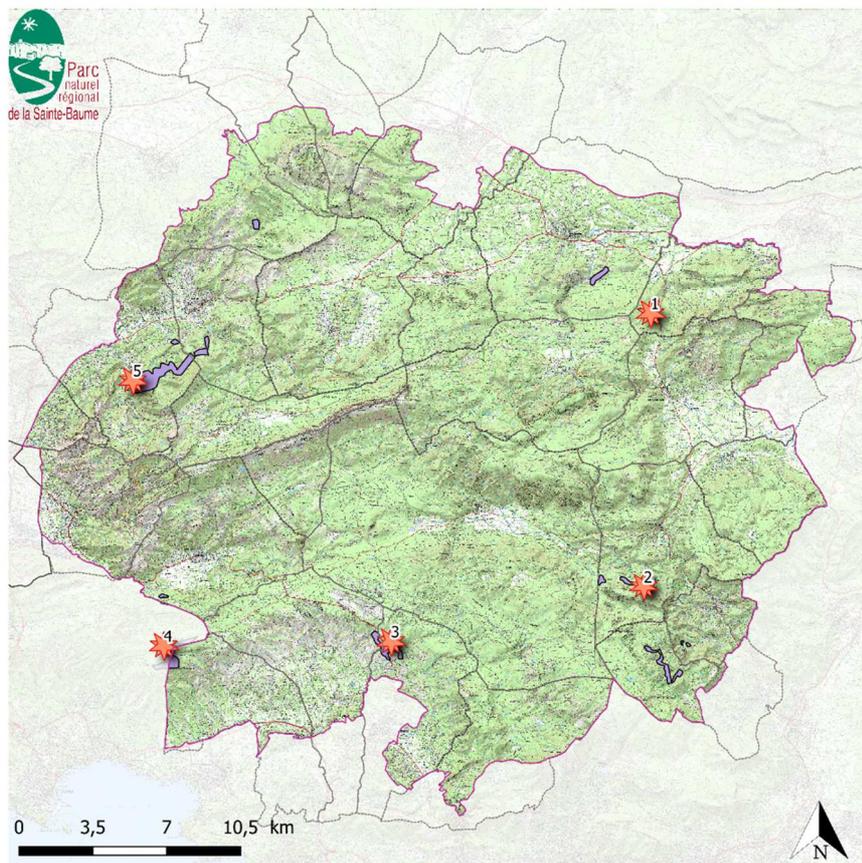
Cette phase a pour objectif d'évaluer la variabilité annuelle des différentes sources de matière première végétale testées précédemment. Le tableau 3 présente les différentes étapes de cette phase ainsi que les matières nécessaires à leur réalisation.

Tableau 3 : Etapes de la phase 3 et quantités de matrice végétale à fournir

Objectifs	Matières premières	Quantités nécessaires
Homogénéité des différents lots annuels de <u>feuilles</u> (étudiés pendant la phase 2)	Pour chaque origine (phase 2) 3 à 6 lots récoltés à différentes périodes (saisons, années...)	100-200 g de chaque récolte
Homogénéité des différents lots annuels d' <u>écorce</u> (étudiés pendant la phase 2)	Pour chaque origine (phase 2) 3 à 6 lots récoltés à différentes périodes (saisons, années...)	100-200 g de chaque récolte

Ces 3 phases de développement seront suivies par un éventuel retravail des ingrédients obtenus afin de s'assurer de la formulabilité cosmétique. Les étapes précédant la mise sur le marché d'un ingrédient seront également réalisées (tests d'innocuité, constitution du dossier de l'ingrédient ...).

Carte des zones de récoltes (NB : non noté sur la carte, mais à titre comparatif et pour les besoins de l'étude, une récolte en bord de mer a également été effectuée) - l'étude est toujours en cours, suivant ces différentes phases, un produit test sortira des laboratoires fin 2023.



Valorisation des produits issus de l'arbusier

Récolte de feuillage et d'écorce

13 avril et 19 septembre 2022

□ Périmètre du PNR de la Sainte-Baume

□ Limites communales

■ Secteurs de présence d'arbusiers identifiés par le PNR

★ Secteurs de prélèvements de feuillage et d'écorce

id	Date	quant_ecor	quant_feui
1	2022-04-13	149	307
2	2022-04-13	160	274
3	2022-04-13	155	259
4	2022-04-13	102	163
5	2022-04-13	163	159
id	Date	quant_ecor	quant_feui
1	2022-09-19	122	123
2	2022-09-19	123	139
3	2022-09-19	111	148
4	2022-09-19	106	128
5	2022-09-19	100	133

Fond : Scan 25

Sources : IGN (2019) / PNR SB (2022)

Réalisation : PNR Sainte-Baume

Date : Septembre 2022

A titre purement informatif mais qui a son intérêt quand on veut se lancer dans ce genre de démarche de valorisation, une telle étude coûte 26 000€.

C. Étude du potentiel cosmétologique des fleurs, bourgeons, racines et bois d'arbousier

Mêmes auteurs que précédemment.

Matières premières

Au cours de cette étude, nous avons travaillé sur des fleurs, bourgeons, racines et bois d'arbousier commun récoltés par Forêt modèle de Provence.

Toutes les matières ont été broyées avant extraction pour faciliter celle-ci.

Étude bibliographique

L'arbousier est une plante mellifère aux petites fleurs blanches à légèrement rosés mesurant environ 1 cm. Leurs fleurs en forme de clochette à 4 ou 5 sépales, possèdent 4 ou 5 pétales le plus souvent soudés et un pistil simple.

Des études sur le potentiel antioxydants de fleurs d'arbousier ont été menées (test DPPH, blanchiment au bêta-carotène), il a été conclu que les extraits (méthanolique) de fleurs possédaient des activités antioxydantes, mais les extraits n'ont pas été comparé à un témoin lors des tests, seulement à différentes concentrations.



Les bourgeons de l'arbousier ne semblent pas avoir été beaucoup étudiés.

Les racines de l'arbousier sont pivotantes et peuvent atteindre 10 mètres. Des activités antimicrobiennes (sur E.coli) des extraits de racines ont été démontrées dans une étude, elles sont notées comme modérées mais également des activités antioxydantes meilleures que le témoin d'acide ascorbique utilisé. Une autre étude conclut qu'un extrait aqueux de racine d'arbousier est riche en molécules polyphénoliques comme des tanins, flavonoïdes, saponines, acides aminés et alcaloïdes qui ont un potentiel pharmaceutique.

Le bois d'arbousier ne semble pas avoir déjà été étudié.

L'étude bibliographique complète de l'arbousier est disponible dans les pages précédentes.

Brevets

A l'heure actuelle nous n'avons pas trouvé de brevet revendiquant l'utilisation cosmétique d'extraits de fleurs, bourgeons, racines ou le bois de l'arbousier commun.

A ce jour, nous avons trouvé un seul brevet concernant l'extrait d'*Arbutus unedo* dans le domaine cosmétique :

- Un brevet concernant l'utilisation d'un extrait de fruit d'*Arbutus unedo* dans une composition cosmétique matifiante ou dans une composition régulatrice pour peaux grasses et comme agent unifiant le grain de la peau et réduisant la taille des pores (FR3055546A1)

Nous avons par ailleurs aussi trouvé un brevet concernant l'extraction des déchets d'*Arbutus unedo* dans l'optique d'obtenir des additifs pour le l'industrie alimentaire. (PT109361A)

Marché des ingrédients

L'extrait de feuilles d'arbousier est enregistré sous un nom INCI « ARBUTUS UNEDO LEAF EXTRACT », il est classifié comme un ingrédient aux propriétés actives comme anti-inflammatoire et astringentes.

L'extrait de fruit d'arbousier est enregistré sous un nom INCI « ARBUTUS UNEDO FRUIT EXTRACT ». Il est présent dans plusieurs cosmétiques comme des crèmes anti-âges (Crème Re-Boost, Clarins) ou encore des fonds de teint (Skin Illusion Velvet).

Nous n'avons pas trouvé d'informations sur la nature des extraits et nous n'avons pas trouvé non plus trouvé de référence pour la vente d'un de ces extraits sur le site UL Prospector.

Nous n'avons pas trouvé d'enregistrement pour des extraits de racines, de bois, de fleurs ou encore de bourgeons, ni l'utilisation de tels extraits dans un cosmétique actuel.

Expérimentation

Les fleurs, les bourgeons, l'écorce et le bois d'arbousier ont été extraits selon plusieurs méthodes ; par un mélange hydroalcoolique (1/1) et par du propylène glycol. Ainsi nous avons pu comparer ces différentes méthodes et ce qu'elles donnaient en termes de rendement, de profil phytochimique et d'activité biologique. L'extrait hexanique (concrète) n'a pas été réalisé sur les fleurs car elles se sont dégradées trop rapidement.

Extraits hydroalcooliques 1/1

L'extraction a été réalisée sur la matière broyée (fleurs, bourgeons, racines ou bois). Le végétal est mis à macérer pendant 2h à température ambiante dans un mélange hydroalcoolique (H₂O/EtOH) 50/50, ratio plante/solvant 1/10 (m/m). L'extrait est ensuite filtré sur papier et le solvant est éliminé par distillation sous vide. Un rendement est calculé par la suite grâce au rapport de la masse d'extrait sec récupéré sur la masse de matière première mise en œuvre au début de l'extraction.

Extraits au propylène glycol

L'extraction a été réalisée sur la matière broyée (fleurs, bourgeons, racines ou bois). Le végétal est mis à macérer pendant 7h à température ambiante dans du propylène glycol vert, ratio plante/solvant 1/10 (m/m). L'extrait est ensuite filtré sur papier 2 m.

Profils chromatographiques

Afin d'avoir une idée des familles et groupes de molécules présentes dans les extraits hydroalcooliques, nous avons réalisé une caractérisation phytochimique par Chromatographie Liquide Haute Performance (HPLC) muni d'un détecteur évaporatif à diffusion de lumière (DEDL) et d'un détecteur UV-visible (Diode Array Detector, DAD).

La colonne utilisée est une colonne Luna-C18 (250 mm × 4,6 mm × 5 µm).

La phase mobile est un gradient de : A = Eau + 0,1 % acide formique, B = acétonitrile + 0,1 % acide formique, selon le tableau 1. Le débit utilisé est 1 mL/min.

Tableau 1 : Gradient d'éluant utilisé lors des analyses HPLC

Temps	Ratio des éluants	
	% A	% B
0 min	95	5
0-13 min	80	20
13-20 min	70	30
20-25 min	20	80

Temps	Ratio des éluants	
	0	100
25-30 min	0	100
30-35 min	95	5

Les profils chromatographiques UV sont fixés à la longueur d'onde 283 nm car nous avons déterminé qu'il s'agissait de la longueur d'onde la plus adéquate pour l'étude des composés présents dans ces extraits.

Seuls les extraits hydroalcooliques et hydrolysés peuvent être analysés en HPLC. Les solutions sont préparées à une concentration de 10 mg/mL en extrait sec dans du méthanol.

Tests d'activités biologiques

Différents tests d'activités ont été réalisés sur les extraits de fleurs, de bourgeons, de racines et de bois. Ils ont pour but de cibler les principales activités recherchées dans un futur actif cosmétique.

Tableau 2 : Activités biologiques

TEST	ACTIONS	ACTIVITÉS
DPPH	Élimination des radicaux libres en excès par neutralisation ou décomposition.	Antioxydante
Tyrosinase	Régulation de la coloration de la peau néoformée.	Blanchissante, réparation cutanée, antitache, cicatrisant, illuminateur de teint

TEST	ACTIONS	ACTIVITÉS
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
Elastase	Dégradation du réseau de fibres d'élastine, de collagène et d'autres protéines de la matrice extracellulaire.	Anti-âge, élasticité de la peau, réparation cutanée, liftant
Collagénase	Implication dans la dégradation des fibres de collagène.	Anti-âge, revitalisant, raffermissant, restructurant
Hyaluronidase	Implication dans la dégradation des acides hyaluroniques.	Anti-âge, nourrissant, hydratant

Ils ont été comparés à des témoins, certains composés d'une molécule pure pour valider le test et d'autres étant des extraits commerciaux revendiqués sur le marché pour les activités visées.

Tableau 4 – Témoins des tests d'activités biologiques

TEST	TEMOIN MOLECULAIRE	TEMOIN COSMETIQUE
D P P H	Revératrol	TEALINE (GREENTECH)
T Y R O S I N A S E	Acide Kojique	SYMWHITE (SYMRISE)
L I P O X Y G E N A S E	Revératrol	PROTECTOL (GREENTECH)
E L A S T A S E	Quercétine	BERRYFLUX VITA (VITALAB)
H Y A L U R O N I D A S E	Revératrol	BERRYFLUX VITA (VITALAB)

Rendements

Le tableau 3 présente les différents rendements obtenus sur les extraits hydroalcooliques

	Fleurs	Bourgeons	Racines	Bois
Extraits hydroalcooliques 1/1	4,3 ± 0,3 %	6,5 ± 0,4 %	5,6 ± 0,5 %	11,4 ± 0,8 %

Le meilleur rendement est largement obtenu par le bois (11,4%).

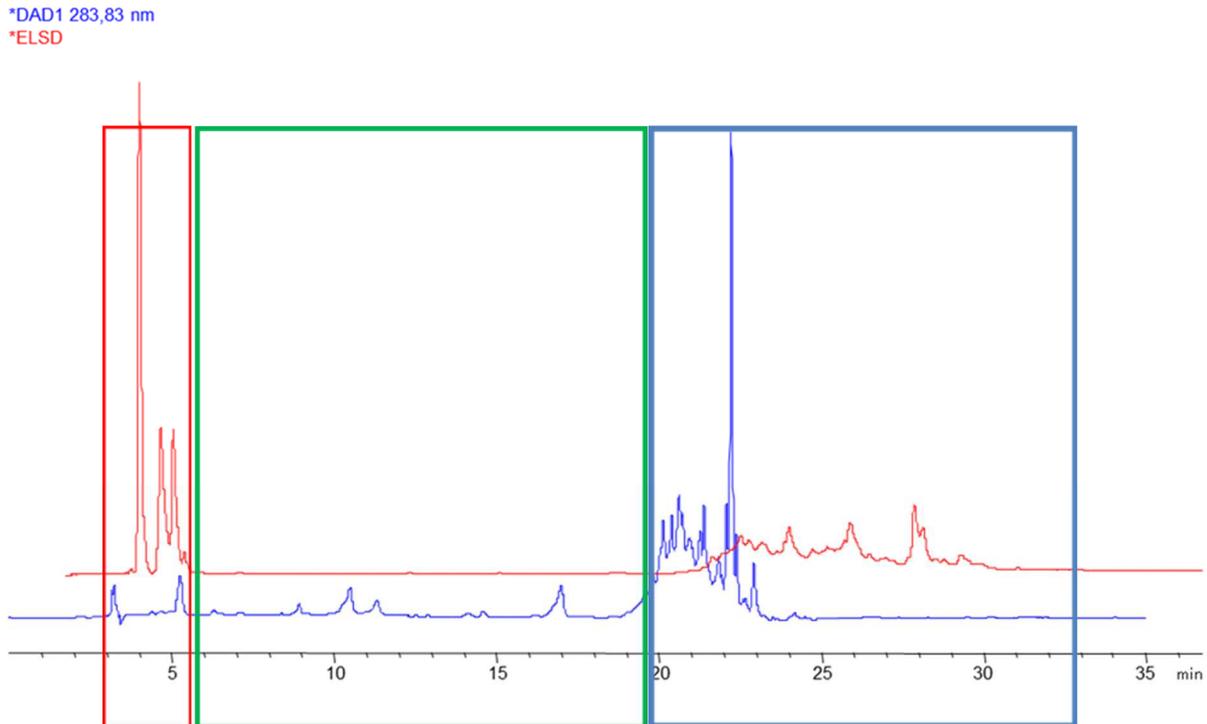
Composition phytochimique

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

- Les composés très polaires (encadré rouge) : sucres, acides aminés, petits acides, peptides, etc.
- Les composés moins polaires (encadré vert) : composés phénoliques.
- Les composés apolaires (encadré en bleu) : triglycéride, acides gras, terpènes...

Extrait hydroalcoolique 1/1 de fleurs d'arbousier

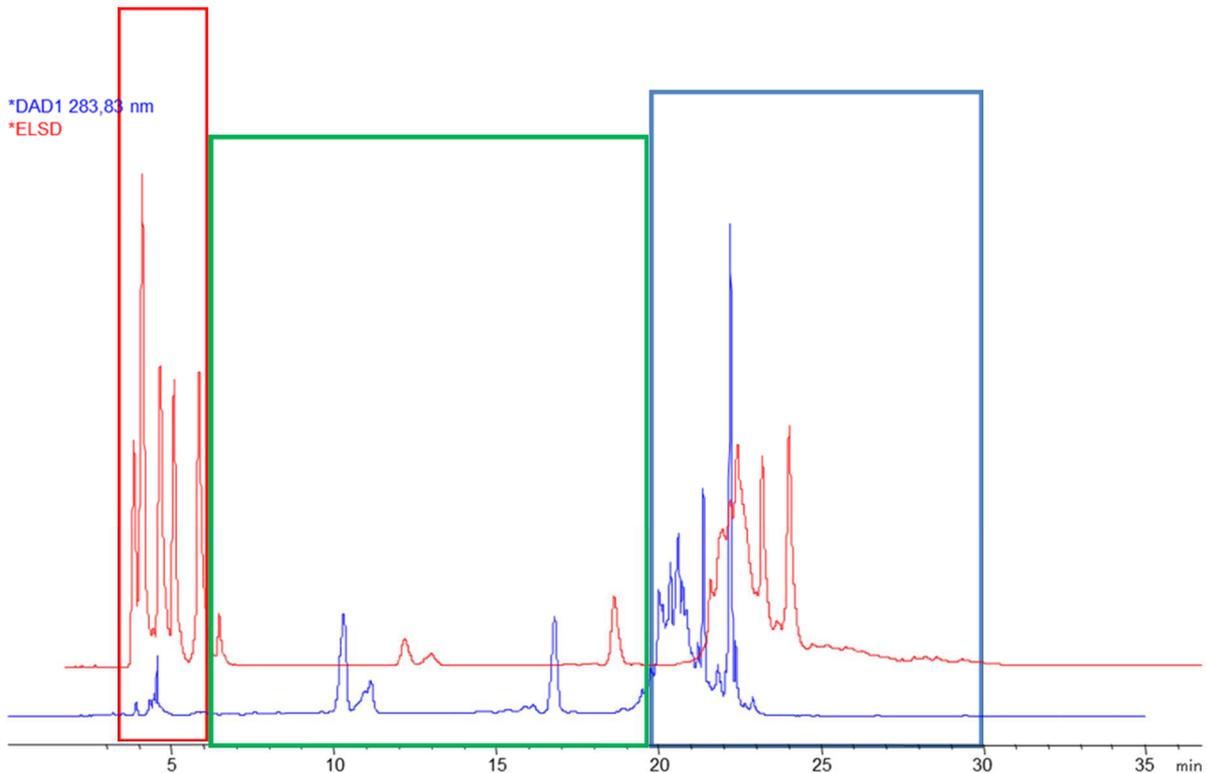
Figure 1 : Chromatogrammes ELSD et UV (283nm) de l'extrait hydroalcoolique de fleurs d'arbousier



Les fleurs d'arbousier sont composées de sucres, acides aminés, petits acides (encadrés en rouge) en grande quantité. Ces extraits possèdent peu de composés moins polaires comme des composés polyphénoliques (encadré en vert). Ils contiennent en importante quantité des composés encore moins polaires comme des terpènes et terpénoïdes, triglycérides, acides gras (encadrés en bleu).

Extrait hydroalcoolique 1/1 de bourgeons d'arbousier

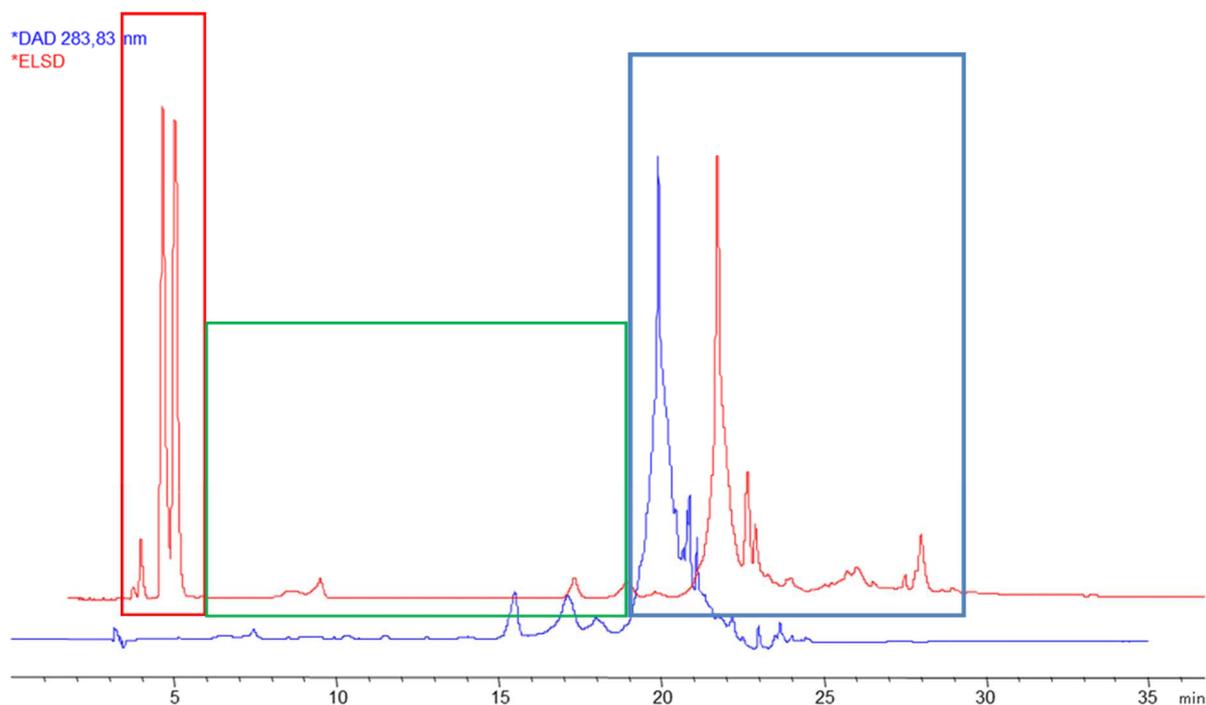
Figure 2 : Chromatogrammes ELSD et UV (283nm) de l'extrait hydroalcoolique de bourgeons d'arbousier



Les bourgeons sont riches en sucres, acides aminés, petits acides (encadrés en rouge) mais également des composés moins polaires comme des composés polyphénoliques (encadré en vert), cette fraction est particulièrement intéressante pour une future étude, ils ont été étudiés à la longueur d'onde de 283 nm mais également en ELSD. Ces extraits sont également composés de molécules encore moins polaires comme des terpènes et terpénoïdes, triglycérides, acides gras (encadrés en bleu) en importante quantité.

Extrait hydroalcoolique 1/1 de racines d'arbousier

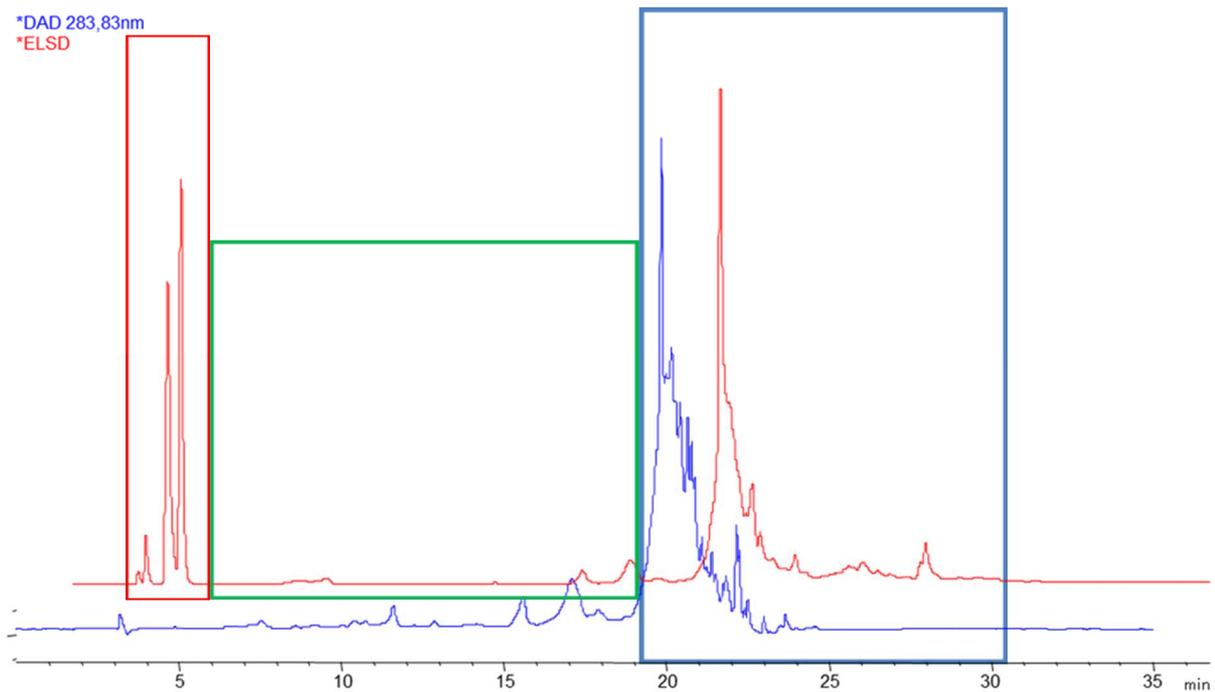
Figure 3 : Chromatogrammes ELSD et UV (283nm) de l'extrait hydroalcoolique de racines d'arbousier



Les extraits de racine d'arbousier sont composés de sucres, acide aminés, petit acides (encadrés en rouge) en grande quantité. Ces extraits ont également des composés moins polaires comme des composés polyphénoliques (encadré en vert). Ils contiennent en importantes quantités des composés encore moins polaires comme des terpènes et terpénoïdes, triglycérides, acides gras (encadrés en bleu). Un composé très abondant éluant à $t_r = 20$ min mériterait d'être identifié.

Extrait hydroalcoolique 1/1 de bois d'arbousier

Figure 4 : Chromatogrammes ELSD et UV (283nm) de l'extrait hydroalcoolique de bois d'arbousier



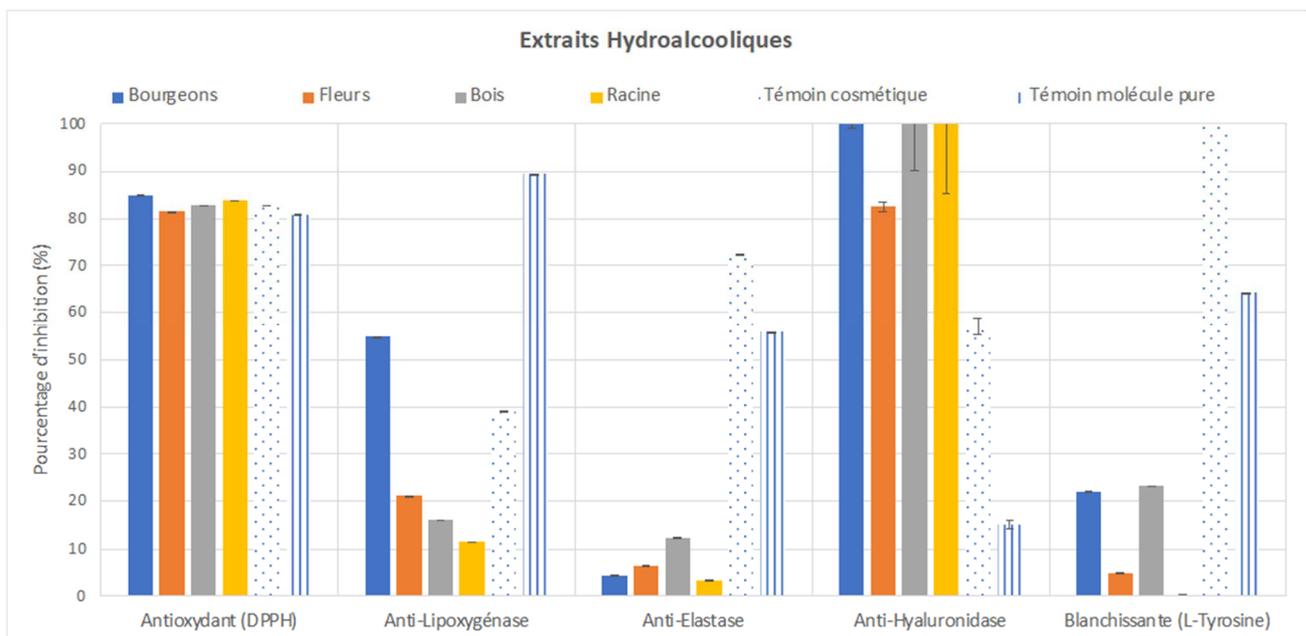
Les racines d'arbousier ont un profil assez semblable aux extraits de bois d'arbousier avec une partie composée de molécules polaires tel que des sucres, petits peptides etc. et une autre partie avec des molécules moins polaires tel que des terpènes et terpénoïdes, triglycérides, acides gras etc. Le composé très abondant à $t_r = 20$ min identifié dans les racines est également identifié dans le bois.

Bilan des profils phytochimiques

Les bourgeons, les fleurs, les racines et le bois d'arbousier sont composés de molécules polyphénoliques et moins polaires encore comme des terpènes, terpénoïdes, acides gras, et triglycérides qui peuvent être très abondants. Les extraits hydroalcooliques de bourgeons, les racines et le bois sont plus riches en composés polyphénoliques que les extraits de fleurs.

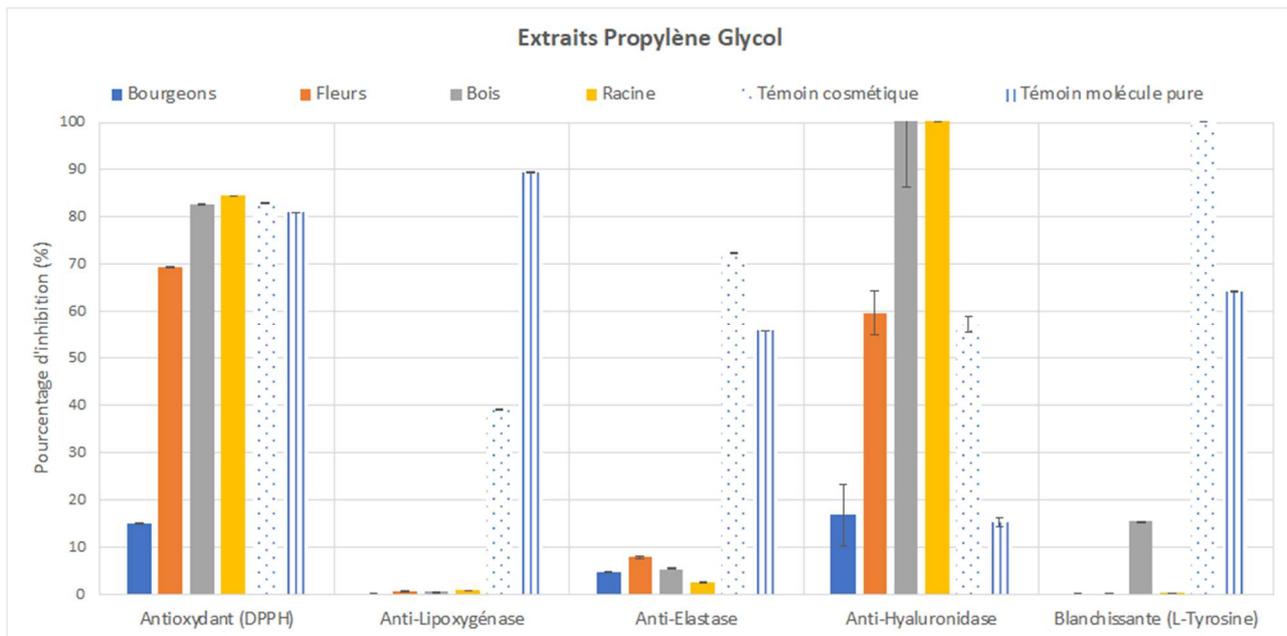
Activités biologiques

La figure 5 présente les activités biologiques des extraits hydroalcooliques d'arbousier, ils sont comparés à un témoin (un extrait commercial à la même concentration) et à un témoin composé d'une molécule pure reconnue pour l'activité ciblée.



Les quatre extraits présentent des activités anti-âges (antioxydant et anti-hyaluronidase) importantes. Ils sont moins actifs pour l'activité anti-élastase. L'extrait de bourgeons obtient la meilleure activité anti-inflammatoire (anti-lipoxygénase) et blanchissante avec l'extrait de bois.

Figure 6 – Activité biologiques des extraits liquides au propylène glycol



Les extraits liquides avec pour solvant le propylène glycol présentent des bonnes activités antioxydantes et anti-hyaluronidase, surtout les extraits de bois et de racine. Ils ne présentent pas beaucoup d'activité anti-élastase ou anti-lipoxygénase, et seul l'extrait de bois obtient une activité blanchissante.

Conclusion

Quatre matières végétales issues de l'arbousier commun ont été étudiées : les fleurs, les bourgeons, les racines et le bois. Ces dernières ont été extraites par un mélange hydroalcoolique et par le propylène glycol. Le meilleur rendement d'extraction hydroalcoolique a été obtenu sur le bois.

Les fleurs d'arbousier n'ont pas été évaluées pour un potentiel ingrédient en parfumerie car leur état était trop dégradé pour réaliser un extrait intéressant olfactivement. Il serait intéressant de réaliser un extrait à l'hexane (concrète).

Les profils chromatographiques semblent indiquer que l'extrait de bourgeon présente un profil particulièrement riche. Les analyses phytochimiques de cet extrait mériteraient d'être plus poussées : analyse par HPLC/HRMS, fractionnement et isolement des composés majoritaires des fractions polyphénoliques et terpéniques.

Les activités biologiques des extraits hydroalcooliques nous montrent la même chose puisque l'extrait de bourgeon obtient de très bonnes activités antioxydantes, anti-âge et même une petite activité blanchissante.

Ces matières présentent un intérêt pour le développement cosmétique d'un ingrédient actif, en particulier le bois (voir extrait, photo ci-dessous) et les bourgeons.



©Nicolas Plazanet – Forêt Modèle de Provence

D. Étude sur la valorisation du fruit

Choix de la matière première

Les arbrouses mûres ont été congelées et fournies par Forêt Modèle de Provence.



Étude bibliographique

Études de la plante

L'arbrousier a déjà été présenté dans les rapports précédents, nous nous concentrerons ici sur la présentation du fruit uniquement.

Les arbrouses sont les fruits de l'arbrousier, elles apparaissent fin août, début septembre. Elles sont rouges, orangées, globuleuses, rugueuses et bien visibles puisqu'elles peuvent atteindre les 2 cm de diamètre. Le fruit est jaune puis rouge lorsqu'il atteint sa maturité. Sa chair est légèrement farineuse, molle, au goût légèrement sucré et acidulé. Elles ne possèdent pas de noyaux mais plusieurs petits pépins.

En médecine traditionnelle, les fruits d'arbousier possèdent des propriétés astringentes, diurétiques et antiseptiques. Les arbouses sont rarement consommées fraîches mais peuvent être transformées en confitures, gelée, vin, spiritueux et liqueur.

Dans une étude de F. A. Ayaz, la vitamine C a été dosée dans le fruit entre 150 et 280 mg/ 100 g de fruit frais. En comparaison, une orange en contient environ 60 mg/ 100g de fruit frais. Cette étude montre également que le fruit contient environ 14 % de sucre sur une masse fraîche. Plusieurs sucres ont été identifiés, tels que le fructose, le glucose, le sucrose et le maltose. Le fructose et le glucose sont les deux sucres majoritaires avec une concentration d'environ 28 % sur la masse sèche. Des acides ont également été dosés dans l'arbouse sèche, comme l'acide fumarique, l'acide lactique, l'acide malique, l'acide subérique, et l'acide citrique.

L'arbouse est riche en anthocyanes (un extrait a été réalisé avec une teneur de 500 µg d'anthocyanes par gramme de fruit sec).

Brevets

Plusieurs brevets sur l'arbouse ont été trouvés, nous avons relevés les plus pertinents :

Les laboratoires Clarins ont posé un brevet sur l'utilisation d'un extrait de fruit d'*Arbutus Unedo* dans une composition cosmétique pour réguler les peaux grasses (WO2018041936A1). L'extrait est un extrait au CO₂ supercritique utilisant un co-solvant de triglycérides caprylique/caprique.

Un brevet espagnol (ES2363957B1) protège l'utilisation d'un extrait d'arbouse pour la préparation de produits agro-alimentaires. L'extrait est réalisé à partir d'une macération dans un mélange eau éthanol.

Méthodes et résultats

Teneur en masse sèche

Les arbouses ont été broyées pour faciliter l'évaporation du jus et déterminer une masse sèche.

Les fruits séchés obtiennent une teneur de $47,64 \pm 4,87$ %, déterminée en séchant le fruit à l'étuve pendant 24h à 100°C.

Teneur en BRIX (sucres)

Un réfractomètre a été utilisé pour mesurer l'indice de réfraction des arbouses écrasées en jus. Suivant la teneur en sucre (équivalent saccharose), plus l'indice est élevé plus l'échantillon est sucré.

Le degré brix du jus d'arboise est de 22,22 g équivalent de saccharose pour 100 g d'arboise, ou encore 22,22°Bx.

Dosage en vitamine C (Acide Ascorbique)

Un témoin d'acide ascorbique (vitamine C) a été injecté à plusieurs concentrations connues. Le jus d'arboises fraîches a ensuite été analysé en triplicat afin de déterminer la présence de vitamine C dans un premier temps, et de la doser dans un second.

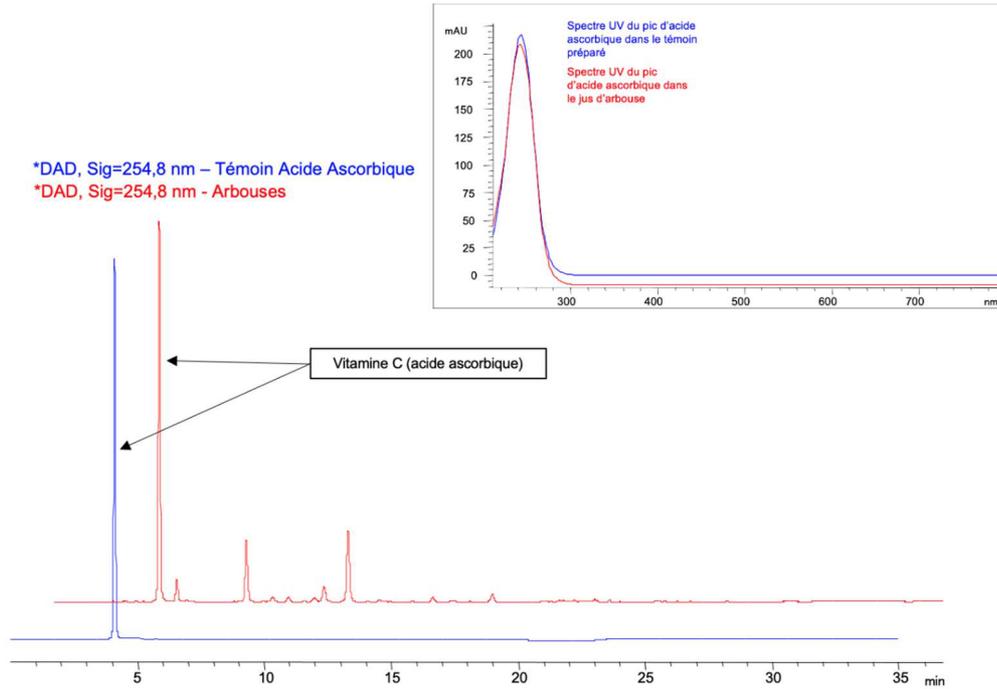


FIGURE 1 - CHROMATOGRAMMES EN DAD A 254 NM DU JUS D'ARBOISE ET DU TEMOIN D'ACIDE ASCORBIQUE, AINSI QUE LES SPECTRES UV.

D'après les chromatogrammes et les spectres UV, nous pouvons conclure sur la présence de vitamine C dans le jus d'arboise.

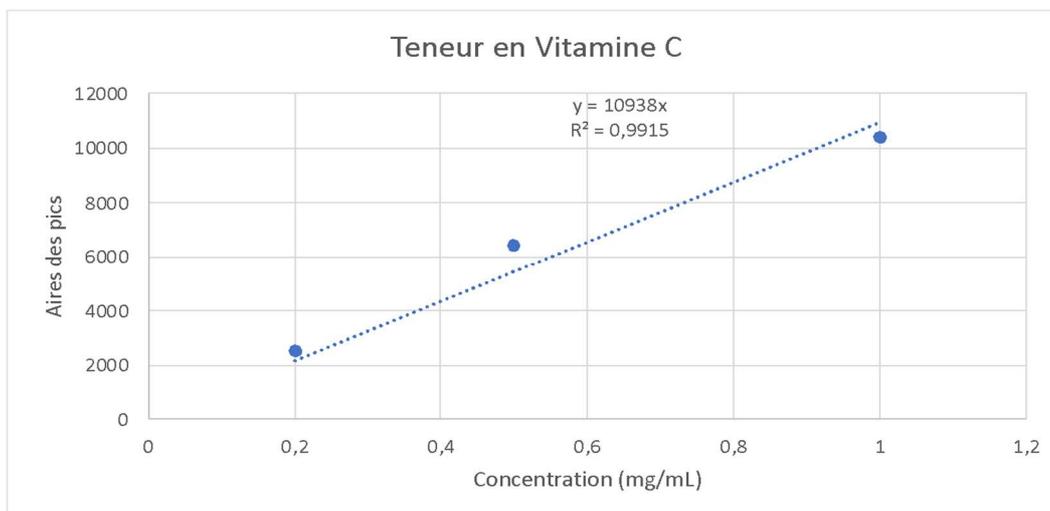


FIGURE 2 - DROITE D'ETALONNAGE DE LA VITAMINE C

Grâce aux concentrations connues des témoins, une droite d'étalonnage a pu être réalisée.

TABLEAU 1 - RESULTAT DU DOSAGE EN VITAMINE C DANS LE JUS D'ARBOUSES

Concentration en vitamine C (mg/g d'arbose)	Moyenne des triplicats (mg/g d'arbose)
0,750	0,749 ± 0,001
0,749	
0,747	

D'après le dosage, il y a environ **0,749 mg de vitamine C par gramme d'arbouses fraîches**. Ce qui fait 74,9 mg de vitamine C / 100 g de fruit frais, en comparaison le kiwi est reconnu pour avoir entre 30 et 80 mg de vitamine C /100 g de fruit frais, et une orange en contient environ 60 mg/ 100 g de fruit frais.

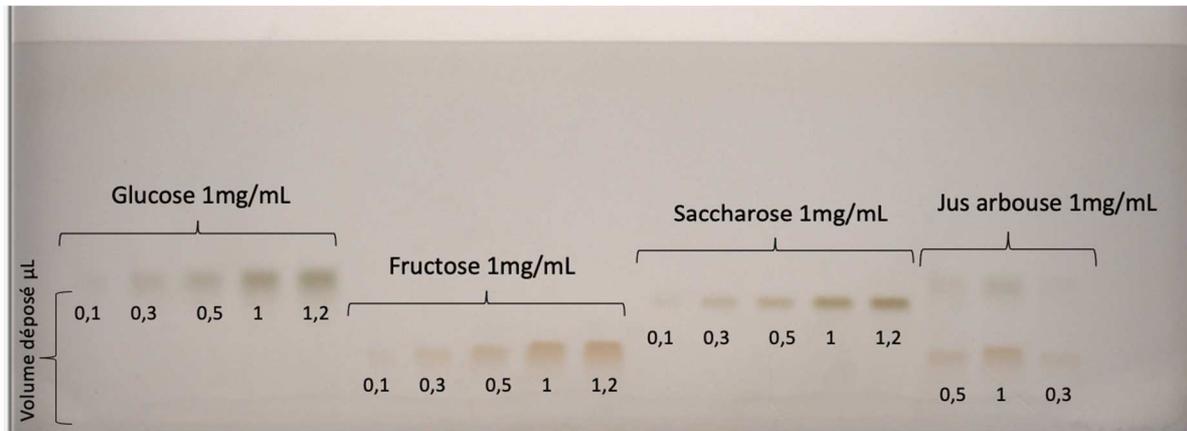
HPTLC des sucres dans le jus d'arbose

Les standards (glucose, fructose et saccharose) sont préparés à une concentration de 1 mg/mL dans un mélange d'acétonitrile et eau (50/50). Le jus d'arbose, lui, est préparé à 6,6 mg/mL dans le même mélange de solvant.

L'éluant utilisé est le n-butanol/isopropanol/acide borique (3/5/1) et le révélateur est un mélange de diphenylamine, d'aniline, de méthanol et d'acide o-phosphorique.

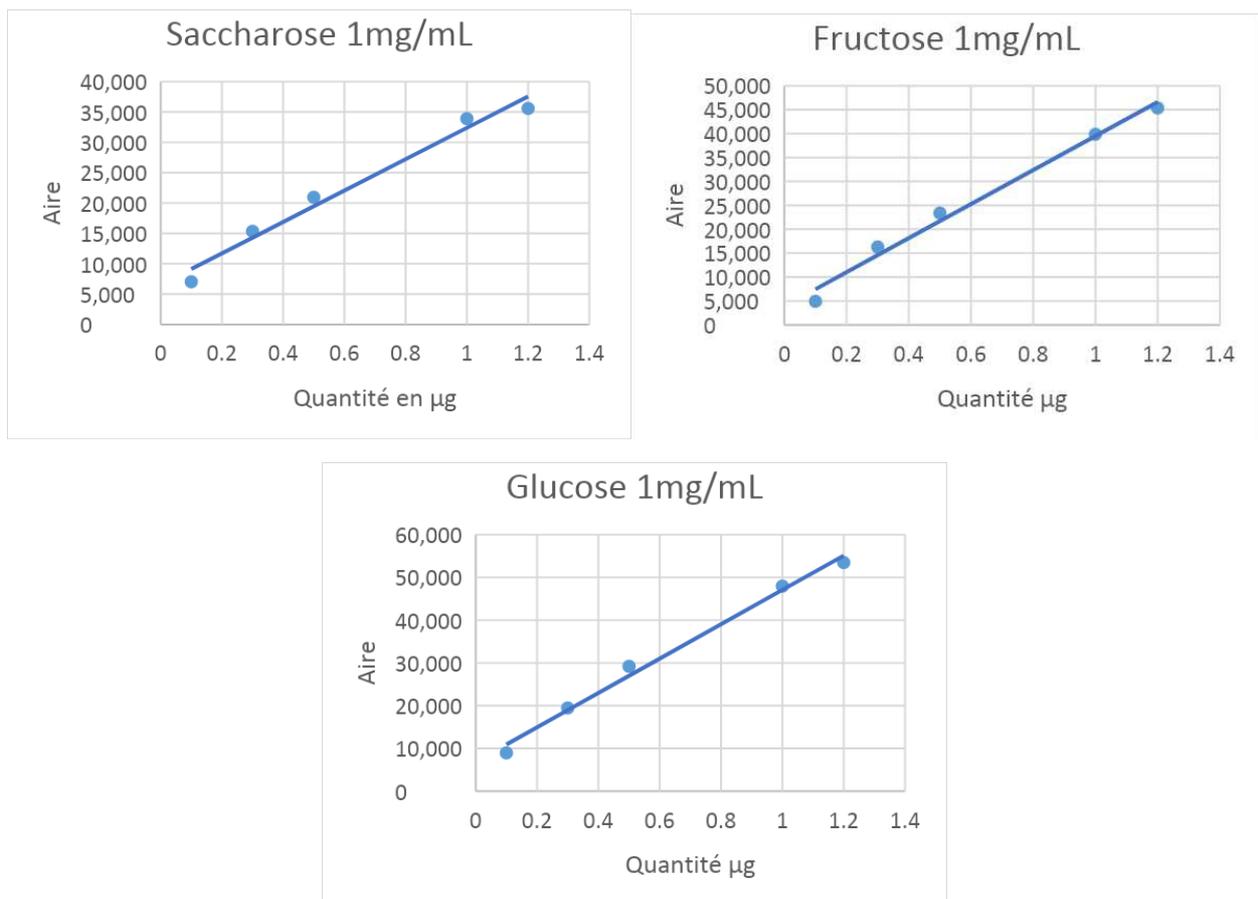
Dix-huit échantillons (cinq standards de glucose, cinq de fructose, cinq de saccharose et trois de jus d'arbose), ont été appliqués sur chaque plaque (largeur de bande : 8 mm, vitesse de dépôt : 50 nL/s, distance entre les échantillons : 11,4 mm, distance des bords externes : 20 mm). Les volumes appliqués pour les standards étaient de 1,0 - 2,0 - 4,0 - 7,0 et 9,0 µL pour une calibration en cinq points ; ceux des extraits étaient de 0,5 - 1,0 et 2,0 µL.

La mesure de l'absorbance a été réalisée avec le scanner aux longueurs d'ondes comprises entre 300 et 500 nm, tous les 20 nm, et une dimension de fente fixée à 4,0 mm x 0,1 mm. La vitesse de balayage a été prédéfinie à 10 mm/s, avec une résolution de 100 µm/étape.



PHOTOGRAPHIE 1 - PLAQUE HPTLC DU JUS D'ARBOISE ET DES STANDARDS

Après détection au scanner à 400 nm, on obtient des droites de calibrations pour les standards.



GRAPHIQUE 1 - DROITES D'ETALONNAGE POUR LE SACCHAROSE, LE FRUCTOSE ET LE GLUCOSE.

Grâce aux droites d'étalonnage et au scanner, la quantité de glucose et de fructose a pu être déterminée pour le volume déposé d'un microlitre. Les autres déposes étaient trop faibles pour être déterminées avec certitude.

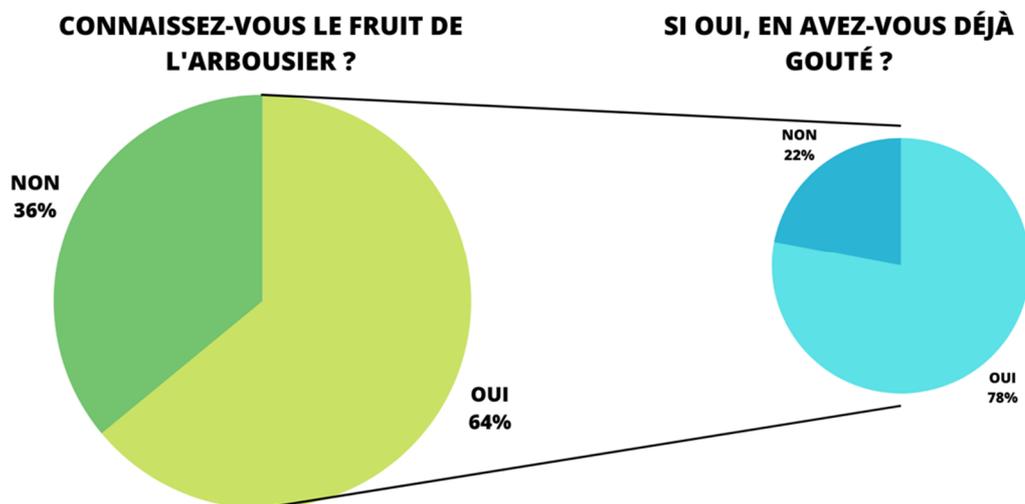
Il y a 0,34 µg de glucose dans 6,6 µg de jus, soit 5,2 % de la masse totale de fruits frais.

Il y a 0,79 µg de fructose dans 6,6 µg de jus, soit 12,0 % de la masse totale de fruits frais.

Analyse organoleptique sur les arbrouses / la confiture d'arbrouse

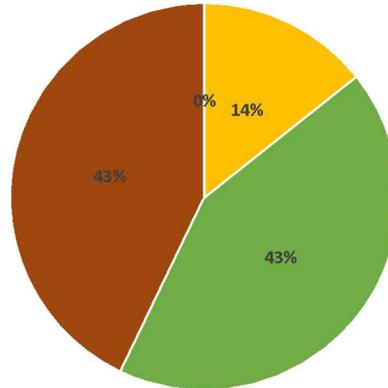
Arbrouses

Une analyse sensorielle (propriété organoleptiques) a été réalisée sur 14 personnes connaissant ou non l'arbrouse précédemment.



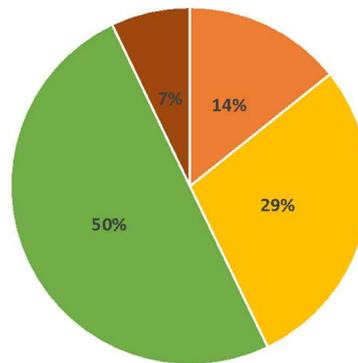
Ensuite, nous avons fait goûter des arbrouses au panel de 14 personnes.

AVEZ-VOUS AIMÉ LE GOÛT ?



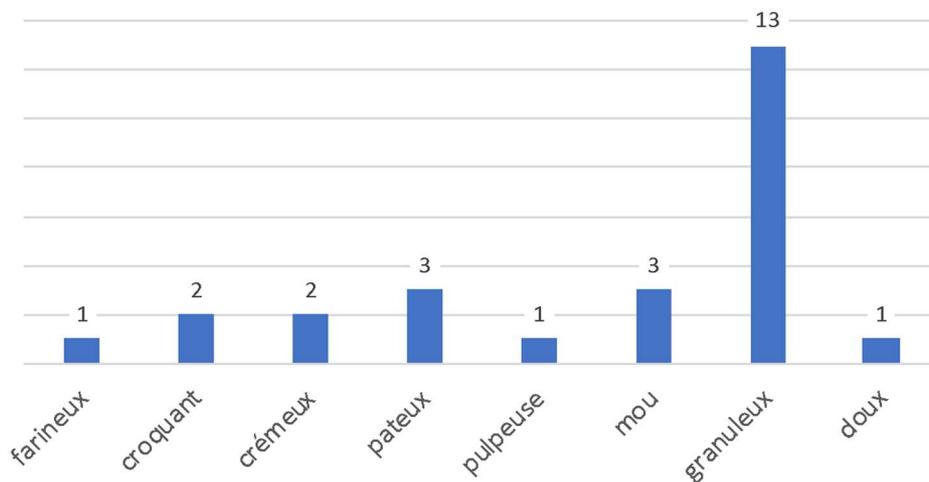
■ Non, pas du tout ■ Correct ■ Agréable ■ Oui, beaucoup

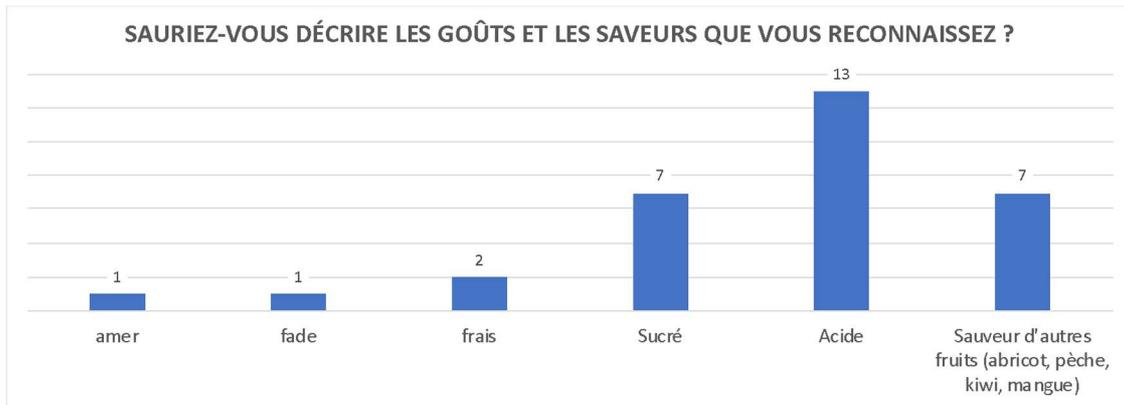
AVEZ-VOUS AIMÉ LA TEXTURE ?



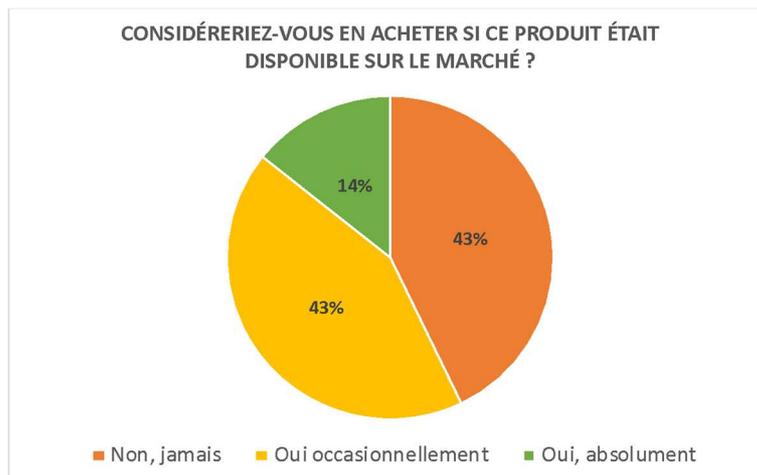
■ Non, pas du tout ■ Correct ■ Agréable ■ Oui, beaucoup

COMMENT DÉCRIRIEZ-VOUS LA TEXTURE ?





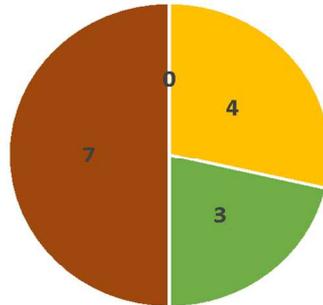
L'abricot et la pêche ont été les fruits les plus cités dans les réponses.



La confiture préparée à partir des arbrouses a été également donnée au panel.

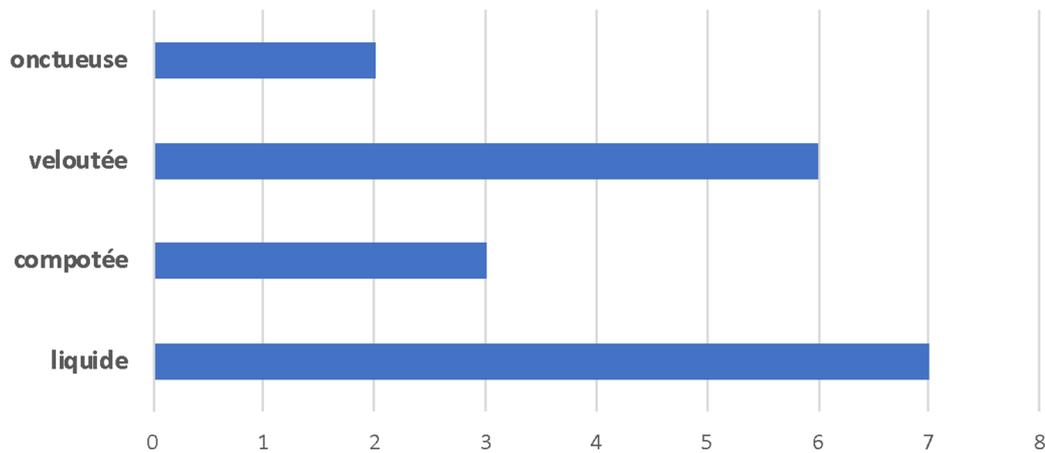


AVEZ-VOUS AIMÉ LA TEXTURE ?

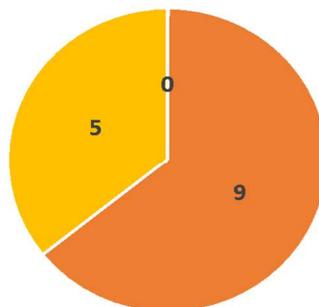


■ Non, pas du tout ■ Correct ■ Agréable ■ Oui, beaucoup

COMMENT DÉCRIRIEZ-VOUS LA TEXTURE ?

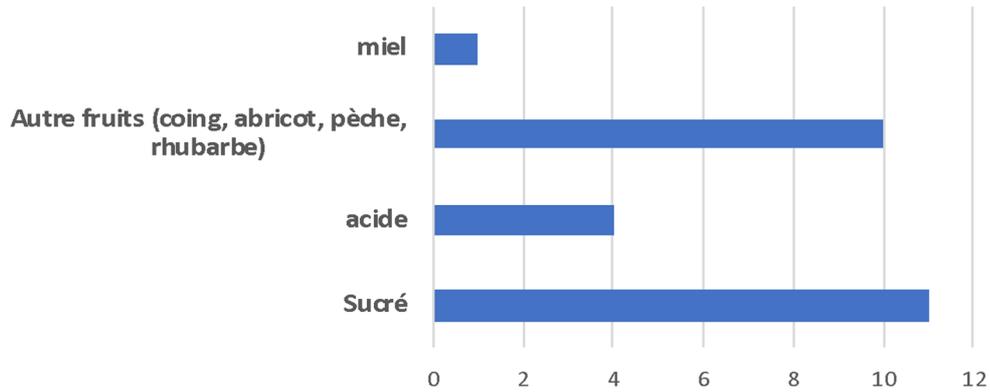


NOTEZ L'AMERTUME



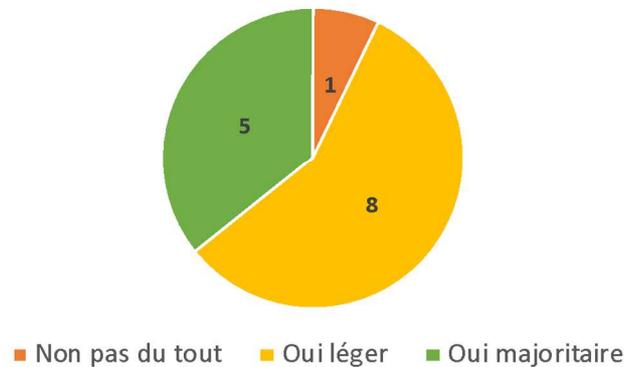
■ Pas amer ■ Equilibré ■ Très amer

SAURIEZ-VOUS DÉCRIRE LES GOÛTS ET LES SAVEURS QUE VOUS RECONNAISSEZ ?

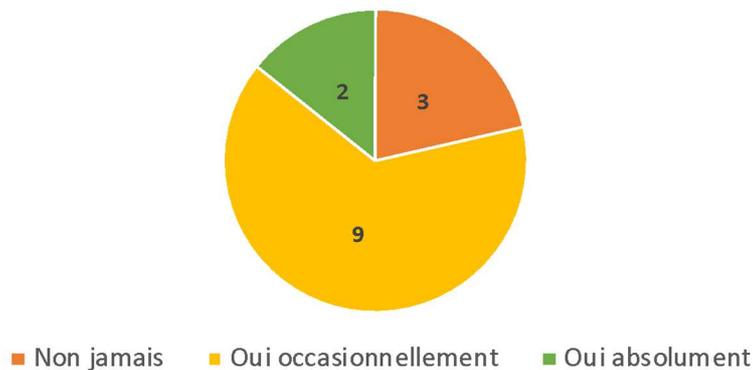


Abricot et pêche sont les fruits les plus cités dans les réponses.

TROUVEZ-VOUS UN GOÛT D'ABRICOT ?



CONSIDÉRERIEZ-VOUS ACHETER CE PRODUIT ?



Conclusion

Les arbouses fournies par Forêt modèle de Provence sont riches en vitamine C et en sucre. La teneur en vitamine C est de 0,749 mg/g. Grâce à un dosage HPTLC nous avons pu identifier deux sucres, le fructose et le glucose, respectivement à 5,2 et 12 % dans le fruit frais.

L'arbose non transformée n'a pas rencontré un grand succès auprès du panel sélectionné pour les goûter, mais la confiture faite à partir des arbouses est plus appréciée. Les saveurs remarquées sont proches de l'abricot ou de la pêche.

E. Valorisation du bois d'arbousier

Recherche menée par Daniel KAAG¹, Nicolas PLAZANET², Charles DUTELLE³, Michel VENNETIER⁴

¹ Ecole Escoulen de tournage sur bois, Allée des Tilleuls, 83 630 Aiguines

² Forêt Modèle de Provence, Pavillon du Roy René, 13 120 Gardanne.

³ Atelier Charles DUTELLE, Quartier Collet de Chaume, 83 890 Besse-sur-Issole

⁴ INRAE, Aix-Marseille Université, RECOVER, équipe EMR, 13 100 Aix-en-Provence

Daniel KAAG : daniel@escoulen.com ; 07 61 70 83 29

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

Charles DUTELLE : charles.dutelle@orange.fr ; 04 94 69 86 20

Michel VENNETIER : michel.vennetier@inrae.fr.

Résumé

Forêt Modèle de Provence mène au sein du Parc Naturel Régional de la Sainte-Baume, en coordination avec les équipes du Parc et du Département du Var, une étude de filière sur l'arbousier financé dans le cadre du programme LEADER. A l'occasion de travaux de mise en sécurité d'une route, du bois de troncs et de souches d'Arbousier a été mobilisé pour réaliser des essais : tournage, débit de tranchage, sculpture. Le bois d'arbousier est dur et plutôt dense, a un grain très fin, avec un aubier blanchâtre et un bois de cœur de couleur rose pâle avec des veines rouges violacées. Il a un gros potentiel esthétique. Après la coupe, le bois en rondin se fend et se déforme rapidement en séchant, et doit donc être travaillé frais, ou après conservation dans des conditions très humides et même dans l'eau. Il est facile à travailler. Certaines irrégularités et défauts du bois se traduisent par des textures singulières et esthétiques en tournage ou en placage et marqueterie. Il permet des débits très fins mettant en valeur ses qualités. Au-delà du cas particulier de l'arbousier, se pose la question du développement de l'usage des bois des petits arbres et arbustes de la forêt méditerranéenne.

Introduction

Les petits arbres et arbustes méditerranéens

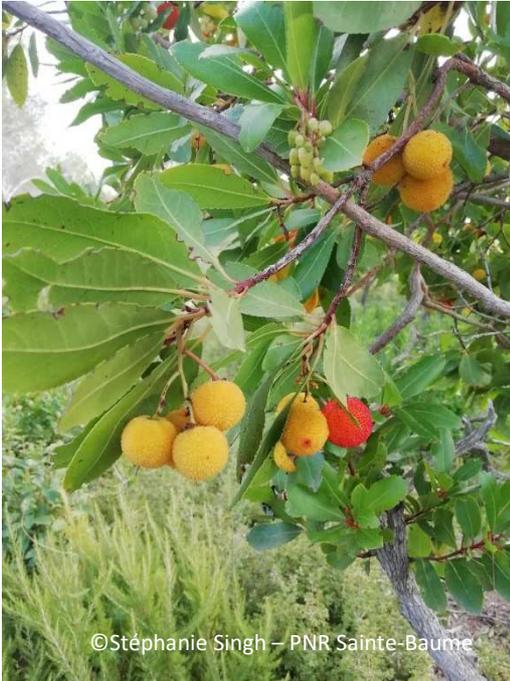
La forêt méditerranéenne est riche non seulement de nombreuses espèces d'arbres de grande taille, mais aussi de plusieurs dizaines d'espèces de petits arbres et grands arbustes. Ces espèces fréquentes en sous-bois, que l'on retrouve abondamment, et souvent dominantes, dans les maquis et garrigues, ont une croissance lente et produisent majoritairement des bois durs. En raison de la fréquence des incendies, et de la relative jeunesse des forêts issues de la déprise agricole, ils atteignent rarement des diamètres et hauteurs intéressants pour l'usage en bois d'œuvre ou pour le secteur de l'artisanat du bois (sculpture, tournage, ébénisterie, marqueterie). Depuis des décennies, ils sont donc vendus surtout en tant que bois de chauffage, ce qui leur confère une faible valeur commerciale. Ils trouvaient pourtant dans le passé des usages plus variés et importants dans la vie quotidienne, comme des manches d'outils, couverts ou récipients divers creusés ou tournés, pilons et mortiers, poulies, pipes (principalement la bruyère, mais aussi l'arbousier), petits meubles, étais, etc. Leur dureté et leur disponibilité en faisaient des armatures et charpentes privilégiées pour les nombreuses cabanes installées en forêts et sur leurs lisières : bûcherons, charbonniers, gemmeurs, bergers... Ces usages se sont perdus avec le temps, à cause de l'abandon ou la modernisation de ces métiers et de la vie en forêt. Ils avaient aussi des usages artistiques haut de gamme, notamment en marqueterie, sculpture et tournage.

Prévosto et al. (2016) notent qu'indépendamment d'éventuels usages du bois, certains de ces petits arbres peuvent utilement être plantés ou semés en sous-étage de peuplements de pin purs : ils assurent ainsi, d'une part, une diversification écologique de ces peuplements ; et d'autre part une meilleure résistance et résilience face aux menaces grandissantes induites par le changement climatique comme les incendies, les sécheresses, les maladies et les proliférations d'insectes. Mais pour mieux protéger et valoriser la forêt méditerranéenne dans toutes ses composantes, il est important de leur redonner un intérêt économique. Lavischi et al. (1989) puis Voulgaridis et Passialis (1995) ont étudié les caractéristiques et qualités physiques du bois de respectivement six et onze espèces parmi les plus fréquentes, et Alexandrian (1982) s'est intéressé spécifiquement à l'exploitation et valorisation de la bruyère arborescente pour la fabrication des pipes.

Dans le cadre de l'étude menée par Forêt Modèle de Provence sur l'opportunité de lancer une filière autour de l'arbousier au sein du Parc Naturel Régional de la Sainte-Baume, nous avons pu mener une réflexion sur cette espèce : d'une part des recherches en laboratoire pour une valorisation cosmétique (Dubois et al. 2021), mais aussi un essai de mobilisation et valorisation du bois à l'occasion des travaux de sécurisation d'une route au sein d'un Espace Naturel Sensible (la forêt Saint-Julien), géré par le Département du Var. Il faut noter que sur 600 articles passés en revue dans la littérature scientifique internationale et dans la littérature technique des pays méditerranéens, plus de 500 s'intéressent à la composition biochimique et aux usages médicinaux ou chimiques des différentes parties de l'arbre (feuilles, fruits, racines, bois), quelques dizaines à l'usage alimentaire des fruits et aux moyens de les préparer (boissons, pâtes, confitures etc...), quelques dizaines également à sa reproduction et sa sélection génétique pour des plantations en forêt ou vergers à fruit (conservation et germination des graines, élevage des plants en pépinière), une dizaine à sa physiologie (résistance à la sécheresse, phénologie), une autre dizaine à son inflammabilité, la vingtaine de publications restantes se partageant entre ses associations mycorhiziennes, les caractéristiques et usages de son miel ou son intérêt pour les pollinisateurs, ses pathogènes, sa régénération après incendie, et une étude dendroécologique (relation largeur de cernes-climat). Mais curieusement aucun, en dehors des deux articles de notre journal Forêt Méditerranéenne cités ci-dessus, ne s'intéresse aux caractéristiques mécaniques et aux usages du bois d'arbousier. Ce point est donc original et important.

L'arbousier, répartition et écologie, potentiel en zone méditerranéenne

L'arbousier dépasse rarement cinq mètres de hauteur dans son environnement naturel actuel, fréquemment perturbé, mais peut atteindre jusqu'à douze mètres et 20 à 25 centimètres de diamètre s'il a l'opportunité de vieillir dans des sites fertiles. Ses branches sont naturellement dressées vers le ciel, ce qui caractérise sa silhouette.



L'arbousier est commun sur toute la rive nord et à l'est de la méditerranée, et au Maghreb pour sa rive sud. En France il est surtout commun en zone méditerranéenne dans les Pyrénées-Orientales, le Var (Maures, Esterel, Tanneron) et en Corse, et dans la zone littorale du sud-ouest, depuis les Landes de Gascogne jusqu'à l'embouchure de la Loire. Des peuplements sporadiques mais parfois denses sont signalés jusque dans les côtes d'Armor en bord de mer. Il remonte sur la côte atlantique européenne du sud du Portugal jusqu'en Irlande où il est localement abondant.

Il est aussi planté hors de son aire naturelle comme arbre d'ornement, jusque dans la région parisienne en France. Il craint le froid et est donc absent des zones de montagne et des climats continentaux d'Europe, mais fuit aussi les zones arides ou semi-arides à trop longue saison sèche. Dans une étude publiée en 2022, Almeida et al. montrent que son aire de répartition pourrait significativement changer dans la seconde moitié du 21^{ème} siècle, avec une forte expansion dans une large bande suivant la côte Atlantique de l'Europe, et de façon plus limitée vers le nord à partir de son aire actuelle dans le sud de l'Europe, et une forte diminution dans la région méditerranéenne actuelle, devenue trop chaude et sèche (voir étude sylvicole menée par l'ASL Suberaie Varoise, ci-après).

D'après la littérature scientifique, l'arbousier pousse essentiellement dans les zones de sols acides, d'où sa répartition privilégiée en France, mais il est aussi présent dans des zones majoritairement calcaires, notamment dans les climats à forte influence atlantique procurant des pluies abondantes, et dans le sud de l'Espagne (Torres et al., 2002).

Dans les zones à dominance calcaire, il préfère les sols partiellement ou totalement décarbonatés en surface, ou des zones gréseuses, dolomitiques ou autres roches pauvres en calcaire actif. Mais on le trouve aussi sur des sols riches en calcaire actif, montrant qu'il n'est pas strictement calcifuge.

Dans la base de données méditerranéennes des placettes forestières permanentes d'INRAE Aix-en-Provence, cumulant 1139 relevés réalisés entre 1990 et 2000 de la frontière d'Espagne à celle d'Italie (Vennetier et al. 2003 ; Vennetier et Plazanet 2022), il n'a été trouvé que dans 18% des 584 relevés en zones calcaires (Languedoc-Roussillon, Provence, Alpes Maritimes). Dans la grande majorité des cas lorsqu'il est présent dans ces zones, il ne l'est que par un ou quelques individus de petite taille et isolés, n'atteint 5% ou plus de recouvrement que dans 20% de ses occurrences (20 relevés) et ne dépasse quasiment jamais 25% de recouvrement – seulement 2 relevés). Au total, il n'y représente que 0.6% du recouvrement cumulé des plantes. La récolte de bois d'arbousier dans les zones à dominance calcaire ne peut donc être que marginale, sauf très localement.

Au contraire, dans des zones acides (Maures, Esterel, Tanneron et îles d'Hyères), il est présent dans 83% des 555 relevés. Il dépasse 5% et 25% de recouvrement dans respectivement la moitié et 16% de ses occurrences, avec 4% de placettes où il est dominant (recouvrement > 50%). Il représente dans ces zones acides 5% du recouvrement cumulé des plantes soit presque 10 fois plus qu'en zone calcaire. C'est donc dans ces zones qu'on trouve le plus gros potentiel pour fournir du bois et éventuellement favoriser sa sylviculture et son expansion.

L'arbousier craint le froid : en France, on le trouve rarement au-dessus de 600 m d'altitude, et même de 450m pour les peuplements où il abonde, et il disparaît rapidement lorsqu'il y a plus d'un mois froid par an. Il est donc inféodé surtout aux climats thermo et méso-méditerranéens, plus "côtier" que "arrière-pays", et il évite les hauteurs des massifs montagneux. Espèce héliophile, il a besoin de lumière pour se développer, c'est pourquoi il ne prospère que dans des peuplements ouverts.

Dans les placettes sur sols acides comme calcaires, le couvert moyen des arbres d'une hauteur supérieure à 10m est de 20 à 25% pour ses zones d'abondance, et n'est jamais fermé (maximum 80%). En tant que petit arbre, il profite de la faible vigueur des espèces concurrentes de plus grand développement sur les stations défavorables au niveau du bilan hydrique (topographie convexe, crêtes, croupes, ruptures de pente), et dans les zones à sécheresse d'été bien marquée, sans être extrême. Dans les zones acides, il est moins abondant et moins développé dans les zones ayant brûlé deux fois ou plus en 50 ans, malgré sa capacité à rejeter vigoureusement de souche, et les beaux peuplements d'arbousiers sont en majorité dans des zones non-brûlées depuis les années 50.

Concernant la Sainte-Baume, zone de notre étude, il se retrouve plutôt au sud, notamment à Auriol, Évenos, le Beausset ou encore Solliès-Toucas où des beaux peuplements ont pu être identifiés.

Encadré : Les artisans de la mise en œuvre des essais

L'école Escoulen ainsi que Charles Dutelle ont réalisé les essais d'utilisation du bois d'arbousier

L'École a pour vocation de promouvoir le tournage sur bois contemporain, aussi bien auprès d'un public d'amateurs que de professionnels grâce à des formations courtes et longues, selon le choix, tout au long de l'année. D'un point de vue historique, l'École Escoulen a été créée en 2012 sur une volonté de la municipalité d'Aiguines de promouvoir le savoir-faire unique des tourneurs sur bois, savoir qui s'inscrit profondément dans le patrimoine culturel du territoire (ancienne capitale du tournage, d'ailleurs le Musée du Tournage est un incontournable). Comme son nom l'indique, au-delà de l'aide la municipalité, l'école a été créée par Jean-François Escoulen, tourneur de renom, Meilleur Ouvrier de France.

Charles Dutelle est pour sa part ébéniste, scieur, marqueteur, entre autres cordes à son arc. Il est basé à Besse-sur-Issole et s'est spécialisé dans la valorisation des bois locaux et exotiques, plus particulièrement des bois rares. Il a développé une machine capable de faire du placage artisanal. Ce placage a la particularité de garder toute la solidité mécanique du bois grâce au maintien des cellules, et ainsi de conserver son grain et sa couleur, « esthétiquement il y a un jeu de lumière incomparable » selon lui, à contrario du placage industriel, dont les couleurs sont diluées à cause du bouillage ou « bouillotage ».

Retour d'expérience

Contexte

Dans le cadre des actions de valorisation des essences locales, l'École Escoulen s'est engagée aux côtés de l'association Forêt Modèle de Provence pour mener des expérimentations sur l'utilisation de bois (troncs, branches, souches) en tournage sur bois.

Certaines essences sont déjà connues pour leurs qualités, la finesse de leur grain, leurs propriétés (odeur, déformation, veinage, etc.), d'autres sont à découvrir.

Après un premier rendez-vous terrain ayant permis de choisir certains arbousiers de diamètre remarquable pour l'espèce, et d'établir les consignes pour leur débit et récupération, l'école a pu, lors des travaux, venir récupérer les bois sélectionnés.

Exploitation et conservation du bois brut

Le bois de l'arbousier fend très vite lors du séchage et du sciage, qu'il s'agisse de souches ou de troncs, même en quantité limitée, surtout en liaison avec les nœuds. La meilleure façon de conserver le bois frais est donc de le laisser sur pied et de ne prélever que de petites quantités à la fois au fur et à mesure de la demande. Si une exploitation à l'avance est préférée, notamment pour des raisons économiques, les pré-débites doivent être conservés dans l'eau (par exemple des tonneaux ou un bac hermétique) et en renouvelant l'eau régulièrement, pour éviter des tuilages et des gauchissements. Le stockage dans une rivière serait l'idéal !

Dans le cas présent, le bois prélevé a été stocké sous sa forme brute, à l'extérieur (un endroit exposé au nord et protégé du vent) sous une bâche et enfoui dans une épaisse couche de copeaux. Grâce à cette technique, il s'est bien tenu tout l'hiver sans trop de pertes. Néanmoins, le bois en surface à découvert a fendu très rapidement. L'objectif était de mettre en œuvre le bois vert, et non pas de réaliser des plateaux à faire sécher avant mise en œuvre.

Caractéristiques et mise en œuvre du bois d'arbousier

Le bois d'arbousier est dur et plutôt dense (densité 0,71), ce qui en fait un bon combustible. Il a un grain très fin, avec un aubier blanchâtre et un bois de cœur de couleur caractéristique, rose pâle avec des veines rouges violacées (figure 2). Le bois est moyennement nerveux, homogène. Les beaux troncs peuvent donc être valorisés en marqueterie, ébénisterie, ou encore en tournage. Il vaut mieux débiter le bois sur quartier, c'est-à-dire resté toujours rayonnant par rapport au cœur.



©Nicolas Plazanet – Forêt Modèle de Provence

FIGURE 2 : COPEAUX DE BOIS D'ARBOUSIER, D'UNE COULEUR ROSE A ROSE PALE (©DANIEL KAAG).

Les rayons médullaires sont groupés en amas et présentent un motif plus foncé (rose pourpre). Particulièrement visibles sur le plan radial, ils se détachent de la couleur saumon du bois et participent à la finesse du grain.

Essais de tournage

Divers projets ont amené à l'utilisation d'ébauches en arbousier, menés par les élèves de l'école Escoulen. Pour les morceaux de tronc et branche, nous avons pu mener des creusages de petits bols, soucoupes, la réalisation de vases à petite encolure (figure 3).



FIGURE 3 : VASE TOURNE EN ARBOUSIER (©DANIEL KAAG)

Pour les souches, la réalisation de pièces plus imposantes de type Coraux a été possible par sculpture tournée. Il s'agissait là de tirer parti de l'enchevêtrement de fibres afin de disposer de sections tournées dans différentes directions sans risquer une faiblesse (ce qui arrive quand les fibres sont parallèles entre elles et perpendiculaires au sens du travail).

Le bois se travaille exclusivement frais. Il s'est avéré agréable à travailler, dense mais cohérent, ne provoquant pas une perte trop rapide d'affûtage, avec une maille serrée et des cernes non différenciés. Pour ne rien gâcher, l'odeur produite durant l'usinage de ce bois est fruitée et délicate. Les outils tranchent proprement la fibre, l'état de surface est très satisfaisant, il y a peu d'arrachement, même en léger contrefil. Il n'y a pas de différence notable entre bois de cœur et aubier. L'école n'a noté aucune réaction allergique, ni cutanée, ni respiratoire.

Plusieurs précautions s'imposent : débiter hors cœur, tourner des parois fines (inférieures à 5 mm) et régulières. Les objets sortis du tour sont parfaitement ronds mais ne le restent pas longtemps. Le bois libère ses tensions en séchant et les déformations qui accompagnent le phénomène sont spectaculaires. Après 4 ou 5 jours de séchage lent à l'abri de la chaleur et des courants d'air, le bois a trouvé sa forme d'équilibre. Avec son grain serré, le tournage de l'arbousier permet d'aller vers la finesse voire l'extrême finesse avec des pièces très qualitatives. La couleur comme la finesse des dessins du veinage est un véritable atout.

C'est un bois très adapté par exemple pour la réalisation d'abat-jours. Il est possible d'obtenir une paroi proche du millimètre d'épaisseur. Tourné en feuille de bois, translucide, l'essence révèle alors toute son élégance. Certaines irrégularités et défauts du bois, comme la fibre torse, ondée ou tourmentée et les petits nœuds, se traduisent après travail par des textures esthétiques. Ces singularités sont donc très intéressantes pour les tourneurs, ainsi qu'en placage et marqueterie !

L'arbousier présente une écorce fine en lambeaux très caractéristique. Elle reste bien attachée au bois lors de l'usinage. Le tournage de bols à bord d'écorce en est facilité. Ce type d'objet présente l'arbre en totalité (écorce, cambium, aubier très fin, bois de cœur). Des essais en sculpture ont été également menés, les conclusions sont assez proches, il est notamment noté l'absence de contre-fil et un bois facile à travailler.

Essais de débits et placages

Placage avec le bois des troncs : si le bois est scié dès réception, puis les feuilles mises sous presse, on ne note pas alors de fissure. Mais le bois restant à sécher se fissure de toute part. En termes de rendu sur le tronc, il est remarqué un aspect de fil (un bois assez régulier) et de ramage (plus dessiné et typé), ayant tout son intérêt pour la marqueterie. Le bois a été utilisé au 19^{ème} siècle dans les ateliers de Nice, très réputés à l'époque, « ils employaient pour la couleur de la peau soit l'arbousier soit la bruyère, ayant la teinte se rapprochant le plus, pour sa finesse aussi ».



FIGURE 4 : PLACAGE DE SOUCHE D'ARBOUSIER (©NICOLAS PLAZANET).

Placage avec le bois de souche (figure 4) : là encore, les souches doivent être sciées fraîches dès réception, puis les feuilles mises sous presse. Le bois de souche est très figuré, notamment avec de la loupe (fibre très irrégulière formant des circonvolutions serrées, des nodosités tourmentées) quasiment systématiquement présente. Tous les aspects s'y trouvent : « le veinage et les fibres vont dans tous les sens, en esthétique la souche est beaucoup plus riche que le tronc, avec une telle intensité et finesse que l'on a presque besoin d'une loupe pour voir toute la diversité ».

Potentiel de valorisation économique et conclusion

Il est possible d'en faire beaucoup de petits objets, mais pas de grandes pièces au vu du risque de fêlures. En tout cas, l'arbousier a une belle teinte, c'est un bois très beau qui peut avoir son potentiel et qui plaît d'ores et déjà. Cependant, l'arbousier devrait rester une demande marginale, au vu de ses caractéristiques.

Sur la base de ces essais et résultats, l'école Escoulen est très intéressée pour mettre à disposition de ses stagiaires d'autres morceaux de bois d'arbousier. D'autres techniques de conservation de bois frais seraient utiles à étudier pour favoriser son exploitation dans des quantités significatives, pour disposer si nécessaire d'une ressource suffisante et régulière en limitant les coûts de la matière première.

Cette expérience permet de mettre en lumière tout l'intérêt de mieux valoriser l'arbousier poussant surtout dans le maquis, mais aussi en mélange dans des peuplements forestiers.

Au-delà de l'intérêt de l'arbousier, il nous semble important d'élargir l'étude à d'autres essences, comme le pistachier térébinthe, la bruyère, le genévrier, etc. Grâce à leur finition, grain, couleur et autres qualités intrinsèques, ils peuvent se valoriser à forte valeur ajoutée.

Une meilleure connaissance de ces essences, dont fait partie le pistachier lentisque que nous étudions également (Vennetier & Plazanet 2021) permettrait de :

- Créer une valeur économique supplémentaire et mieux apprécier leur qualité tout en répondant à une demande d'artisans locaux, ayant souvent du mal à se procurer ces essences pourtant très courantes ;
- L'adoption d'itinéraires sylvicoles s'adaptant aux caractéristiques de ces essences et leurs milieux ;
- Améliorer la connaissance de ces essences et optimiser leur utilisation, notamment en termes de séchage (difficulté également pour la bruyère - d'ailleurs le mode de séchage de la souche de bruyère pourrait être source d'inspiration pour l'arbousier* et difficulté de conservation pour le lentisque) ;
- Mettre la lumière sur les métiers et traditions artisanales, d'une valeur patrimoniale inestimable : le milieu forestier doit mieux les prendre en compte dans leur gestion ;
- Une meilleure valorisation de nos bois et diversités d'usages de nos massifs.

Le milieu méditerranéen est un milieu très riche, aux essences nombreuses, n'ayant certes pas les qualités ni le volume nécessaire pour être utilisés en bois d'œuvre ou de manière massive mais ne manquant cependant pas de qualités ; de plus, ce sont généralement des essences adaptées aux incendies, ayant une capacité de régénération post-incendie très bonne (et rapide !), permettant de lutter contre l'érosion des sols et de retrouver un couvert végétal salvateur pour nos massifs.

*les souches de bruyère, après récolte (généralement au printemps), doivent être immédiatement enterrées ou recouvertes de sacs en jute humide car elles ne doivent pas être exposées au vent, au gel, ou tout simplement à l'air libre. On peut aussi les entreposer dans une cave et les arroser régulièrement, dans tous les cas, une souche de bruyère se débite toujours verte et humide. Avant usage, par exemple sciage, une opération de piquetage est opérée, de sorte à débarrasser la souche de ses cailloux. Après avoir été scié, les morceaux sont étuvés (bouilli pendant 12h), les morceaux, sortis de l'eau tiède doivent reposer pendant 1 à 2 jours pour un premier séchage sommaire, puis trier, et enfin sécher pendant 1, 3 et 6 mois, avant usage notamment pour faire des pipes. Ce processus pourrait être adapté à l'arbousier.

Propos après échange avec Charles Dutelle.

F. Étude sylvicole sur l'arbousier

Par l'ASL de la Suberaie Varoise et Gisela Santos Matos

L'espèce et son écologie

- Nom commun : Arbousier
- Nom scientifique : *Arbutus unedo* L.
- Famille : Ericaceae
- Genre : *Arbutus*

Répartition

L'arbousier est présent dans l'ensemble du bassin méditerranéen, avec quelques formations présentes également en Irlande.

Il préfère les sols siliceux, mais il est possible de le trouver sur des sols calcaires non actifs ou dolomites.

En France la surface occupée par cette espèce n'est pas connue, mais il est très présent dans les régions des Pyrénées-Orientales, le Var (Maures, Esterel, Rouet et Pays de Fayence) et en Corse, où il cohabite avec le Chêne-Liège.

Morphologie et Ecologie

Sa hauteur varie entre 1 et 4 mètres et peut exceptionnellement atteindre 10 mètres (dans les stations plus favorables). Sa racine est pivotante et peut atteindre plusieurs dizaines de mètres.

Il peut vivre jusqu'à 200 ans et commence à produire des fruits à partir de la 4ème année.

Ses feuilles à bordure dentée d'une dizaine de centimètres de long sont vert foncé luisant au-dessus et vert pâle dessous, persistantes, ovales, alternes et larges, adaptés aux températures élevées, mais présentant une faible résistance au gel.

Les fruits ont entre 2 et 3 cm de diamètre et pèsent entre 3 et 8 grammes. Ils ont une forme sphérique, une peau granuleuse et arrivent à maturité 1 an après la floraison. Chaque fruit contient entre 10 et 15 graines.



Les fleurs de couleur blanche et parfois légèrement rosé, sont hermaphrodites non auto-fertiles, disposées en panicules terminales de 15 à 30 fleurs. Une pollinisation par les insectes est essentielle.

Les meilleurs pollinisateurs des fleurs d'arbousier sont ceux du genre *Bombus*, vulgairement appelés bourdon.

La période de floraison va d'octobre à février.

Cette espèce présente en simultanément ses fleurs et ses fruits. Le fruit nécessite 12 mois pour arriver à son stade final de maturation.

Particularité : cette espèce est connue pour retarder l'avancement du feu et pour se régénérer très rapidement après son passage (haute résilience).

En France on le trouve majoritairement en association avec le chêne liège, mais également avec le chêne pubescent, le pin maritime, le châtaignier et le chêne vert. Dans le Var cette essence a tendance à occuper davantage les forêts claires de chêne-liège abandonnées, ou ayant subi des incendies. Il peut être l'espèce dominante dans les zones plus rocheuses, ou dans celles plus exposées au vent.

Exigences édapho-climatiques

L'arbousier préfère les sols acides, riches et bien drainés et une exposition ensoleillée.

Dans une logique de production de fruits, il est important de favoriser les versants moins exposés aux vents forts et froids.

Cette espèce ne tolère pas la salinité, ainsi le bord de mer est à éviter (ce sont souvent des zones très exposées au vent également).

- PH : 5-7,5
- Durée des mois secs : 0-4 mois max
- Précipitations : 500 et 1400 mm. Il ne tolère pas les étés très secs, avec des précipitations annuelles inférieures à 500 mm.
- T°C annuelle moyenne : 12,5 - 18
- Altitude : Il est possible de le trouver entre 0 et 900 mètres d'altitude.

Les itinéraires sylvicoles

Régénération naturelle

- i) Débroussaillage mécanique à l'aide de petits engins ou manuel en fonction des contraintes environnementales. Il est important de conserver des zones non travaillées (corridors écologiques). La suppression du maquis ne doit jamais dépasser 70% de la surface,
- ii) Sélection des futurs arbousiers à fruits,
- iii) Abattage des sujets de grandes dimensions et très vieux, puis sélection des rejets en année n+3,
- iv) Taille de sélection des tiges à conserver sur les jeunes sujets (entre 4 et 6),
- v) Enrichissement par plantation si nécessaire.

Entretien : Tous les 2 ans, sans impacter le sol. La matière broyée doit rester au sol, afin d'apporter de la matière organique, de protéger le sol contre la radiation solaire et contre l'érosion.

Taille d'entretien : Tous les ans si nécessaire. De manière générale, il est conseillé d'éliminer d'abord les rameaux secs, malades ou avec des dégâts, ceux qui se croisent ou mal conformés, ceux très proches les uns des autres, ceux excessivement vigoureux et plus gros et ceux très bas. Il est aussi conseillé de bien nettoyer les rejets de pieds.

Plantation de nouveaux vergers

Intervention	Description de l'intervention
Préparation du sol	Débroussaillage de la zone si nécessaire. Décompaction du sol au niveau des trous de plantation à l'aide d'une mini-pelle. Les trous de plantations doivent faire un volume d'environ 0,1 à 0,2 m ³ (environ 50cm en tous sens).

Intervention	Description de l'intervention
Plantation	<p>Matériel : plants issus de graines ou clones. Dans les zones avec été chaud et sec il est préférable de planter en automne. Dans le cas où l'arrosage est possible, cette période peut s'étendre au printemps.</p> <p>Espacement : 3*4m (dans la ligne*entre la ligne) et selon les courbes de niveau. L'utilisation d'engrais localisé au niveau du trou de plantation, de manière à favoriser la croissance racinaire et augmenter la tolérance au stress hydrique en été. Mise en place d'un tube protecteur individuel microperforé.</p> <p>Un arrosage sporadique est également conseillé.</p>
Matériel végétal	Plants issus de graines ou de clones, en godets de 400cc.
Entretien	Afin de réduire la concurrence pour la lumière, l'eau et les nutriments. Il doit être réalisé dans un premier temps seulement autour des jeunes plants. Le sol ne doit jamais être mobilisé. Entretien selon les courbes de niveau dans les zones de pente supérieur à 10%.
Taille	De manière générale, il est conseillé d'éliminer d'abord les rameaux secs, malades ou avec des dégâts, ceux qui se croisent ou mal conformés, ceux très proches les uns des autres, ceux excessivement vigoureux et plus gros et ceux très bas. Il est aussi conseillé de bien nettoyer les rejets de pieds.
Autre	Installation ou maintien (lors du débroussaillage) de haies semi-perméables pour réduire l'influence du vent. Ce type de structure protège une surface équivalente de 15 à 20 fois sa hauteur.

Avec le caroubier : dans les stations sans risque de gel, il serait intéressant de planter l'arbousier en mélange avec le caroubier. L'espacement du caroubier serait de 12*6 (dans la ligne de plantation*entre la ligne de plantation).

Avec le pistachier vrai : moins sensible au gel. L'espacement du pistachier serait de 6*6 (dans la ligne de plantation*entre la ligne de plantation).

Le choix des plants d'arbousier

Plants d'origine séminale

Avantage : Existence d'une grande variabilité des plants dans leur état sauvage, permettant une adaptabilité de l'espèce aux conditions plus défavorables (climat, sol, etc.)

Inconvénient : Absence de sélection des meilleurs plants pour la production de fruit et par conséquent absence de garantie d'homogénéité de production et de qualité du fruit.

Clones

Obtention de plants identiques à la plante « mère ».

Au Portugal l'évaluation de cette méthode de reproduction est en cours, par la mise en place de parcelles test, afin d'étudier le taux de survie, la croissance, la production, la qualité du fruit, etc...

Les variétés

En Europe les principales variétés utilisés par ses caractéristiques ornementales mais également fruitières sont :

- Compactum : variété française présentant un feuillage très compact, un nombre élevé de capitules floraux et des fruits de grand calibre.
- Elfin King : variété produisant encore plus de fleurs que la variété compactum. Atlantic : variété avec des fleurs colorées et demandant une taille peu intensive.

Au Portugal les clones obtenus par propagation végétal, comme le AL1, AL2, AL3 et C1, se différencient essentiellement par les couleurs des pousses de l'année, ainsi que par les caractéristiques morphologiques des fruits. Exemple :

- AL1 : cette variété est caractérisée par une maturation homogène des fruits, des fruits allongés et consistants, ce qui les rend moins vulnérables à la pluie et à la dégradation après récolte.
- AL2 : cette variété produit des fruits de gros calibre.

La fertilité du sol

Certains paramètres nous indiquent la fertilité du sol et influencent positivement le bon développement des plants et la production, à savoir :

- Sol de texture moyenne,
- PH entre 5,6 et 6,5,
- Matière organique entre 2,4 et 4% (pour les sols de texture moyenne)
- Portion moyenne de phosphore (P₂O₅) et potasse (K₂O) extractibles = 50-100 mg Kg⁻¹
- Portion moyenne de calcium (Ca) et magnésium (Mg) d'échange = 5-10 cmol(+) Ca²⁺+100g⁻¹ ; 1-2,5 cmol(+) Ca²⁺+100g⁻¹
- Portion moyenne de Bore (B) = 50-100 mg B Kg⁻¹

La récolte

Dans la phase de maturation, le fruit passe de vert à rouge.

Cela arrive même après qu'il est récolté. Pendant cette phase on constate une augmentation du degré Brix, une perte de fermeté et la production d'éthylène.

La période de récolte est normalement entre septembre et décembre, mais cela varie en fonction des conditions climatiques.

Si l'objectif est la valorisation du fruit frais, la récolte doit se faire pendant la coloration jaune. La maturation se produit normalement entre 5 et 7 jours après la récolte.

Les fruits doivent être stockés à température ambiante et dans un endroit bien aéré.

Si l'objectif est la transformation, la récolte doit se faire préférentiellement quand le fruit présente une coloration rouge.

La récolte est faite par plusieurs passages, entre 3 à 5, car il y a un grand déphasage dans la maturation des fruits sur chaque plant.

La valorisation

Au Portugal, ce produit est utilisé essentiellement pour la production d'eau de vie et hydromel.

Aujourd'hui il existe d'autres produits de haute valeur ajoutée, comme :

- Le vinaigre (par fermentation acétique),
- Liqueur (associé au chocolat aussi),
- Fruit frais,
- Fruit déshydraté (muesli, biscuits...),
- Pulpe (confiture, chutney, jus, yaourt, glaces)

Les ravageurs

Les principaux ravageurs identifiés sont les suivants :

- Wahegreniella nervata arbuti (Puceron vert)

Aucune information scientifique n'a été trouvée sur la biologie et le comportement de cet insecte.

- Aphis Negro (Puceron noir de la fève)

Espèce d'hémiptère de la famille des Aphidoidea. Insecte très polyphage, pouvant évoluer sur plus de 200 plantes. Aucune information n'a été trouvée de son impact sur l'arbousier.

- Charaxes jasius (Nymphale de l'arbousier)

La Nymphale de l'arbousier, aussi appelée Pacha à deux queues, Jason ou encore Jasius, est une espèce de lépidoptère de la famille des Nymphalidae et de la sous-famille des Charaxinae. La chenille de ce papillon s'alimente de feuilles d'arbousier, mais elle ne pose pas de gros soucis de défoliation.

- Cacoecimorpha pronubana (Tordeuse de l'Oeillet)

Espèce d'insecte lépidoptère de la famille des Tortricidae, originaire de l'Europe Atlantique et Méditerranéenne. Bien répandue en France surtout dans l'Ouest, le Midi et en Corse. La chenille très polyphage est un organisme de quarantaine de l'OEPP (liste A2) (OEPP/EPPO, 1980) et l'est également pour la JUNAC.

- Ceroplastes rusci (cochenille du figuier)

La présence de cette cochenille entraîne un affaiblissement des pousses et des feuilles, ce qui peut provoquer leur dépérissement. Le miellat qu'elle secrète est en général envahi par la fumagine, ce qui réduit la photosynthèse.

Les maladies

- Septoria unedonis

Il s'agit d'un champignon phytopathogène qui provoque la défoliation précoce des feuilles âgés de plus d'un an. Ce champignon se manifeste par l'apparition de taches brunes portant des points noirs visibles sur les feuilles.

Ce champignon est plus actif entre la fin de l'hiver et avant le démarrage des nouveaux bourgeons.

Traitement : Ramasser au sol les feuilles contaminées, ainsi que celles encore sur le plant et les éliminer par brûlage.

Traiter les plants à titre préventif une à deux fois par an, avec la bouillie bordelaise. Appliquer à l'automne et à la fin de l'hiver.

Favoriser la vigueur des plants par l'apport de matière organique et des techniques qui permettent de conserver d'humidité des sols (ex : paillage).

- Elsinoe mattirolianum

Il s'agit d'un champignon phytopathogène qui provoque la défoliation précoce des feuilles.

En termes de traitement c'est le même décrit pour *Septoria unedonis*.

- Fusicoccum aesculi

Il s'agit d'un champignon phytopathogène qui provoque des dégâts au niveau des fruits, de la tige, des branches et des feuilles. Pas d'information trouvée sur sa présence en France.

- Armillaria mellea (Armillaire couleur de miel)

Il s'agit d'un champignon parasite ou saprophyte, provoquant la pourriture des parties vivantes du bois et entraînant le dépérissement plus ou moins rapide de l'hôte.

Les fructifications apparaissent à l'automne sous forme de carpophores en touffes. Les basidiospores libérées des lamelles et disséminées par le vent germent dans le sol pour donner :

- Un mycélium en lame entre écorce et bois qui colonise le système racinaire et le collet,
- Des cordons mycéliens souterrains (rhizomorphes) constituent des organes de dissémination et de contamination. Pendant la mauvaise saison, ces rhizomorphes constituent les organes de conservation du parasite. La propagation et l'infection se font soit par les rhizomorphes souterrains, soit par le contact de racines malades avec des racines saines.

Lorsque l'hôte est abattu, il est conseillé d'arracher la souche pour éviter que l'armillaire s'installe.

- Rossellinia necatrix (Pourridié laineux)

Ce champignon polyphage survit dans le sol en absence d'hôte. Il attaque les racines de nombreuses espèces et envahit le cortex et les tissus libéro-ligneux. Il provoque une pourriture des racines et du collet.

Le mycélium semble être son principal moyen de propagation, contrairement aux spores produites très rarement. Les filaments mycéliens se propagent dans le sol et, lorsqu'ils rencontrent une racine, ils forment une sorte de manchon autour, pénètre alors à l'aide de « coussins d'infection » à la surface des tissus les plus âgés ou des cellules externes de jeunes racines.

Son avenir face au changement climatique

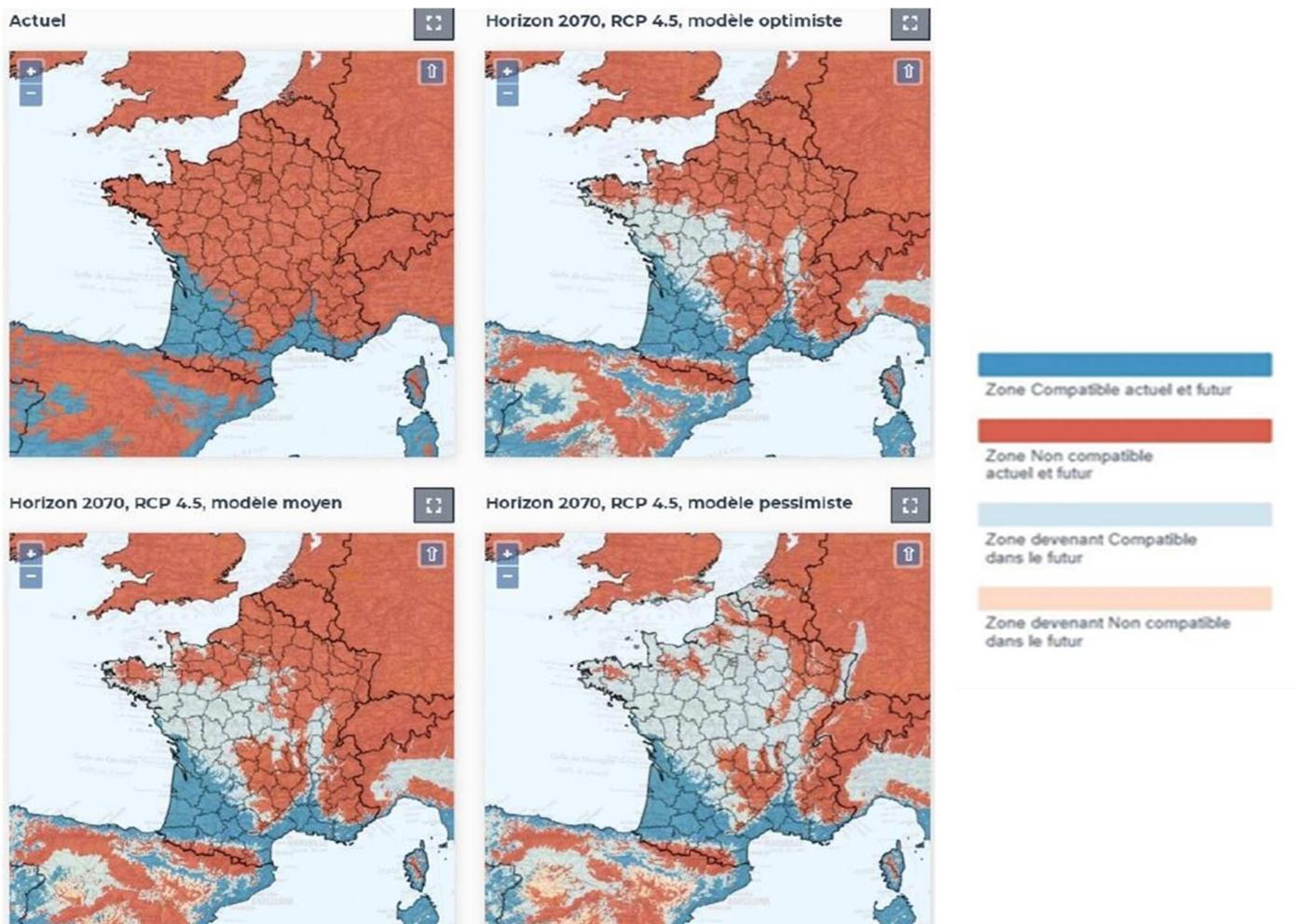
Une étude a été faite au Portugal afin de connaître l'impact du changement climatique sur l'arbousier et notamment sur son aire de répartition.

Les modélisations ont été faites pour deux scénarios d'émissions de CO₂, le RCP 4.5 et RCP.

Les résultats de cette étude ont conclu :

- Une diminution de l'habitat potentiel pour les deux scénarios climatiques futurs (ex : moins 36% pour le RCP 4.5 EN 2050)
- Une migration de l'espèce vers le centre et le nord du pays.

L'arbousier a plus au moins les mêmes besoins édapho-climatiques du chêne liège. Ainsi si on se sert des données de cette espèce pour modéliser l'aire de compatibilité climatique et projeter l'évolution de l'arbousier dans le territoire français, en prenant en compte le scénario d'émissions de CO₂, le RCP 4.5, horizon 2070 (modèle optimiste, moyen et pessimiste), nous allons pouvoir vérifier, une augmentation de l'habitat potentiel pour tous les modèles. Ces cartes de compatibilité climatique sont basées sur une représentation simplifiée du climat (les trois indicateurs IKS), ainsi que sur des seuils statistiques établis à partir des données de présence des espèces. Cette projection a été faite en utilisant l'outil Climesences.



4. Synthèse des composantes de l'arbousier : Présentation, propriétés, usages et recherches



A. La racine

Présentation



©Nicolas Plazanet – Forêt Modèle de Provence

Les racines de l'arbousier sont pivotantes et peuvent atteindre 10 mètres. La racine est caractérisée par un pivot prépondérant (racine principale profonde), et le développement de longs pivots secondaires et de racines horizontales, permettant un ancrage particulièrement efficace (pouvant expliquer d'ailleurs sa résilience au changement climatique et aux incendies), elle est de couleur rouge.

Les racines vivent en symbiose avec des champignons, dont les hyphes, qui sont des éléments végétatifs filamenteux, apportant de l'eau et des sels minéraux, en retour la plante fournit les produits de sa photosynthèse, les sucres.

Propriétés et usages

Les racines sont utilisées en décoction contre l'hypertension et l'artériosclérose. Elles présentent une activité antiagrégante (diminuant l'agrégation plaquettaire), selon la recherche cette activité proviendrait du fort pouvoir antioxydant des extraits ainsi que des tannins isolés d'arbousier. Plusieurs études ont mis en avant une activité antidiabétique des racines d'arbousier. Cette activité pourrait provenir de molécules tels que l'épicatéchine, la catéchine, la catéchine gallate, l'hypéroside, l'acide gallique ainsi que l'arbutoside, la quercétine et le gallate d'éthyle. Par ailleurs, une activité anti-hypertensive a été découverte et uniquement au travers de tests in vitro une activité cytotoxique et antitumorale a pu être identifiée.

Des activités antimicrobiennes (sur E.coli) des extraits de racines ont été démontrées dans une étude, elles sont notées comme modérées mais également des activités antioxydantes meilleures que le témoin d'acide ascorbique utilisé. Une autre étude conclut qu'un extrait aqueux de racine d'arbousier est riche en molécules polyphénoliques comme des tanins, flavonoïdes, saponines, acides aminés et alcaloïdes qui ont un potentiel pharmaceutique.

Recherches

Dans le cadre de notre recherche, mené avec l'Université Côte d'Azur, l'Institut de Chimie de Nice ainsi que la start-up NissActive, nous avons pu confirmer une bonne partie de cette bibliographie en mettant à disposition du laboratoire des racines, comme vu précédemment.

Les différentes analyses ont ainsi pu apporter comme enseignements :

- Un rendement obtenu par les extraits hydroalcooliques de 5,6% (à +/- 0,5%) ;
- Des activités anti-âges et antioxydantes importantes (largement supérieures aux témoins cosmétiques et molécules pures) ;
- Riche en composés polyphénoliques (molécules largement présente dans le règne végétal et ayant des bénéfices pour la santé).

Les résultats ont été jugés encourageants pour un développement cosmétique futur.

B. Le bois

Présentation



L'utilisation des bois dit du maquis est un vaste sujet. Pour le moment, et depuis des années, ces bois, y compris celui de l'arbousier, sont caractérisés par une faible valeur commerciale et vendus surtout en tant que bois de chauffage. On les rencontre dans des peuplements sujets aux incendies, ce qui implique que les individus atteignent rarement des circonférences intéressantes pour l'usage en bois d'œuvre ou pour le secteur de l'artisanat du bois (sculpture, tournage, ébénisterie, marqueterie, coutellerie).

Le bois est dur et plutôt dense (densité 0,71), ce qui en fait un bon combustible. Il a un grain très fin, avec un aubier blanchâtre et un bois de cœur de couleur rose pâle avec des veines rouges violacées.

Propriétés et usages

Les beaux troncs peuvent être valorisés en marqueterie, ébénisterie, ou encore en tournage (voir étude précédente, sur le présent rapport). Cependant la coupe et le séchage du bois sont compliqués et contraignants, le bois ayant tendance à fendre rapidement, son utilisation est très marginale malgré ses qualités indéniables.

Aucune utilisation en cosmétique n'a été trouvée.

Recherches

Comme vu précédemment, du bois et des souches ont été mis à disposition à deux intermédiaires pour mener des tests :

- École de tournage sur bois Escoulen à Aiguines.
- Charles Dutelle, basé à Besse-sur-Issole.



Témoignages

*“Le bois s’est avéré agréable à travailler, dense mais cohérent, ne provoquant pas une perte trop rapide d’affûtage, avec une maille serrée et des cernes non différenciées. Il n’y a pas de différence notable entre bois de cœur et aubier, et la couleur comme la finesse des dessins du veinage s’est révélée magnifique. Pour ne rien gâcher, l’odeur produite durant l’usinage de ce bois est fruitée et délicate”, retour de **Daniel Kaag**.*

Charles Dutelle (valorisation tronc et souche) « Le veinage et les fibres vont dans tous les sens, en esthétique la souche est beaucoup plus riche que le tronc, avec une telle intensité et finesse que l’on a presque besoin d’une loupe pour voir toute la diversité ». Concernant sa valorisation économique : « A mon sens on peut faire beaucoup de petits objets, mais pas de grandes pièces au vu du risque de fêlures – d’ailleurs mieux vaut débiter sur quartier, c’est-à-dire rester toujours rayonnant par rapport au cœur. En tout cas, l’arbousier a une belle teinte, c’est un bois très beau qui peut avoir son potentiel et qui plaît d’ores et déjà ».

Des essais en sculpture ont été également menés, les conclusions sont assez proches, il est notamment noté l’absence de contre-fil et un bois assez tendre à travailler.

Etude bibliographique

Dans l'étude "Qualité de bois de six essences méditerranéen" de Paolo Lavisci, Gérard Janin et Luca Uzielli, l'arbousier y est intégré, en partant d'un constat : le manque de connaissance objective des bois de maquis, les écarte de facto de plusieurs possibilités d'emploi et de valorisation, notamment pour l'industrie et l'artisanat. Le terme de maquis, Bernetti en 1987 le décrivait ainsi "le maquis, une association végétale très hétérogène, mélangée et résistance aux agressions ultérieures", ce qui rejoint le travail actuel de Jean-Laurent Félizia (ou encore de Gilles Clément), sur la résilience du "maquis" et la diversité des essences que l'on peut retrouver après un incendie avec des graines en dormance venant à éclore. Cette végétation dont fait souvent partie l'arbousier, malgré sa mauvaise réputation, sert pourtant : protection et amélioration des sols, stabilité et auto-renouvellement de l'écosystème, conservation des variétés et écotypes mais aussi une certaine rentabilité, en fait, si l'on y réfléchit bien, le maquis en lui-même remplit les 3 fonctions d'un usage multifonctionnelle de nos forêts :

- Social : usage de loisirs et de chasse (ce milieu avantage beaucoup d'espèces faunistique)
- Économique : la présente étude, en toute humilité et sans faire écueil des difficultés (notamment de mobilisation de la ressource) tente de le prouver
- Environnemental : comme démontré dans les lignes précédentes.

Il est évident que pour une utilisation industrielle, les bois du maquis et l'arbousier de par leurs caractéristiques : moins de biomasse ligneuse, petites tiges à forte masse volumique mais de forme irrégulière, sont difficilement utilisables. Cette impossibilité de valoriser les petites dimensions, provoque ainsi un abandon de la gestion de ses zones, pourtant, tout autant à enjeu.

Dans cet article, ils ont ainsi menés une étude comparative de ses essences, notamment des essais physico-mécaniques, colorimétriques et d'usinages, nous avons extrait du tableau la partie concernant l'arbousier et le premier test (essais physico-mécaniques), le plus parlant des trois :

Propriétés	Normes de référence	Unités	Arbousier	En comparaison aux autres essences étudiées (bruyère, frêne, phyllirea, alaterne, et genévrier)
Humidité d'équilibre	ISO 3129-75	%	11,4%	La valeur la plus importante est celle du genévrier avec 13,2%
Masse volumique	ISO 3131-75	Kg/m ²	916	C'est l'alaterne qui est le plus dense avec 1034, l'arbousier est 3ème
Retrait volumique total (Bvol)	ISO 4858-82	%	19,1	L'arbousier a la valeur la plus importante mais uniquement entre bois de cœur et aubier, la plus faible est pour le genévrier avec 11,2%
Coefficient de déformabilité	(Bt/Br)		1,53	Sans trop de surprises au vu de ce que nous avons précédemment, l'arbousier et la bruyère sont dans les premiers, cependant, vis-à-vis des valeurs de référence, la déformabilité est jugée "moyenne".
Résistance à compression // à la direction des fibres	ISO 3787-76	MPa	72,3	L'arbousier est premier, le genévrier dernier.
Dureté Janka	ISO 3350-75	N	11780	L'alaterne est largement premier avec 18040
Vitesse des ultrasons	—	Km/sec	4,48	C'est le phyllirea qui a la valeur la plus importante avec 4,56
Arrachement des vis (4 mm)	NF P 20 254 83	N	3600	L'alaterne est en tête avec 4611, l'arbousier est 3ème
Résistance à traction	ISO 3345-75	MPa	140,8	Le phyllirea est en tête avec 178,5
Résistance à flexion statique	DIN 52186-78	MPa	138,6	le frêne est le plus résistant (146,6)
Module élastique E en flexion statique	DIN 52186-78	MPa	13960	Le frêne est largement en tête (19000) suivi par l'arbousier
Résistance au cisaillement	ISO 3347-83	MPa	24,3	Les valeurs sont très serrées, à part pour celle du genévrier (20,1)

Les mesures se sont faites au niveau du bois de cœur.

Enfin, dans l'essai d'usinage (ce fut également des essais de tournage), la conclusion a été que les bois d'arbousier, de bruyère et genévrier présentent un niveau de finition et de grain similaire à trois essences de référence : le buis, le bois de rose et d'ébène, le degré de finition pour un bois d'arbousier sans défaut est même de 100%, sur tous les tests ils se classent premier, ce qui confirme les essais de tournage sur bois mené par l'école Escoulen.

Au vu de ses caractéristiques et résultats, de sa texture très fine et homogène, ils précisent également que peu importe le séchage, des fentes apparaîtront toujours sans être en capacité à remettre leurs usages cependant, les utilisations conseillées par l'article :

- Tournage (flûtes, jouets, poignées pour petits objets),
- Sciage (après séchage),
- Rabotage (très bonne finition obtenue),
- Menuiserie fine,
- Manche pour outils et parapluie,
- Excellent charbon.

Également, il est précisé, qu'après stabilisation dimensionnelle (au moyen d'imprégnation avec cires), il pourrait être convenable à la construction de coulisses pour tiroirs ou à l'emploi pour parquet, aussi, ses caractéristiques physico-mécaniques indiquent qu'il pourrait être utilisé pour le pliage à chaud (cintrage).

Travail sur la sonorité du bois

Jacques Trocherie (tourneur et artisan) a fait un important travail sur la résonance des bois, et a pu travailler l'arbousier et l'intégrer dans son étude.

« François de Rudder est musicien bassoniste baroque de renommée internationale installé à Florence en Italie et fabrique depuis une quinzaine d'années des instruments à vent comme les bassons baroques, hautbois baroques et clarinettes baroques pour une clientèle internationale. Je collabore avec lui pour l'utilisation des bois locaux que j'arrive à trouver dans la région.

Il faut savoir qu'à l'époque les luthiers et facteurs d'instruments à vent avaient pour habitude d'utiliser des bois locaux pour fabriquer les instruments.

Les hautbois étaient jadis faits dans des bois assez communs en Europe, là où il était né. Cela pouvait être du merisier ou du poirier et autres fruitiers à bois lourd et homogène. On utilisait ce qui était là, à notre disposition. Ici cela pouvait être de l'olivier, ailleurs du buis. Le buis était majoritairement utilisé avant d'être remplacé par les bois exotiques lourds comme l'ébène et les palissandres.

Depuis quelques années, le retour à l'utilisation des bois locaux permet de redécouvrir les qualités sonores et visuelles de ces bois sans les contraintes administratives comme les certificats CITES. C'est ainsi que les essences des forêts locales nous donnent des bois de grande valeur souvent négligés qui partent en bois de chauffage dans le pire des cas.

Le sorbier domestique (cormier), l'amandier, l'arbousier, le poirier sauvage et l'érable de Montpellier en font partie.

Idéalement ces arbres doivent être abattus en période hivernale hors sève mais j'ai pu sauvegarder des bois abattus en sève en appliquant des mesures de séchage et conservatoires naturelles adaptées.

Ces bois pour être utilisés en facture instrumentale, doivent sécher de nombreuses années dans des conditions particulières afin de ne pas fendre, ni être attaqués par les xylophages et les champignons : c'est la phase la plus importante pour les sauvegarder. Il faut savoir donner du temps au temps.

Les sections utilisables sont inférieures à 100mm pour des longueurs de 300mm maxi en bois hors cœur permettant d'utiliser des grumes exemptes de branches de diamètre supérieur à 150 mm et de 1 mètre de longueur même vrillées.

L'arbousier est comparable au buis : croissance lente, de densité autour de 0,9, grain fin et homogène parfois ondé et moiré, bois stable, imputrescible et facile à tourner et façonner et prenant un beau poli à la finition. De plus ce bois de couleur rosée avec des veines plus sombres à des qualités vibratoires donnant une bonne résonance pour un excellent son à l'utilisation.

L'expérience menée par François de Rudder (photos d'illustration, ci-dessous, venant de François de Rudder) a été concluante, le hautbois en arbousier fait actuellement le bonheur d'un hautboïste professionnel. D'autres essais conduits avec du bois de sorbier, poirier, érable à feuille d'obier et érable de Montpellier ont également produit de bons instruments. »

Jacques Trocherie, Artisan-tourneur, Atelier Bois de fil- Bois de bout



Hautbois en arbousier.



En cosmétique

Enfin, le bois a également été testé en laboratoire (cf. pages précédentes), les principaux enseignements :

- Très bon taux de rendement (à + ou - 0,8%) de 11,4%
- Activité blanchissante
- Bonne activité antioxydante
- Très bonne activité (bien supérieure au témoin cosmétique et molécule pure) lors du test anti-hyaluronidase (anti-âge, nourrissant, hydratant).

Cette matière, au vu de ses résultats présente un intérêt suffisant pour le développement cosmétique d'un ingrédient actif.

C. L'écorce

Présentation

L'écorce est gris brunâtre à la base, elle se craquelle et se détache en lamelle avec l'âge, les fissures sont gris brunâtre, elle devient rougeâtre à la partie supérieure des branches.

Propriétés et usages

L'écorce servait au tannage des peaux (caractérisé par une énorme quantité de tanins, jusqu'à 45% ! Voir partie précédente, écrite par Bernard Romagnan « l'arbousier et la tannerie »). Elle a des propriétés diurétiques (améliore le fonctionnement de l'appareil urinaire), peut être utilisée en décoction prolongée.

Recherches

L'écorce a été peu étudiée jusqu'ici en laboratoire. Cette matière, comme les autres, a été travaillée suivant deux manières d'extraction solide-liquide différentes : la macération hydroalcoolique ou éthanolique classique et l'extraction par solvant sous pression (PSE). Les principaux enseignements à retenir :

- Le rendement est faible, de 1,4% à 3%
- Forte activité antioxydante
- Bonne activité anti-inflammatoire
- Forte activité concernant le test de réparation cutanée
- Très bonne activité blanchissante

Au vu de ses résultats très encourageants, il a été décidé de passer en phase 2, c'est-à-dire au développement d'un actif cosmétique, et donc d'un ingrédient, à base d'écorce.



D. Le feuillage

Présentation

Les rameaux jeunes sont de couleurs rouges. Ses feuilles sont persistantes, grandes (~10 cm) et de forme ovales-lancéolées présentant une marge dentée. Elles sont coriaces, glabres (c'est-à-dire dépourvue de poils ou de duvet) et luisantes. À bordure dentée d'une dizaine de centimètres de long sont persistantes ovales, alternes, vert foncé luisant au-dessus, vert pâle dessous. Elles sont riches en tanins.



©Stéphanie Singh – PNR Sainte-Baume

Propriétés et usages

D'après les précédentes études menées, la médecine traditionnelle utilise les feuilles d'arbousier en tant que diurétique, antiseptique urinaire, anti-diarrhéique, astringent, dépuratif et anti-hypertensif, notamment infusion. Les feuilles se récoltent en été.

Les extraits d'arbousier possèdent un potentiel pharmacologique avec des activités antibiotiques, antifongiques, anti-parasitiques attribuées à la présence des tanins, flavonoïdes et autres composés phénoliques. Les feuilles présentent (comme les racines) une activité antiagrégante. Par ailleurs, une activité anti-hypertensive a été découverte par ses feuilles. Les activités antioxydantes ont été largement démontrées, particulièrement dans les feuilles et fruits, provenant majoritairement des flavonoïdes (proanthoxyaninidines, cyanidine et delphinidine glycosides) mais aussi de l'acide ellagique, vitamines C, E et caroténoïdes (Pallauf et al. 2008). Enfin, il a également été évalué une activité anti-inflammatoire dans les extraits de feuilles d'arbousier (Mariotto et al. 2008).

Le profil phytochimique de l'arbousier a, par ailleurs, été aussi largement étudié. D'une part les feuilles présentent une large portion de composés phénoliques et polyphénoliques comprenant des tanins, des flavonoïdes (catéchine gallate, myricétine, rutine, afzéline, juglanin, avicularine), des glycosides phénoliques (quercitrine, isoquercitrine, hypéroside) et des glycosides iridoïdes. Plusieurs polyphénols ont aussi été identifiés et quantifiés avec en majorité l'arbutine, la catéchine et du gallate d'éthyle (Fiorentino et al. 2007). Finalement il a été suggéré que la composition phytochimique change selon la saison et la localisation géographique.

Par le passé, les feuilles comme l'écorce servaient au tannage des peaux, elles sont utilisées en décoction.

En Espagne, les branches feuillées sont mises en saumure pour mieux conserver les olives.

En phytothérapie, ce sont essentiellement les feuilles et les racines qui sont employées. En infusion, on utilise une cuillère à soupe de feuilles pour une tasse de 250 ml d'eau, à consommer 2 à 3 fois dans la journée. On peut également utiliser l'arbousier avec cette infusion pour leurs vertus astringentes en gargarisme.

Recherches

L'extrait d'écorce avec une extraction hydroalcoolique (rendement très bon, jusqu'à 15% !) montre un profil chromatographique riche en composés phénoliques ainsi que des activités antioxydantes, anti-âges et anti-inflammatoires intéressantes. C'est également le seul extrait de l'arbousier présentant une activité éclaircissante. Les résultats étant particulièrement encourageants, il a été décidé de passer en phase 2 (comme pour l'écorce précédemment citée), visant à développer un ingrédient qui deviendra un actif cosmétique unique sur le marché.

Essais pour la tisane

Utilisation de Feuilles d'arbousier non séchées (comparatif avec d'autres essences et optimisation pour une commercialisation)

Préparation :

- 5 feuilles d'arbousier dans 20 cL d'eau bouillante
- Laisser infuser 10 min

Résultat : la tisane est quasiment transparente, les feuilles ont à peine coloré l'eau. L'odeur est peu agréable, proche de l'épinard. Peu voire pas de goût, un léger effet astringent après 20 minutes d'infusion. Pas de modification en ajoutant 5 feuilles supplémentaires à l'infusion pour corser le goût.

Conclusion : mélanger les feuilles avec des plantes aromatiques (romarin et thym) pour donner du goût (en plus de leurs propriétés) à la tisane tout en gardant les vertus de la feuille d'arbousier (diurétique et astringente).

Feuilles d'arbousier non séchées et aromatiques

Préparation :

- 5 feuilles d'arbousier, 1 branche de romarin, 1 branche de thym dans 20 cL d'eau bouillante
- Laisser infuser 10 minutes

Résultat : le thym et le romarin sont très perceptibles et donnent de la saveur à la tisane (et sa couleur).

Conclusion : Bonne alternative pour intégrer les feuilles d'arbousiers. Faire les mêmes essais avec les feuilles séchées d'arbousier.

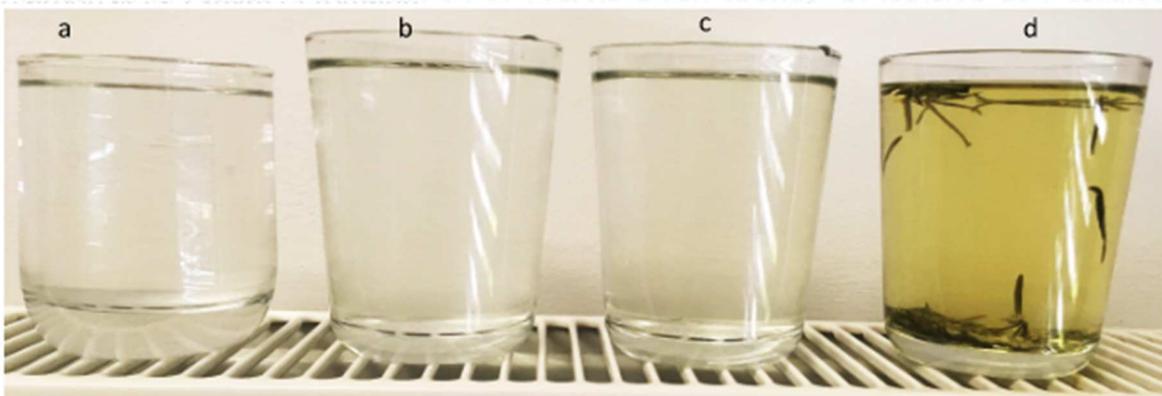
Début d'infusion (t=3minutes) :



Fin d'infusion (t=10min) :



Sans les feuilles, pour constater les différences (ou pas) :



Feuilles d'arbusier séchées

Préparation :

- Les feuilles sont séchées au four à 140°C pendant 1h, porte entrouverte ou à l'air libre pendant une semaine à l'ombre et au sec.
- Même chose pour le thym et le romarin

Thym



Feuilles d'arbusier



Romarin

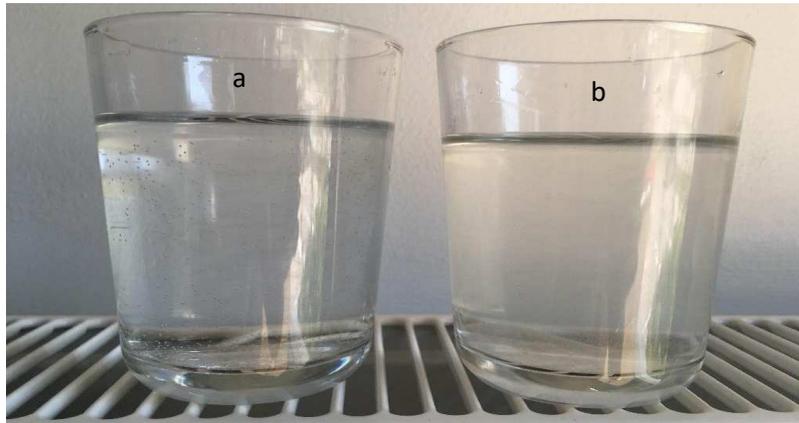


Préparation :

- 10 feuilles d'arbusier dans 20 cL d'eau bouillante
- Laisser infuser 10 minutes

Résultat : identique à l'essai précédent avec les feuilles fraîches. L'odeur est moins forte, la saveur identique. Pas vraiment de coloration à dénoter.

Conclusion : Les feuilles séchées présentent un avantage en termes de conditionnement, bien que cela puisse entraîner une perte en principes actifs. A mélanger avec des plantes aromatiques.

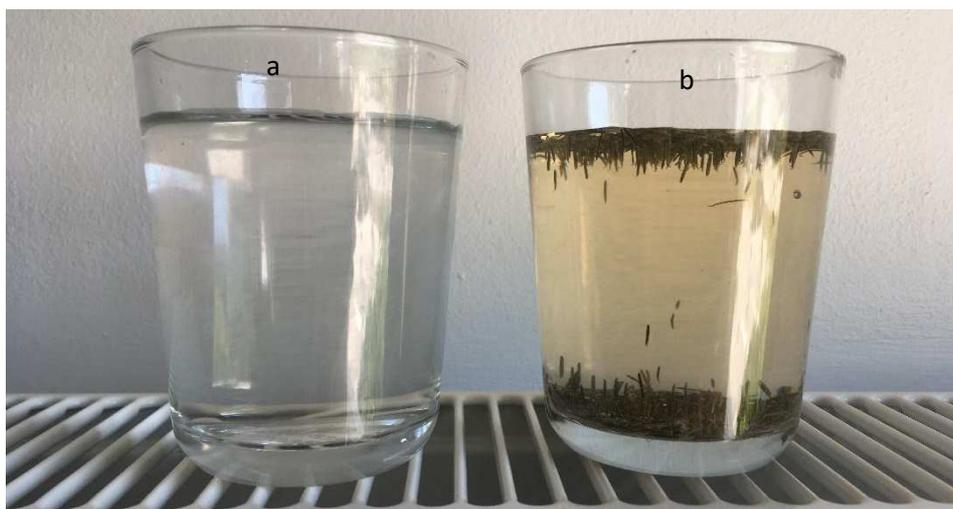


Feuilles de bruyère (*Calluna vulgaris*)

Préparation :

- 2 cuillères à café d'aiguilles séchées de bruyère dans 20 cL d'eau bouillante
- Laisser infuser 10 minutes

Résultat : belle coloration et odeur peu agréable. Peu d'intérêt en terme gustatif : rappelle l'herbe coupée.



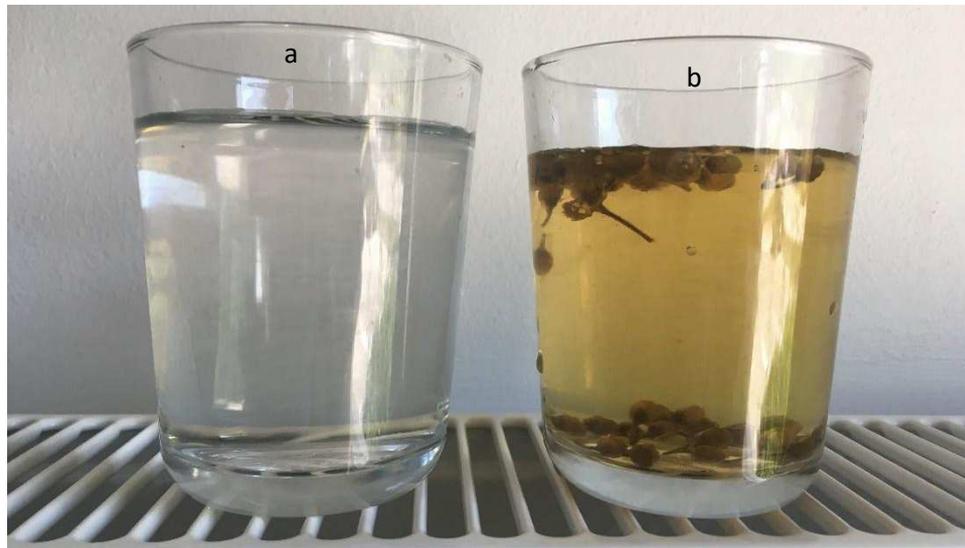
Conclusion : A mélanger avec des plantes aromatiques.

Flleurs séchées d'Immortelle (*Helichrysum italicum*)

Préparation :

- 1 poignée de fleurs séchées d'immortelle dans 20 cL d'eau bouillante
- Laisser infuser 10 minutes

Résultat : Belle coloration, odeur et saveur agréables. Attention à ne pas laisser infuser trop longtemps car l'infusion devient alors très amère.



Conclusion : A utiliser comme plante médicinale, en infusion, en cas de troubles digestifs, entre les repas.

Conclusion générale : les essais pour les feuilles d'arbousiers, la bruyère et les fleurs d'immortelle sont peu concluants en termes gustatifs. Cependant, ces plantes et les organes utilisés pour les infusions ont des propriétés médicinales reconnues : il pourrait être envisageable de mélanger ces essences avec des plantes aromatiques afin d'avoir les bienfaits de ces plantes dans un breuvage à la saveur agréable.

Conseils : verser l'eau bouillante directement sur la plante et laisser infuser pendant 3 à 10 minutes, filtrer et boire.

Huile essentielle d'arbousier

Recherche bibliographique - Composition de l'huile essentielle d'arbousier

Kivcak et al. (2001) ont caractérisé 37 constituants composant l'huile essentielle (HE) d'*Arbutus unedo*, soit 76,6% de la fraction. Le tableau suivant récapitule les molécules retrouvées :

Tableau 1 : Composition de l'huile essentielle d'*Arbutus unedo*. Encadrés rouges : composants principaux. Encadrés verts : composants secondaires.

RRI	Compound	%	RRI	Compound	%
1400	Nonanal	3.7	1827	(E,E)-2,4-Decadienal	0.5
1506	Decanal	0.5	1830	β -Damascone	0.3
1507	(E,E)-2,4-Heptadienal	0.6	1857	Geraniol	0.4
1548	(E)-2-Nonenal	0.5	1864	<i>p</i> -Cymen-8-ol	0.2
1553	Linalool	1.2	1868	(E)-Geranylacetone	3.8
1562	Octanol	1.9	1958	β -Ionone	3.4
1599	(E,Z)-2,6-Nonadienal	0.4	2037	Salvial-4(14)-en-1-one	0.3
1602	6-Methyl-3,5-heptadien-2-one	1.1	2084	Octanoic acid	1.7
1612	β -Caryophyllene	0.7	2131	Hexahydrofarnesylacetone	3.9
1638	β -Cyclocitral	0.8	2148	(Z)-3-Hexen-1-yl-benzoate	1.1
1648	2,2,6,8-Tetramethyl-7,11-dioxatricyclo(6.2.1.0)-1,6-undec-4-ene	4.3	2179	3,4-Dimethyl-5-pentylidene-2(5H)-furanone	2.2
1655	(E)-2-Decenal	12.0	2192	Nonanoic acid	3.9
1706	α -Terpineol	8.8	2193	γ -Eudesmol	1.1
1715	(E,E)-2,4-Nonadienal	0.3	2250	α -Eudesmol	0.6
1764	(E)-2-Undecenal	4.8	2257	β -Eudesmol	0.5
1779	(E,Z)-2,4-Decadienal	0.7	2503	Dodecanoic acid	1.6
1798	Methylsalicylate	0.7	2670	Myristic acid	2.3
1804	Myrtenol	0.3	2931	Hexadecanoic acid	5.1
1815	2-Tridecanone	0.5		Total	76.6

Ces résultats ont été obtenus par distillation de la vapeur d'eau à partir de feuilles d'arbousier d'origine turque. Il est possible que les proportions de chaque constituant varient quelque peu en fonction de la localisation des arbousiers, le climat méditerranéen étant sujet à variabilité en fonction des spécificités géographiques locales.

Les 4 composants majeurs de l'HE d'arbousier sont :

- Le (E)-2-decenal à 12%, qui est utilisé comme arôme, c'est un additif alimentaire ;
- L'alpha-terpinéol à 8,8%, qui est un **anti-infectieux puissant** : antibactérien, antiviral, anti-inflammatoire et hypotenseur ;
- L'acide hexanoïque à 5,1%, qui correspond à l'acide palmitique. Il est utilisé comme arôme, c'est un additif alimentaire ;
- Le (E)-2-undecenal à 4,8%, qui est également un additif alimentaire correspondant à l'arôme de poisson fumé/séché.

L'HE de feuilles d'arbousier contient donc une fraction importante d'**alpha-terpinéol**, conférant des propriétés anti-infectieuses. A titre de comparaison, l'HE de Ravintsara en possède entre 5 et 11%, et l'HE de Niaouli entre 3 et 8%. L'HE d'arbousier pourrait donc être utilisée comme alternative à ces dernières qui ne sont pas produites localement. Il est également nécessaire de vérifier l'innocuité de cette HE.

Parmi les composants secondaires :

- Pas d'information sur les utilisations du **2,2,6,8-tetraméthyl-7,11-dioxatricyclo(6.2.1.0)-1,6-undec-4-ène**.
- L'**hexahydrofarnesylacetone** est également un agent de saveur.
- L'**acide nonanal** est utilisé comme agent de saveur et comme insecticide, acaricide, herbicide, régulateur de croissance des plantes en agriculture.
- Le **(E)-geranylacetone** est utilisé comme agent de saveur.
- Le **nonanal** est utilisé comme agent de saveur (additif alimentaire) ou d'odeur, notamment dans les produits de nettoyage (lessive, lave-vaisselle).
- Il en va de même pour le **beta-lonone**.

Morgado et al. (2018) suggère que la composition de l'huile essentielle ainsi que les proportions de **chaque composant varient en fonction de la saison et de la localisation géographique**. Ainsi, l'huile essentielle d'*A. unedo* provenant d'Algérie contient de forte proportion d'acides palmitiques et linoléiques mais peu de (E)-2-decenal (0,6%) et **d'alpha-terpinéol (0,3%)** (Bessah, R., & Benyoussef, E.-H. 2012). **Le tableau suivant compare les proportions de chaque composant des huiles essentielles issues des deux régions méditerranéennes :**

Table 2. *Arbutus unedo* L. essential oil composition from Algeria and Turkey

Components	RI	Relative area RA (%)	
		Algeria	Turkey ¹⁴
Nonanal	1088	0.4	3.7
Linalool	1091	0.2	1.2
α -terpineol	1181	0.3	8.8
β -cyclocytral	1202	0.2	0.8
(E)-2-decenal	1258	0.6	12.0
pelargonic acid (nonanoic acid)	1308	0.8	3.9
β -caryophyllene	1390	0.1	0.7
(E)-geranyl acetone	1423	0.3	3.8
β -ionone	1457	0.2	3.4
p-cresol, 2,6-di-tert-butyl-	1487	6.2	-
lauric acid	1580	1.1	1.6
myristic acid	1774	2.7	2.3
hexahydrofarnesyl acetone	1825	0.8	3.9
palmitic acid	2017	35.2	5.1
linoleic acid	2156	18.8	-

Ainsi, il semble important de **vérifier les proportions de chaque constituant après fabrication de l'huile essentielle**.

Effet sur la santé humaine

Les feuilles sont utilisées en médecine traditionnelle pour soigner diverses maladies, car elles ont des propriétés **antioxydantes, vasorelaxantes**, qu'elles améliorent la santé **cardiovasculaire**, permettent de traiter ou prévenir les **maladies inflammatoires**, entre autres. Ces propriétés ont pu être démontrées scientifiquement par l'utilisation d'extraits de feuilles d'arbousier, en solution aqueuse ou alcoolique (Bento & Pereira, 2011).

L'extrait de feuilles d'arbousier (dans l'éthanol) a une activité antimicrobienne notamment contre *E. coli*, *Staphylococcus aureus*, *S. epidermidis*, *Salmonella* Thyphimurum, *Enterobacter cloacae* et *Enterococcus faecalis* et contre les levures de type *Candida albicans* (Bento & Pereira, 2011).

Par Mylène Lascoste

E. Les fleurs

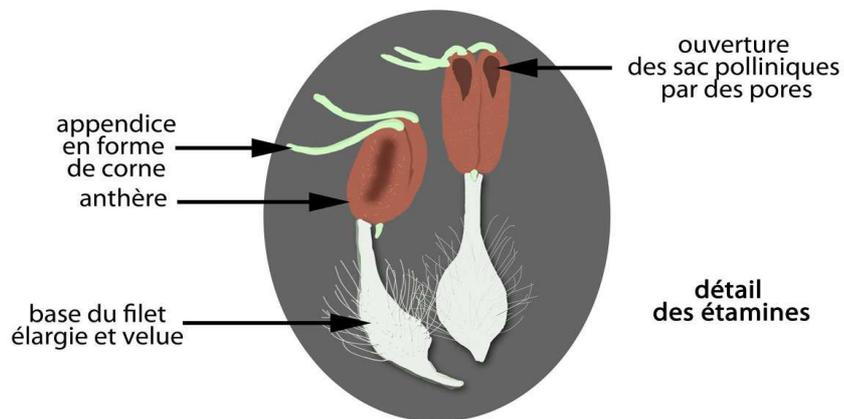
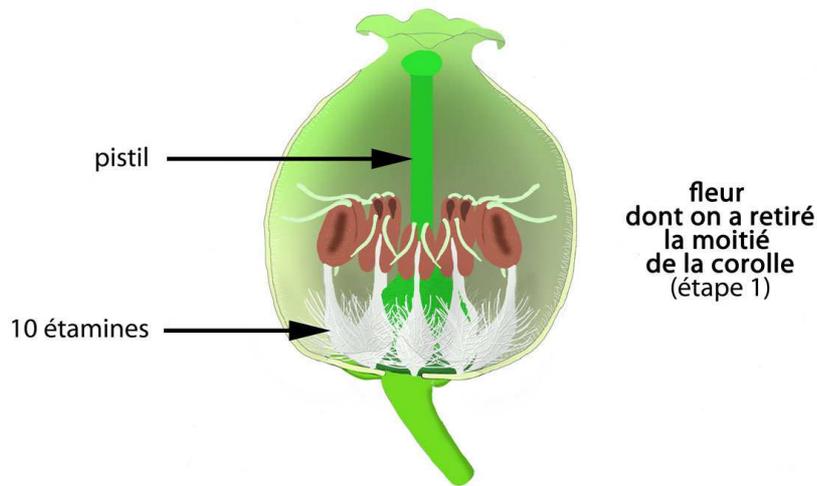
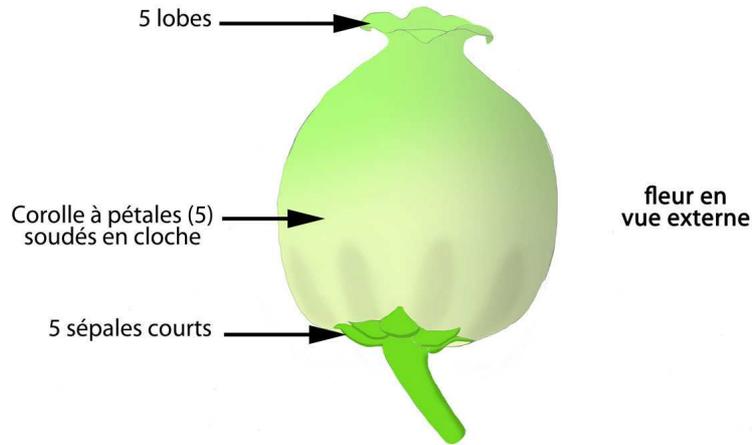
Présentation

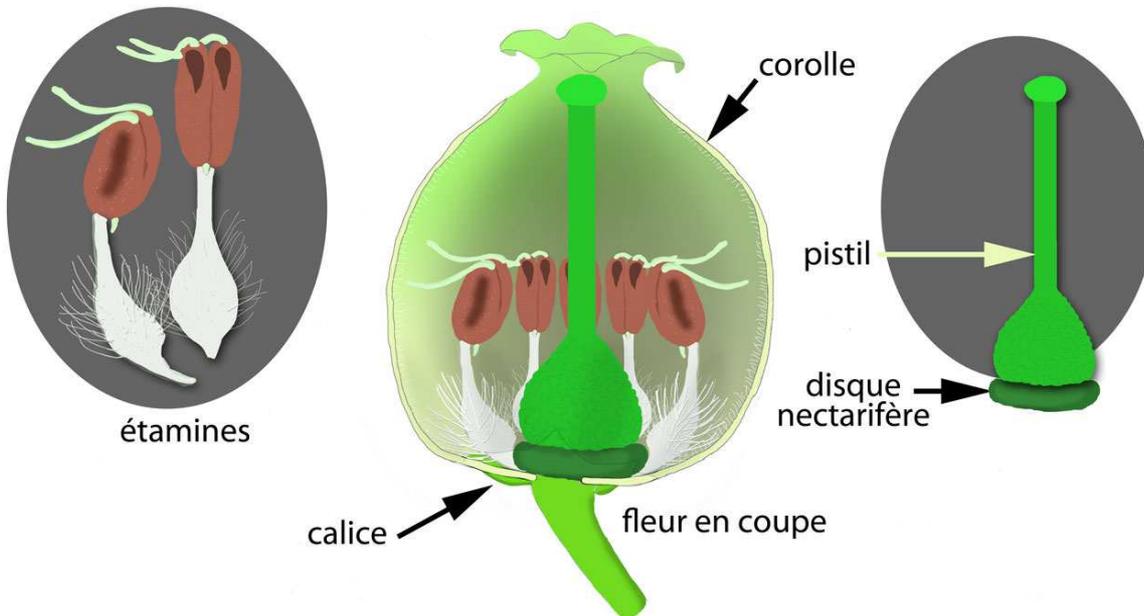
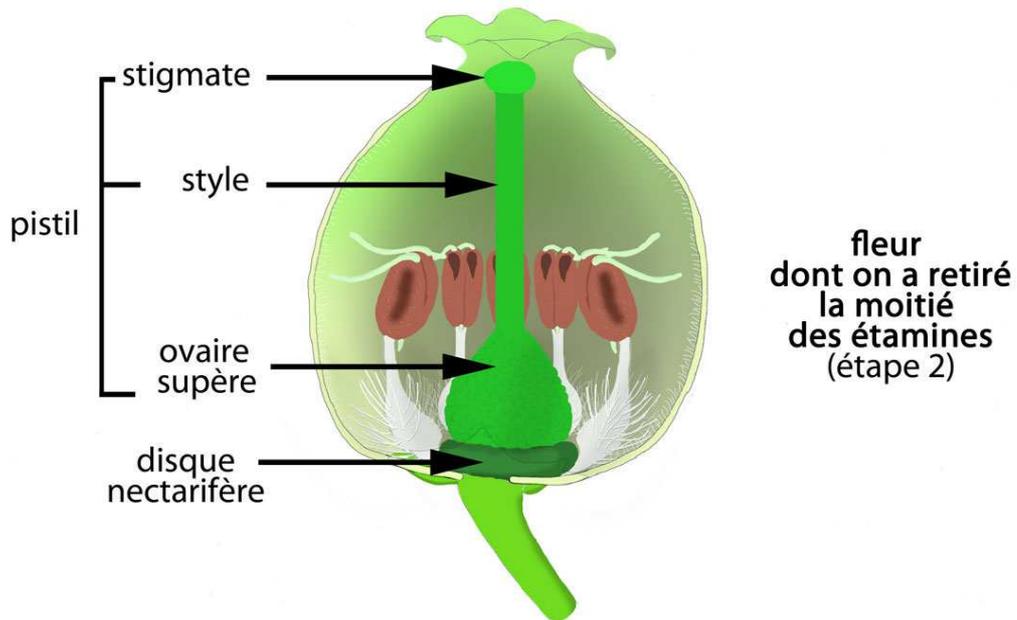
Les fleurs sont blanches et vertes au sommet et se présentent en grappes courtes et larges, avec un parfum de miel caractéristique. Le calice est à lobes subtriangulaires et la corolle est à dents courtes, elles ressemblent à de petites clochettes blanches.

Très petite, chaque fleur comporte :

- 5 sépales courts
- 5 pétales soudés (formant la clochette arrondie)
- 10 étamines aux filets élargis à la base et velus
- Un pistil composé d'un ovaire supère à 1 style et 1 stigmate
- 1 disque nectarifère portant le pistil

Source des schémas présentés ci-après : https://www.animateur-nature.com/a_la_loupe/arbousier.php?fbclid=IwAR01re1vkeDL5m0IC6P4ulYEWKJhiWsNSThULBaLbRR3XdB_a4F3bHI2z1U)





Sa floraison a lieu d'octobre à janvier, en même temps que la pleine maturité du fruit, une ressource importante pour les pollinisateurs dans une période où les fleurs sont rares. L'arbousier a une sexualité hermaphrodite, ses fleurs sont donc à la fois des mâles et femelles. Lorsqu'une fleur est fécondée, elle formera un fruit : l'arbose.

Propriétés et usages

Les fleurs favorisent la transpiration et sont donc antipyrétiques (elles aident à réduire la fièvre).

Focus sur le miel d'arbousier

Le miel d'arbousier a la particularité d'être amer, il est peu prisé en France, mais au Portugal et en Italie oui. Sa floraison tardive est importante pour les butineuses, mais la récolte est aléatoire et difficile.

En cuisine, le miel d'arbousier est apprécié pour sa rareté et son goût inimitable. Il peut être intégré à des plats de viande ou des recettes sucré-salé afin de relever les arômes des plats par le délicat arôme du miel. Il a l'avantage également d'être très peu sucré.

Son goût amer se marie bien avec le café, sans changer le goût de la boisson.

En quelques mots :

Aspect : sombre au moment de la récolte, souvent crémeux, il commence par être d'un marron foncé et devient plus clair après l'opération de la cristallisation (qui est assez rapide).

Goût : une amertume puissante, qui rappelle le goût de l'amande amère. Epicé aux fragrances orientales. Unique

Odeur : plutôt forte et boisé

Conservation : excellente

Propriétés : antiseptique urinaire, diurétique, favorise la circulation sanguine et aide à lutter contre la bronchite ou les angines, car riche en vitamines et oligo éléments, anti-bactérien.

Avec quoi le déguster : il se marie avec les fromages affinés ou piquants, son amertume accompagne parfaitement aussi une mousse au chocolat, une glace ou une macédoine de fruits. Également adapté pour sucrer café, thé, tisanes. Le miel d'arbousier est souvent un ingrédient privilégié des chefs étoilés.

En Sardaigne le « miele Amaro di Corbezzolo » est très réputé.

Retours d'expérience

Dans le cadre de l'étude, nous avons installé 48 ruches, d'une part avec l'association des apiculteurs de la Marine et d'autre part avec Émilien Wallace (voir présentation par ailleurs). Des travaux de mise en sécurité et de débroussaillage sur 50 mètres ont été menés.

Émilien Wallace dresse le bilan : *“installer les ruches pour l'hivernage au Beusset, au sein du PNR de la Sainte-Baume, dans un milieu riche en arbousiers, était quand même un pari. La zone est à l'abri du vent, orienté sud, riche d'autres essences. À cause du frelon asiatique, on a perdu 5 ruches sur 48, malgré tout, nous sommes satisfaits du rucher. Les conditions un peu compliquées (déficit hydrique, fort vent en période de floraison, attaque des frelons) n'ont pas permis de produire du miel, mais ont permis à la majorité du rucher de passer l'hiver dans de bonnes conditions, ce qui est déjà un excellent point et nous encourage à renouveler l'expérience”.*



© Nicolas Plazanet – Forêt Modèle de Provence

Recherches

Les principaux enseignements de notre recherche en laboratoire :

- Le rendement est moyen, à 4,3 (+/- 0,3%)
- Bonne activité antioxydante et anti-âge

Les résultats sont cependant moins élevés que les autres extraits, par contre le bourgeon de fleurs d'arbousier obtient les meilleurs résultats : très bonnes activités antioxydantes et anti-âges (largement supérieures aux témoins) et même une activité blanchissante, des résultats encourageants pour initier une démarche de valorisation complémentaire de l'essence.

F. Le fruit

Présentation

Le fruit est rouge à maturité, c'est une baie charnue à la chair jaune-orangé, d'environ 2 cm de diamètre pour 8 grammes, sphérique, à peau rugueuse, couverte de petites pointes coniques (mais non piquantes) et contenant beaucoup de petites graines, elle ressemble un peu au litchi. Le fruit mûrit de novembre à janvier.

Les fruits sont comestibles et sont une nourriture importante pour les oiseaux et les mammifères, notamment les grives et les merles qui en sont friands.

Sur une même grappe, bien souvent, les fruits n'ont pas le même degré de maturité ce qui permet d'en ramasser pendant plusieurs semaines sur le même arbre ou secteur.

Propriétés

L'arbose est comestible, cependant comme son nom latin « unedo » l'indique, elle peut provoquer des vertiges et des épisodes diarrhéiques si consommé en trop grande quantité. Ainsi, l'arbose possède une légère toxicité.

L'arbose est, à tort, peu considérée dans nos régions et peu consommée en France. A noter sa fragilité, elle ne se conserve que quelques jours après la récolte.

Les fruits, de même que les graines, sont très riches en vitamines C, E, A, B1, B2, F, K et P, en protéines (principalement globuline et albumine), en acides gras saturés (acides palmitique et palmitoléique) et insaturés (acides linoléique et linoléique), et en acides aminés.

L'arbose, au-delà de sa haute teneur en vitamines anti-oxydantes, contient également de la bêta-carotène (permettant de bronzer sans danger).

Son activité antioxydante est de 93,6%, il est également riche en fibre alimentaire. La valeur calorique est de 70 à 86 kcal pour 100 grammes.

Les fruits sont considérés comme ayant des actions antiseptiques, diurétiques et laxatives. D'ailleurs, c'est la pectine contenue dans l'arbose qui permet de réguler facilement le transit en cas de diarrhée aiguë.

L'arbose permet également de lutter contre les maladies cardio-vasculaires (la vitamine C contenue dans l'arbose permet de jouer un rôle dans la régulation de la synthèse du cholestérol) et contre la rétention d'eau en permettant une bonne élimination de l'eau stagnante dans le corps.

Agissant comme antioxydant, les tanins que l'on retrouve dans l'arbose sont très efficaces pour lutter contre le vieillissement cellulaire et piéger les radicaux libres.

L'arbose et le goût

La chaire de l'arbose est molle, elle a aussi un petit côté farineux, un peu acidulé et sucré à la fois. Le goût est agréable, doux, en confiture il est entre la pêche et l'abricot. La liqueur d'arbose se rapproche du brou de noix.

Usages

Depuis le Moyen-âge (voire avant !), les arbouses sont utilisées pour faire des alcools. Plus récemment, un alcool a marqué les esprits : le Ledounat. Le ledounat (qui vient du gascon ledoun qui signifie arbose, ainsi nommées car les arbousiers sont très fréquents dans les lèdes des dunes littorales) est une liqueur à base d'arbouses produite dans les Landes de Gascogne au 19^{ème} siècle. Elle est mentionnée en 1865 par la Société linnéenne de Bordeaux qui vantait cette *“liqueur qui pétille à peu près comme le vin de Champagne”*.

Les arbrouses peuvent être cuisinées en confiture, gelée, compote. On peut en faire du vinaigre, de la liqueur, de l'eau de vie (au Portugal, l'eau de vie Medronho - voir ci-contre, ou en Sardaigne) ou du vin, d'autres l'utilisent en pâtisserie comme en Espagne ou au Maroc.



© Nicolas Plazanet – Forêt Modèle de Provence

Actuellement, l'arbousier attire l'attention de certains chercheurs à travers le monde, principalement pour ses valeurs nutritives et médicinales.

Recherches

En laboratoire, les extraits de fruits ne présentent pas de fortes activités (même si le rendement est très bon), par contre l'extrait hydroalcoolique avec un solvant composé de 80% d'éthanol présente un profil plus riche en composés phénoliques que les autres extraits, mais pas suffisant pour initier une démarche de valorisation en actif cosmétique anti-âge, blanchissant ou autres réparateurs cutanés, par contre l'arbrousse peut être très bien et efficace dans le cadre d'une crème ou d'un savon exfoliant, que nous avons réussi à mettre en place et développer.

5. Données économiques – Quelles valorisations pour l'arbousier

1. Le bois - quelle économie peut-on en dégager ?

1.1. Dynamique d'hier et perspectives

Le bois d'arbousier n'est valorisé que pour le bois de chauffage (très bon combustible – utilisé également en charbon de bois), les autres valorisations sont très minoritaires, pourtant les qualités du bois sont connues. Anecdote historique, tirée de la revue Archéo Sciences, sur l'usage du combustible pour la fabrication des cloches et l'exemple de celle de la cathédrale Sainte-Marie de Nice, il a été ainsi prélevé dans le cadre de l'étude des fragments de charbon de bois. La plupart des restes de charbon de bois provenaient d'arbousier, en association avec du chêne à feuilles caduques. Enfin, l'étude de Jacqueline Doat et Jean-Charles Valette, sur « Le pouvoir calorifique supérieur (PCS) d'espèces forestières méditerranéennes », donne un éclairage sur la feuille d'arbousier, au pouvoir calorifique assez élevé, leurs conclusions :

- Le calcul est fait en calculant la teneur en eau, en pourcentage de la matière verte et le pouvoir calorifique de la matière sèche ;
- La valeur calorifique de l'arbousier est la plus forte en janvier, avril, octobre, novembre et décembre ;
- Le PCS de l'arbousier diminuent durant la phase active de croissance printanière mais atteignent leur maxima durant le repos hivernal.



En conclusion, au vu de la valeur élevée du PCS de l'arbousier, l'étude conseille l'usage des feuilles d'arbousier (étendus aux rameaux et bois) en source d'énergie, ils estimaient d'ailleurs que dans notre flore méditerranéenne, il pouvait être récupéré 25 à 30 tonnes de matières sèches à l'hectare pouvant être valorisés en source d'énergie, leur étude s'est concentrée sur :

- Les feuilles de la bruyère arborescente ;
- Les aiguilles du pin d'Alep ;
- Les sommités de l'ajonc épineux ;
- Les feuilles d'arbousier ;
- Les feuilles du chêne-vert ;
- Les feuilles du chêne-kermès.

1.2. Exemple de contrat type – Valorisation du bois

CONTRAT DE VENTE DE BOIS

Entre les soussignés :

Association /exploitant/entreprise _____ représentée par :

Madame/Monsieur _____, occupant la fonction de _____

Demeurant à : _____

Agissant pour le compte de : _____

Ci-après dénommé le Vendeur

d'une part

Et :

Madame/Monsieur _____, occupant la fonction de _____

Demeurant à : _____

Agissant pour le compte de : _____

Ci-après dénommé l'Acquéreur

d'autre part

Il est convenu et arrêté ce qui suit :

Le Vendeur cède aux clauses et conditions ci-après à l'Acheteur un lot de bois d'arbousier de qualité bois d'artisanat.

Article 1 - DÉSIGNATION DE LA VENTE

Il s'agit d'un lot de bois d'arbousier coupé en _____, d'environ _____ stères. Le bois sera livré en billons d'un mètre à la plateforme de _____. Ce bois est issu de la propriété de _____ sur la commune de _____.

Article 2 - PRIX RÉCEPTION

Le lot de bois est vendu au prix suivant :

_____ € le stère de bois billons de _____ mètres, rendu à la plate-forme de _____.

Le lot comprenant _____ stères, il est vendu _____ €.

Article 3 - RÈGLEMENT

A la signature du présent contrat, l'Acquéreur s'engage à acheter la globalité du lot de bois exploité sur la parcelle désignée à l'article 1 soit environ _____ stères.

A la signature du présent contrat, l'Acquéreur s'engage à verser l'intégralité de la somme à la réception du lot de bois défini à l'article 1 soit _____ €

Article 4 - CONDITIONS DE LA VENTE

A ce titre la vente de bois fera l'objet d'une facture établie par le vendeur à l'attention de l'Acquéreur, et ce conformément au prix stipulé à l'Article 2 précité.

Article 5 - RESPONSABILITÉ DU VENDEUR

Le vendeur s'engage à livrer la quantité de bois définis à l'article 1 dans la semaine du _____ au _____.

Article 6 - RESPONSABILITÉ DE L'ACQUÉREUR -

L'Acquéreur s'engage à recevoir la livraison de l'ensemble du lot de bois à la plate-forme de _____ située au _____ dans la semaine du _____. au _____



Forêt
Modèle
de Provence

L'Europe investit dans les zones rurales

Fait en deux exemplaires originaux,

à

Le

Nom et Signature de l'Acquéreur précédés de
la mention "*Lu et Approuvé*"

Nom et Signature du Vendeur précédés de
la mention "*Lu et Approuvé*"

1.3. Exemple de contrat de bois sur pied

CONTRAT DE VENTE DE BOIS DE FEU SUR PIED

Entre les soussignés :

Madame/Monsieur.....

Représentant la structure :.....

Demeurant à :.....

Ci-après dénommé le vendeur

d'une part

Et

Madame/Monsieur.....

Demeurant à :

Représentant la structure :.....

ci-après dénommé l'acquéreur

d'autre part

Il est convenu et arrêté ce qui suit :

Le vendeur cède aux clauses et conditions ci-après à l'acheteur qui accepte une coupe de taillis lui appartenant.

Article 1 - DÉSIGNATION DE LA COUPE

- La coupe est située Commune de :
- Lieu-dit :
- N° de l'unité de gestion / Parcelle cadastrale : :.....
- Surface :

Son emplacement est indiqué sur le croquis annexé au présent contrat.

Article 2 - ARBRES RÉSERVÉS

A l'intérieur du périmètre désigné ci-dessus, l'acquéreur est tenu de respecter tous les arbres et les brins marqués (à la peinture ou à la griffe) qui ne font pas partie de la vente.

Article 3 - TRAVAUX D'ABATTAGE, DE FAÇONNAGE ET D'ENLÈVEMENT DES BOIS

L'acquéreur ne pourra commencer les travaux avant d'en avoir reçu l'autorisation du vendeur, laquelle sera donnée après paiement de l'acompte dû au comptant selon les dispositions indiquées ci-après au paragraphe 5 (clause facultative).

L'abattage et l'enlèvement des bois seront réalisés avec soin et suivant les bonnes règles en usage. Tout arbre marqué en réserve et qui serait endommagé au cours des travaux fera l'objet d'une indemnisation correspondant au préjudice causé.

L'enlèvement des bois devra être achevé pour le..... sauf cas de force majeure, un mois après le délai ci-dessus fixé, les bois restant sur la coupe, seront supposés abandonnés par l'acquéreur, et le vendeur pourra en disposer comme bon lui semble.

Article 4 - PRIX RÉCEPTION

La coupe est vendue à l'unité de produit au prix de € (H.T) /stère ⁽¹⁾ sur pied, le dénombrement des stères étant effectué lors d'une réception contradictoire avant leur enlèvement.

Article 5 - RÈGLEMENT

A la signature du présent contrat, l'acquéreur verse au comptant un acompte de.....€.

Le solde calculé d'après le dénombrement, sera réglé avant l'enlèvement des bois.

Article 6 - RESPONSABILITÉ DE L'ACQUÉREUR

L'acquéreur devra remettre en état les chemins, clôtures et fossé qui auraient été endommagés au cours de l'abattage et de l'enlèvement des produits : un état des lieux sera réalisé contradictoirement à cet effet.

Il est responsable de tous les dommages ou délits causés au cours des travaux tant au tiers qu'au vendeur.

Article 7- CLAUSES PARTICULIERES

Le volume maximum prélevé lors de la coupe sera de..... stères. Les rémanents situés sur coupe seront démantelés (longueur maximale 2 m, hauteur maximale 1m, diamètre fin bout 7 cm) et mis en andains. Les rémanents aux abords des voies de passage (sentiers de randonnées, voies DFCI et forestières) seront broyés en cas de risque incendie avéré.

Fait en 2 exemplaires à Le

Mention "Lu et Approuvé"

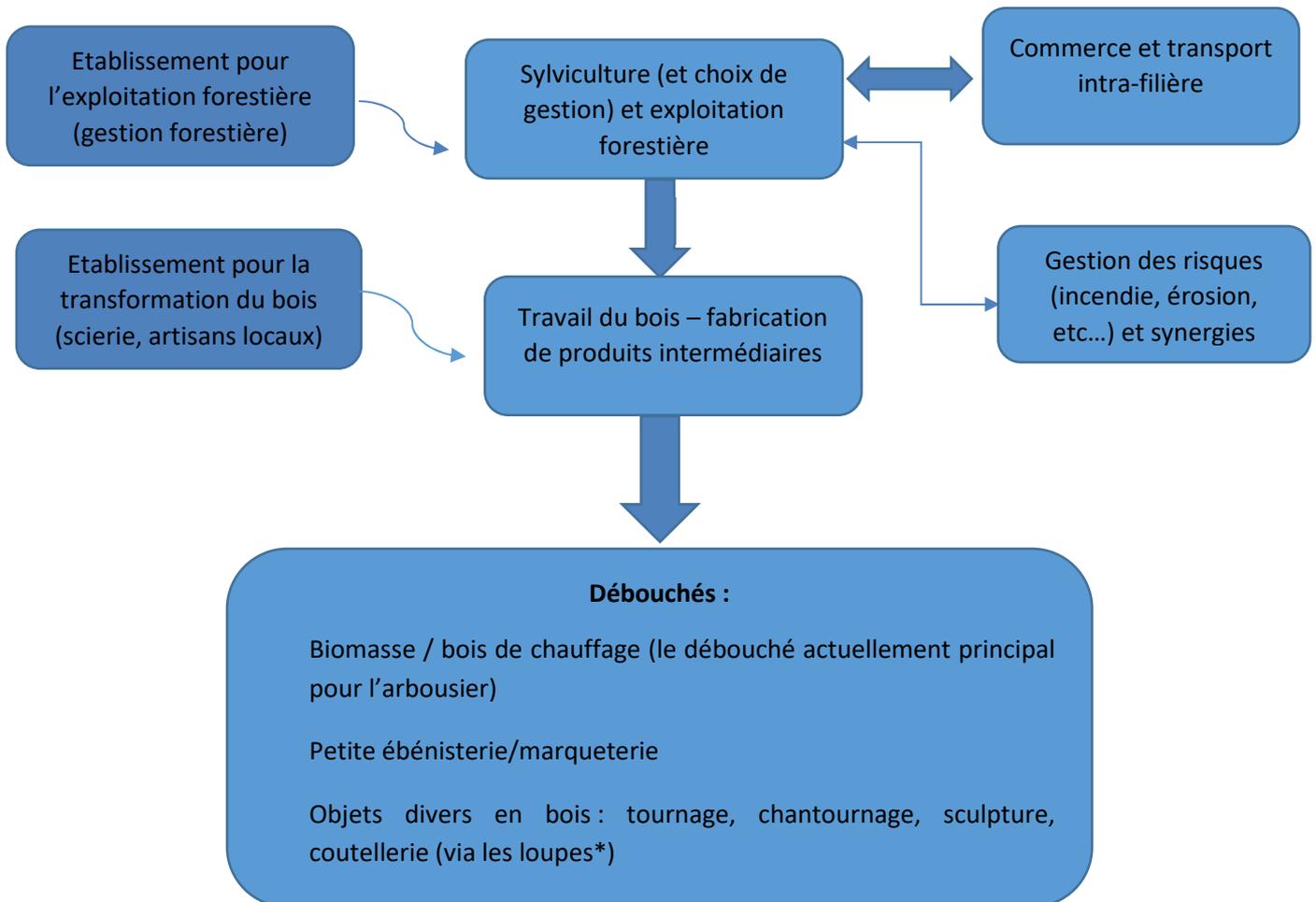
Signature de l'Acquéreur

Mention "Lu et Approuvé"

Signature du vendeur

1.4. Quelle dynamique forestière et création de flux économique ?

1. Schéma de la dynamique de valorisation du bois



❖ **Loupes, broussins, excroissance, quelles différences ? Petit focus, important dans la valorisation de ce bois et leurs valeurs respectives**

Broussin (ou brogne) : protubérance formant des aspérités et dont la soudure des éléments épicorniques (définissant les formations apparaissant à la surface des troncs, comme des amas de bourgeons ne s'étant pas développés) entraîne la formation d'un bois à fibres enchevêtrées.

Valorisation en stère pour l'arbousier : 400€

Loupe : est une excroissance plus régulière du tronc qui possède une écorce rugueuse plus lisse et une structure veinée riche en coloris. La loupe est donc un tissu tumoral issu de la prolifération locale des cellules de cambium chargées de la fabrication du bois sous l'influence du stress (blessures, attaques de parasites, ou autres).

Valorisation en stère pour l'arbousier : 400€

Chancre : maladie causée par une bactérie ou un champignon qui provoque des boursouflures, des craquelures et des décollements de l'écorce.

Valorisation en stère pour l'arbousier : 200€

Ronce de bois : n'est pas une excroissance mais un enchevêtrement des fibres de bois, rencontrée généralement dans la partie basse de bois nouveaux.

Valorisation pour l'arbousier – la ronce est rare et très localisée dans l'arbousier – entre la branche et le tronc, la jonction (et rarement grosse), à valoriser en placage ou en tournage sur bois.

Généralement, seul le chancre peut mettre en danger la vie de l'arbre. Concernant l'arbousier, c'est principalement au niveau du lignotuber, et de la souche que se concentrent ses caractéristiques, avec plutôt de la loupe de présente.

❖ Pour quels prix ?

En bois de chauffage :

- 75€ le stère (non sec – prix du marché actuel)
- 120€ le stère en bois sec

Pour l'artisanat (demandant un travail de sélection, une optimisation entre la période de coupe et de prise en charge, et un moindre volume) :

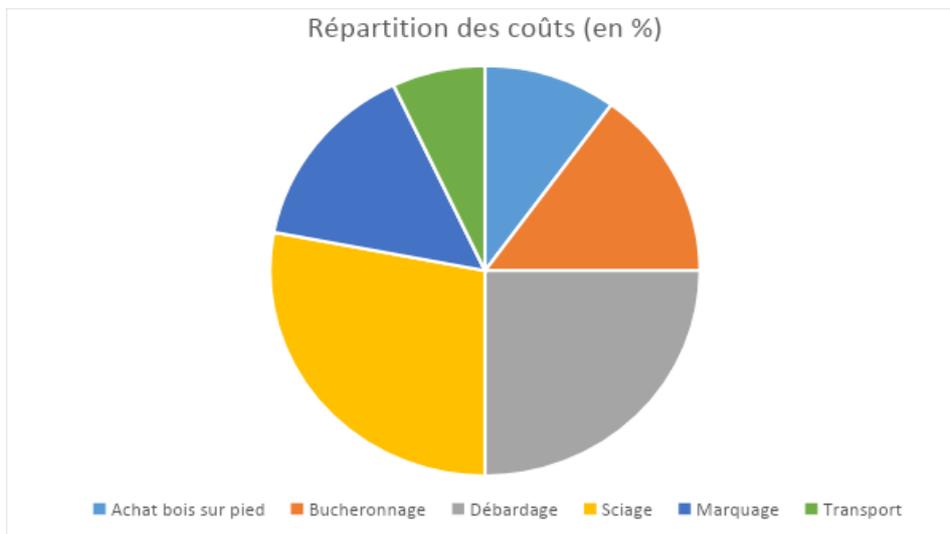
- Le stère d'arbousier, entre 15 et 30 cm de diamètre, est estimé aux alentours des 150€,
- Concernant celle de souche entre 200 et 250€, malgré les difficultés de débit sur souche (cailloux, terre).

Après transformation :

- Prix de planches sciées d'arbousier (15/20 cm de largeur pour 1 mètre à 1 mètre 50 de long) : 600 à 700€ le mètre cube
- Prix en placage du tronc : 90 à 100€ le kg
- Prix en placage de la souche : 120€ le kg

Exemple de répartition

C'est une répartition « type », mais bien sûr à adapter aux difficultés et problématiques sur secteur. A titre d'exemple, une journée de sciage coûte 400€, on peut scier au maximum 12 billots la journée (dimension max : 50 cm de diamètre, 2m80 de long, ce qui est bien sûr fortement improbable dans le cas de l'arbousier, d'où une sous-utilisation de l'outil – de plus, le sciage, à part pour de la petite ébénisterie, ne serait pas une valorisation idoine pour la ressource, mais à remplacer par le poste « usinage »).



Une véritable plus-value, qui pourrait se structurer dans le projet de coopérative sur les éco-matériaux en cours de création et mené par l'association Permabita. Voir présentation du projet ci-dessous :

Notre première gamme de produits
Autour du bois...

Fournissez-vous en bois local (pins, châtaigniers, chênes, cyprès, etc.)
Mettez en valeur votre terroir

- Aménagements extérieurs
- Piquets, clôtures
- Plateaux, planches
- Cabanes, box
- Ossature bois, charpente
- Façonnage sur mesure !

Disponibilité selon arrivage !
Contactez-nous pour connaître nos stocks et nos potentiels

Propriétaires forestiers,
Nous pouvons valoriser vos ressources

Chaque type de bois peut trouver un usage à condition de « Faire le lien, des ressources à l'ouvrage »

Nous vous achetons le bois, l'exploitons, le façonnons, vendons le produit transformé.

Une piste pour financer vos travaux forestiers...

contact@permabita.fr
06 36 37 63 00

Projets (d') à venir

- Produire des bottes de 22cm de large pour la rénovation
- Développer l'utilisation d'autres fibres locales
- Produire des enduits et des briques avec les terres locales
- Produire des enduits chaux-liège
- Accompagner les porteurs de projets (conseils, dessins, détails techniques, etc.)
- Proposer du matériel :
 - kit construction paille
 - kit enduits terres
 - etc.

Et tous projets que vous nous proposerez !

Nos engagements :

- Avoir des pratiques durables
- Garantir une juste rémunération à l'ensemble des acteurs
- Tracer le parcours de nos produits de la ressource à l'ouvrage
- Privilégier les circuits-courts et le bas-carbone

Nos matériaux ont une histoire, on vous raconte comment ils

Vers une coopérative
Pour...

- Gagner en visibilité
- Développer des stocks
- Faciliter la logistique
- Mutualiser du matériel
- Proposer des formations
- Faire de la recherche

contact@permabita.fr
06 36 37 63 00

Devenir coopérateur
C'est...

- Promouvoir l'utilisation des ressources locales
- Rejoindre un réseau d'acteurs engagés
- Monter en compétence
- Contribuer au financement de nos actions

Notre raison d'être :
Développer les filières locales d'éco-matériaux

De manière coopérative, avec les acteurs du territoire

- En réponse aux enjeux climat-énergie ;
- Au profit de l'économie locale ;

Enfin, l'enjeu, au-delà de mieux valoriser nos ressources, est aussi et surtout d'avoir une gestion différenciée de l'espace, en ne pas galvaudant certains (car produisant moins de biomasse ligneuses), avec moins de volume en termes de peuplement, mais aussi avec une plus grande valeur ajoutée et intérêt pour le territoire. Peut-être ainsi penser à une gestion sylvicole qui serait plus adaptée aux caractéristiques et plus aptes à la production de bois de qualité : jardinage par bouquets, taillis...

Au-delà de l'aspect économique et d'une meilleure utilisation technique de la diversité de ces bois (et la phrase de Jacques Trocherie "*il n'y a pas de mauvais bois, il n'y que des mauvaises utilisations*", la partie tout aussi essentielle, la culture :

- Valorisation des connaissances en la matière et poursuivre la recherche sur ces essences du maquis dans les PFNL
- Soutien des traditions artisanales et du savoir ancestral de valorisation de ses essences, représentant un patrimoine culturel d'une valeur inestimable (preuve en est, la recherche de certains historiens en la matière, comme celle de Bernard Romagnan)
- La création (et/ou le maintien) d'emplois diversifiés liés à la gestion du maquis (pourtant, parfois largement majoritaire, mais il n'y a aucune spécialité en la matière, ce qui est quand même un paradoxe).

2. La racine - quelle économie peut-on en dégager ?

On peut trouver la racine d'arbousier en vente à 100€ le kg en moyenne, notamment sur certains sites comme François Nature Herboristerie (voir ci-contre la photo), utilisé contre l'hypertension et une meilleure circulation. Cependant, cette valorisation, certes millénaire (utilisée dès l'époque romaine), est marginale. Comme la souche, c'est une valorisation que l'on peut ranger dans la catégorie "économie d'opportunité", donc lors de travaux de dessouchage, à l'occasion de travaux.



La posologie en décoction est entre 5 et 8 grammes de racines pour 250 ml d'eau, fréquence à adapter selon le besoin.

3. L'écorce - quelle économie peut-on en dégager ?

Nous n'avons pas pu trouver de produit de référence, pouvant confirmer la recherche bibliographique. Actuellement, il n'y a pas grand-chose, pour ne pas dire rien, à part sûrement des valorisations marginales. Cependant, son potentiel est connu, son utilisation historique, et notre étude menée avec l'Université et NissActive a permis d'engager une vaste recherche pour une valorisation cosmétologique de cette essence aux très bons résultats lors des tests en laboratoire. Notre recherche a donc permis de compléter la connaissance sur le sujet et de rendre concret cette démarche via un produit qui sera à base de feuille et d'écorce, le prototype est prévu pour fin 2023. La valorisation sera également lors de coupes d'arbousier, notamment lors de travaux DFCI, cela permettra de mieux valoriser les produits issus des coupes dites de sécurité.

4. Le feuillage – quelle économie peut-on en dégager ?

A. Actuellement

Le feuillage séché est vendu 11€ les 100 grammes (herboristerie.com, origine Maroc – également sur François Nature, prix sensiblement le même – 10,50€)



B. Pour un développement futur

Un sécheur pour les feuilles coûte entre 600 et 1200€, c'est un bon moyen de valorisation, reste à développer le marché et à optimiser le produit en termes de goût (quoiqu'au Portugal, la tisane de feuilles d'arbousier est courante, donc c'est aussi une question d'éducation et de communication).

C. Exemple de fiche produit pour un contrat de vente ou d'exportation

La fiche produit type est bien sûr à adapter au contexte de la vente, notamment le besoin dans certaines conditions de précisions sur la station climatique du prélèvement.

NOM COMMUN : Arbousier / NOM BOTANIQUE : Arbutus unedo

Partie utilisée (entourer) : Racines/Bois/Écorces/Feuilles/Fleurs/Fruits

IDENTIFICATION -----

Règne : Plantae / Ordre : Ericales / Famille : Ericaceae / Genre : Arbutus /

Synonymes : Arbre aux fraises

UTILISATIONS : (A adapter selon l'extrait de l'arbousier – par ex. capacités antioxydantes qui sont communes à tous les extraits).

Expéditeur :

Société

PRODUCTION

Région de culture : la Sainte-Baume

Port végétal : 5-10 mètres de haut

TRANSFORMATIONS APRÈS RÉCOLTE : séchage, extraction

Conditions de culture : en zone naturelle.

Rendement à l'hectare : sec (----) / Frais (-----) / HE (kg)

Commercialisation :

Prix d'achat :

Prix de vente :

D. Exemple de contrat type - feuillage

CONVENTION DE RÉCOLTE
DE FEUILLAGE FORESTIER

Entre les soussignés :

Association /exploitant/entreprise _____ représentée par :

Madame/Monsieur _____, occupant la fonction de _____

Demeurant à : _____

Agissant pour le compte de : _____

Ci-après dénommé le Vendeur

d'une part

Et :

Madame/Monsieur _____, occupant la fonction de _____

Demeurant à : _____

Agissant pour le compte de : _____

Ci-après dénommé l'Acquéreur

d'autre part

Il est convenu et arrêté ce qui suit :

Article 1. - OBJET DE LA CONVENTION

Le vendeur qui gère, pour le compte de ses adhérents et suivant ses statuts, des travaux forestiers, autorise l'acheteur à cueillir du feuillage forestier suivant les modalités suivantes :

Article 2. - NATURE DU FEUILLAGE

Les espèces à cueillir sont :

-
-
-

Les tiges coupées étant destinées à (compléter, par ex. à la décoration florale), il est entendu que l'acheteur choisira les produits en fonction de leur qualité et de leur taille.

Article 3 - SITES

Les sites de cueillette sont définis par cartographie sur plan ci-joint. Les limites d'exploitation voire les arbres concernés seront définis par le vendeur sur le terrain. Les parcelles cadastrales concernées par la présente convention sont :

-
-
-

Article 4 - CONDITIONS DE COUPE - ENLÈVEMENT DES PRODUITS

Le vendeur devra être averti 48 heures avant chaque période de cueillette. La cueillette sera effectuée au sécateur, les tiges prélevées dans le cadre d'une éclaircie seront coupées ras de souche. Aucun rebut de coupe ne devra rester sur place.

L'acheteur s'engage à utiliser du personnel dans le strict respect de la réglementation du travail en vigueur, notamment celle liée à ce type d'activité. Les produits, devront être estimés et pourront être enlevés à chaque fin de journée. Le vendeur pouvant vérifier à tout moment la quantité prélevée.

Article 5 - FICHE JOURNALIÈRE DE LA COUPE

Une fiche journalière de coupe devra être tenue par l'acheteur, elle mentionnera :

- Le n° de parcelle cadastrale, la date, l'espèce cueillie,
- Le nombre de coupeurs, le nombre de tiges coupées, le temps de coupe.

Ces fiches de terrain pourront être consultées à tout moment par le vendeur.

Article 6 - QUANTITÉS CUEILLIES - PAIEMENT

En fin de chantier de coupe, un bilan contradictoire sera effectué entre le vendeur et l'acheteur portant sur la quantité globale coupée, le nombre de coupeurs, et le nombre de jours nécessaires pour récolter cette quantité. Au vu de ce bilan, un prix sur pied de la matière première sera défini. Il ne pourra en aucun cas être inférieur à €/tige, toutes espèces confondues. Les prix sont entendus hors taxe.

Le paiement sera effectué dans un délai de 30 jours en fin de récolte et sur présentation de la facture par le vendeur.

Article 7 - EXCLUSIVITÉ

Le vendeur s'engage à ne pas concéder d'autres autorisations de coupe sur le même site pendant la durée de la convention.

Article 8 - CIRCULATION SUR LES PISTES

L'acheteur s'engage à respecter la réglementation en vigueur concernant la circulation sur les pistes et sur les voies ouvertes à la circulation. Tout accès sera notamment interdit au sein des massifs forestiers lors des journées rouge définies par le préfet. Dans tous les cas, les barrières DFCI devront être maintenues fermées.

Article 9 - DURÉE DE LA CONVENTION

La présente convention est établie pour une durée de 3 mois, du au
Son renouvellement devra faire l'objet d'une nouvelle convention.

Article 10 - RÉSILIATION

La présente convention pourra être résiliée à tout moment par le vendeur en cas de non-respect des articles précédents de la part de l'acheteur. Par ailleurs, si le vendeur constate de faux renseignements portés sur la fiche de terrain (article 5), la présente convention sera résiliée sans aucun préavis.

Fait en 2 exemplaires, à, le

Mention "Lu et Approuvé"

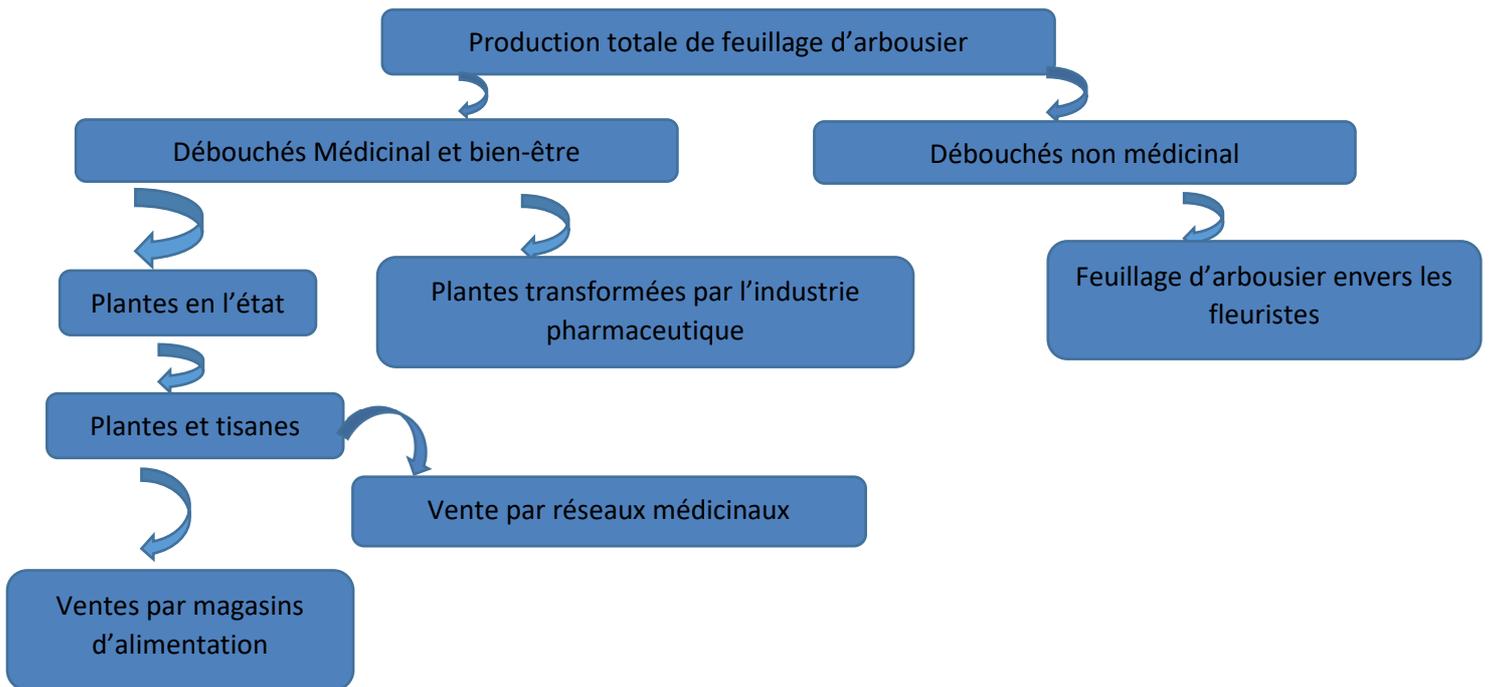
Signature de l'Acheteur

Mention "Lu et Approuvé"

Signature du vendeur

E. Quelle dynamique et création de flux économique ?

1. Schéma de la dynamique de valorisation du feuillage



A noter, qu'au vu de son historicité en termes de fourrage pour les animaux et de ses propriétés, cela pourrait également être un débouché, notamment dans l'industrie fourragère.

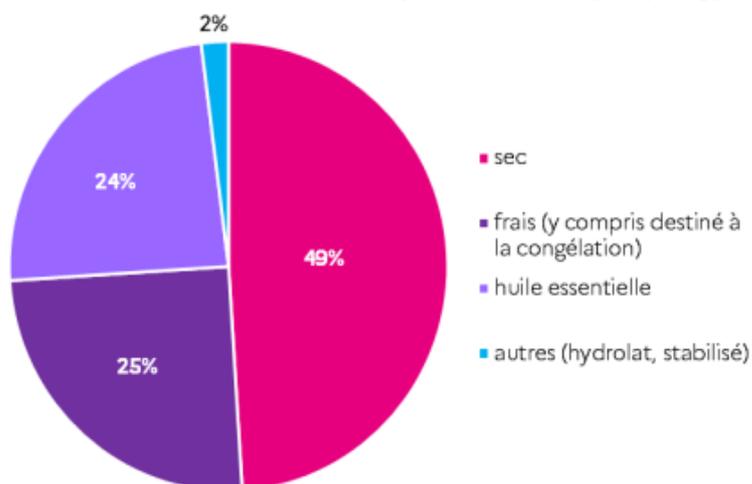
Tendances de certains marchés français (non exhaustif) par secteur d'utilisation

Marchés		Chiffre d'affaires 2019 en France	Tendance globale en France
Homéopathie		217,5 M€ estimés en 2018	-
Compléments alimentaires		1,99 Md€	↗
Huiles essentielles		202 M€ en pharmacie, parapharmacie	↘
Gemmothérapie		3,5 M€ en pharmacie et parapharmacie	↗
Infusions	Global	170 M€ en GMS, pharmacie et parapharmacie	→
	Bio	54 M€ en GMS, pharmacie et parapharmacie	↗
Herbes de Provence	Global	10,4 M€ en GMS	↘
	Label Rouge	1,4 M€ en GMS	↗
	Bio	703 000 € en GMS	↗
Thym		6,2 M€ en GMS	↗
Arômes alimentaires		624 M€	↗
Cosmétiques naturels et bio		757 M€ en 2018	↗
Fragrances		-	↗

Sources : Données Openhealth, IRI, Synadiet, SNIAA, Prodarom, Cosmebio

Globalement, et ce depuis plusieurs années, nous sommes sur un marché dynamique en progression.

Part de la valeur commerciale des plantes aromatiques par type de transformation en 2019



Source : Enquête FranceAgriMer auprès des groupements de producteurs

❖ Les différents acteurs de la filière des PAM (Plantes Aromatiques et Médicinales)

Les autorités publiques

Elles élaborent le cadre législatif. Enjeux : plusieurs espèces peuvent disparaître à cause de la cueillette non durable (cas du Liban, avec l'arbousier andrachne).

Les organismes de recherche

Les organismes de recherche universitaires ont lancé des programmes dans le domaine de la valorisation des PAM, avec aussi un axe recherche et développement, notamment des secteurs comme Grasse sont des moteurs dans le secteur (c'est le cas de notre étude d'ailleurs, NissActive est située à Grasse).

Les importateurs

Bien qu'ils ne soient pas spécialisés dans les plantes, mais, ils gèrent l'ensemble des importations du pays. Ils organisent et pilotent les circuits de commercialisation.

Les transitaires-intermédiaires

Sont les maillons décisifs de la chaîne de valeur des plantes aromatiques et médicinales. Les démarches administratives, les pratiques fiscales, les déclarations douanières sont les missions de ces transitaires (dans le cas d'exportation).

Les herboristes/fleuristes

Constituent un maillage particulier d'approvisionnement et de distribution de plantes sur l'ensemble du territoire. Ils jouent un rôle moteur sur le marché des PAM. Ils sont deux types :

- Ceux qui conditionnent et vendent leurs produits.
- Ceux qui vendent leurs produits sans emballages pour de la formulation par exemple.

❖ Pour quels prix ?

Les feuilles d'arbousier séchées sont entre 50 et 120€ le kg pour la tisane (selon nos recherches, l'écart-type est donc important).

Chez les fleuristes, les rameaux d'arbousier sont utilisés dans les compositions florales, interrogés, le marché aux fleurs d'Hyères a confirmé sa commercialisation mais n'a pas souhaité nous transmettre le prix pratiqué.

Enfin, concernant sa valorisation cosmétique, difficile pour le laboratoire d'établir un prix vu que la démarche de constitution du produit est encore en cours.

5. La fleur – quelle économie peut-on en dégager ?

A. La place de l'apiculture et son intérêt

L'apiculture représente une réelle filière économique, source d'emplois en milieu rural et péri-urbain. La région Provence-Alpes-Côte d'Azur est d'ailleurs la 2^{ème} région productrice de miel de France. En plus de leur rôle écologique fondamental, les abeilles ont donc une importance économique essentielle. Malheureusement, à cause de nombreux facteurs, la France importe aujourd'hui près de 60% de sa consommation.



©Stéphanie Singh – PNR Sainte-Baume

B. Exemple de convention apicole type

CONVENTION TYPE D'INSTALLATION ET DE SUIVI DE RUCHES

Commune de..... (.....) – Parcelle cadastrale

Entre représenté par,

Tél. : / Port. :

Courriel :

Désigné ci-après « le propriétaire » d'UNE PART

et

....., domicilié

Tél. : / Port. :

Courriel :

N° NAPI : / N° SIRET :

Désigné ci-après « l'apiculteur » D'AUTRE PART,

IL A ÉTÉ ARRÊTÉ ET CONVENU CE QUI SUIT :

Article 1 – Objet de la convention

Dans le cadre de....., il est apparu intéressant de valoriser un espace peuplé majoritairement d'arbousiers en le mettant à disposition d'apiculteurs intéressés. L'objectif est de motiver leur entretien régulier sur le long terme et de permettre la production de miels typiques (via l'amertume et la rareté de ce miel) sur des espaces préservés de tous pesticides ou polluants agrochimiques.

Dans ce but, le (par ex. PNR de la Sainte-Baume) met en relation des propriétaires volontaires et des apiculteurs.

Article 2 – Engagement de l'Apiculteur

L'apiculteur déclare avoir procédé avant l'installation :

- À la déclaration du rucher auprès de la Direction départementale de la cohésion sociale et de la protection des populations (DDCSPP) et du Groupement de Défense Sanitaire du département concerné ;
- À l'identification des ruches.

L'apiculteur fournira, chaque année, une attestation en cours de validité certifiant qu'il est assuré pour son activité apicole.

Pour toutes les interventions sur le rucher, l'apiculteur accèdera au site selon les modalités préalablement définies avec le propriétaire et spécifiée dans le compte-rendu de concertation (cf. annexe 1).

L'apiculteur s'engage à :

- Conduire les ruches en respectant les bonnes pratiques de l'apiculture telles que définies dans le guide pratique de l'ITSAP ;
- Prendre connaissance des pratiques de gestion favorables au maintien de l'espace (cf. annexe 3 : fiche habitat) ;

L'apiculteur sera tenu de faire connaître par avance un numéro de téléphone pour le contacter en cas d'urgence.

Dans le cas où une ruche serait particulièrement agressive, l'apiculteur procédera à un changement de reine ou au remplacement de l'essaim.

L'apiculteur s'engage à entretenir les alentours du rucher, tel que défini d'un commun accord avec le propriétaire, son éventuel locataire de chasse et l'animateur dans le compte-rendu de concertation (cf. annexe 1).

En contrepartie de la mise à disposition d'un emplacement, l'apiculteur fournira chaque année au propriétaire du miel et/ou des produits de la ruche, si possible en provenance du site.

L'apiculteur s'engage à rendre les lieux propres, totalement évacués de tous matériaux.

Article 3 – Engagement du propriétaire

Le propriétaire s'engage à mettre à disposition gracieusement, un emplacement de.....m² pour l'implantation de ruches (cf. annexe 2 : plan de localisation).

Afin d'entretenir les ruches ou de procéder à la récolte de miel, l'apiculteur doit pouvoir accéder le plus librement possible à celles-ci. Le propriétaire s'engage donc à lui faciliter l'accès à toute heure de la journée et en soirée, week-end et jours fériés inclus à l'exclusion de..... et de tout autre cas particulier spécifié dans le compte-rendu de concertation (cf. annexe 1)

Le propriétaire s'engage à entretenir, directement ou par l'intermédiaire de....., l'espace mis à disposition, conformément aux actions arrêtées dans le compte-rendu de concertation (cf. annexe 1).

Article 4 – Durée

La convention est conclue pour une période d'un an, renouvelable par tacite reconduction.

Article 5 – Avenant

Toute modification des conditions ou modalités d'exécution de la présente convention, définie d'un commun accord entre les parties, fera l'objet d'un avenant.

Article 6 – Résiliation

En cas de non respect par l'une ou l'autre des parties des engagements respectifs inscrit dans la présente convention, celle-ci pourra être résiliée de plein droit, par l'une ou l'autre partie, à l'expiration d'un délai de trois mois suivant l'envoi d'une lettre recommandée avec accusé de réception.

Fait en deux exemplaire, à, le

L'apiculteur :

M..... ,

Le propriétaire ou son représentant¹

M.....

¹ L'adhérent doit être en mesure de fournir une attestation de pouvoir du signataire, et lorsque nécessaire, une délibération de l'organe compétent.

Annexes :

- Compte-rendu de concertation
- Plan de localisation
- Fiche habitat

C. Perspectives

Les perspectives de développement de l'hivernage des ruches sur un peuplement d'arbousier peut être intéressantes, d'une part pour nourrir les abeilles dans une période particulièrement difficile pour elle, mais aussi via plusieurs objectifs :

Objectifs sociétaux : promouvoir un rapprochement entre les producteurs et les consommateurs (afin de découvrir de nouveaux goûts !), développer de nouveaux produits identitaires, etc. ;

Objectifs pédagogiques : transmettre des savoir-faire, valorisation du patrimoine culinaire (l'arbousier est associé à la Corse et non à notre région, alors que nous avons un peuplement important) en développant et soutenant la recherche ;

Objectifs économiques : développer l'emploi local à partir de la valorisation et de la vente des ressources locales - en l'occurrence le miel et sa production, valoriser un miel à forte valeur-ajoutée (aux alentours des 35€ le kg !) ;

Objectifs patrimoniaux : préserver et valoriser la diversité du patrimoine naturel local, mieux valoriser nos ressources.

Que ce soit transformé ou naturel, le miel d'arbousier a du potentiel sur notre territoire, à associer avec l'image d'un territoire et en respectant les aléas de récolte, sans mettre en péril la survie du rucher.

6. Le fruit - quelle économie peut-on en dégager ?

A. Témoignage d'un des acteurs principaux de l'étude

Émilien Wallace, apiculteur, castanéiculteur, pâtissier, confiseur et propriétaire forestier. A développé 5 produits avec de l'arbose (crème de marron à l'arbose, confiture de figes et arbouses, confiture de fraises et arbouses, pain des abeilles à l'arbose, sirop à l'arbose)

“L'arbose est un fruit très intéressant qui a son lot de problématiques : tout d'abord la texture, les pépins qui sont très fins et donc compliqués à enlever, mais suffisamment gros pour être gênant s'ils sont présents en trop grand nombre dans une recette. Ensuite, son acidité qui peut être un atout pour donner un peu de caractère à une recette mais qui peut être un inconvénient gustatif, c'est mon point de vue par exemple pour la crème de marrons à l'arbose : le mélange châtaignes et acidité me dérange.

Ensuite, c'est un fruit avec son lot de flore bactérienne et levure à la surface. J'ai pu l'expérimenter en l'ajoutant dans une recette de pain d'épices que j'ai laissé lever toute une nuit : fermentation spontanée. Ce genre de comportement peut être problématique en brasserie, mais intéressant pour lancer un levain par exemple.

En tant que propriétaire forestier et confiseur, je suis heureux d'avoir pu participer au projet de valorisation de l'arbose, cela m'a montré à quel point ce petit fruit peut être extraordinaire. Je suis impatient d'arriver à la prochaine saison de récolte afin d'aller les prélever dans mon terrain et de les incorporer à ma gamme de crème de marrons, confiture de figes et pain d'épices. Dans l'idée d'aller jusqu'au bout dans la démarche, j'ai transhumé des ruches sur l'arbousier en automne afin d'essayer de récolter ce miel si particulier.”

B. Exemple de convention de récolte

Convention de récolte - arbouses

Entre les soussignés :

Association /exploitant/entreprise _____ représentée par :

Madame/Monsieur _____, occupant la fonction de _____

Demeurant à : _____

Agissant pour le compte de : _____

Ci-après dénommé le Vendeur

d'une part

Et :

Madame/Monsieur _____, occupant la fonction de _____

Demeurant à : _____

Agissant pour le compte de : _____

Ci-après dénommé le Cueilleur

d'autre part

Il est convenu et arrêté ce qui suit :

Article 1. - OBJET DE LA CONVENTION

Le vendeur qui gère, pour le compte de ses adhérents et suivant ses statuts, des travaux forestiers, autorise le cueilleur à cueillir des arbouses suivant les modalités suivantes :

Article 2. - NATURE

Les arbouses sont destinées à (compléter, par exemple : projet de recherche, production de confiture, ou autres), il est entendu que le cueilleur devra prendre la plus grande attention au milieu.

Article 3 - SITES

Les sites de cueillette sont définis par cartographie sur plan ci-joint. Les limites d'exploitation voire les arbres concernés seront définis par le vendeur sur le terrain. Les parcelles cadastrales concernées par la présente convention sont :

-
-
-

Article 4 - CONDITIONS DE RÉCOLTE

Le vendeur devra être averti 48 heures avant chaque période de récolte. La cueillette sera effectuée avec la plus grande attention (sans secousse des tiges pouvant faire tomber les fleurs), sans compromettre la prochaine récolte (via une récolte non maîtrisée, ayant pour conséquence la perte de fleurs massives, particulièrement fragile) et dans le respect du milieu. En outre, aucun déchet ne devra rester sur place.

Le cueilleur s'engage à utiliser du personnel dans le strict respect de la réglementation du travail en vigueur, notamment celle liée à ce type d'activité.

Article 5 - FICHE JOURNALIÈRE DE RÉCOLTE

Une fiche journalière de récolte devra être tenue par le cueilleur, elle mentionnera :

- Le n° de parcelle cadastrale, la date ;
- Le nombre de cueilleurs, le nombre de kg récoltés, le temps de récolte.

Ces fiches de terrain pourront être consultées à tout moment par le vendeur.

Article 6 - QUANTITÉS CUEILLIES - PAIEMENT ou ÉCHANGE

En fin de récolte, un bilan sera effectué entre le vendeur et le cueilleur portant sur la quantité globale récoltée, le nombre de récolteurs, et le nombre de jours nécessaires pour récolter cette quantité, tout en vérifiant le bon état du terrain. Au vu de ce bilan, soit un prix sera défini entre les parties ne pouvant être inférieur à€ le kg, soit un échange sera décidé (fourniture de produits obtenus).

Le paiement, si cette option est choisie, sera effectué dans un délai de 30 jours en fin de récolte et sur présentation de la facture par le vendeur.

Article 7 - EXCLUSIVITÉ

Le vendeur s'engage à ne pas concéder d'autres autorisations de récolte sur le même site pendant la durée de la convention.

Article 8 - PÂTURAGE - TRAVAUX D'ENTRETIEN

Le vendeur pourra poursuivre ses programmes d'entretien de travaux par toute technique qu'elle jugera utile. Elle s'engage à avertir le cueilleur 2 mois à l'avance de toute intervention.

Article 9 - CIRCULATION SUR LES PISTES

Le cueilleur s'engage à respecter la réglementation en vigueur concernant la circulation sur les pistes et sur les voies ouvertes à la circulation.

Article 10 - DURÉE DE LA CONVENTION

La présente convention est établie pour une durée de 2 mois correspondant à la période de maturité du fruit, du au Son renouvellement devra faire l'objet d'une nouvelle convention.

Article 11 - RÉSILIATION

La présente convention pourra être résiliée à tout moment par le vendeur en cas de non-respect des articles précédents de la part du cueilleur). Par ailleurs, si le vendeur constate de faux renseignements portés sur la fiche de terrain (article 5) ou de dégradation du terrain, la présente convention sera résiliée sans aucun préavis.

Fait en 2 exemplaires, à, le

Mention "Lu et Approuvé"

Signature du cueilleur

Mention "Lu et Approuvé"

Signature du vendeur

C. Quelle valeur, quelle suite ?

Ovide, poète romain, dans Les Métamorphoses *“les hommes cueillaient les fruits de l'arbousier, les fraises des montagnes, les cornouilles, les mûres qui pendent aux rondes épineuses et les glands tombés de l'arbre de Jupiter aux larges ramures”*, sa valorisation, certes millénaire, reste fortement marginale dans notre région, où l'arbousier est certes le compagnon des promeneurs et chercheurs de champignon, mais rien de plus.

En ce sens, difficile de donner une valeur à quelque chose qui n'en a pas, cependant, en ayant interrogé tous nos transformateurs, on a pu conclure à un prix accepté à **5€ le kg (à destination des transformateurs)**, pour une transformation en bière, confiture, confiserie ou alcool (liqueur et eau de vie), les 3 essentielles valorisations, ayant pu montrer, qu'au delà de la réussite des recettes respectives, le succès commercial pouvait être au rendez-vous.

C'est d'ailleurs en ce sens, que malgré la fin de cette étude, certains de nos prestataires ayant participé à cette recherche financée sur le potentiel des arbouses ont décidé d'en poursuivre leur valorisation, c'est le cas :

- De l'Association l'Économe : confiture à l'arbose, vendue 5€ le pot de 250 gr,
- Du Comptoir de l'Alchimiste : liqueur d'arbouses à 11€ les 25 cl, eau de vie à 19€ les 25 cl,
- D'Émilien Wallace : confiture d'arbouses/fraises, confiture d'arbouses/figues, crème de marron à l'arbose, pain d'épices aux arbouses - tous vendus 6€ le pot de 350gr et 20€ les 4
- Et de la Brasserie Carteron : bière à l'arbose - désormais vendu 6€ la bouteille de 33cl par le château Léoube.

Au-delà de cette liste, certains porteurs de projets pensent à intégrer l'arbose dans leur business plan, c'est le cas de 2 brasseries artisanales (en phase de lancement) dans le Var.



©Nicolas Plazanet – Forêt Modèle de Provence

7. Conclusion

Malgré son intérêt que l'on a pu montrer et développer précédemment, l'utilisation de toutes les composantes de l'arbousier sont marginales dans le monde (à part au Portugal où une réelle filière existe), et quasi inexistante dans notre région, à noter également la difficulté de la récolte et son côté aléatoire (le fruit met un an à arriver à maturité, donc un an de risques : pluie, vent, grêle, épisode de sécheresse, enfin les fruits ne mûrissent pas en même temps).

Cependant, au-delà du Portugal, le Liban utilise aussi beaucoup l'arbousier (il y a 2 variétés sur son sol : unedo - rarement présent cependant, et andrachne), et notamment son feuillage auprès des fleuristes, et toutes les autres parties en diverses utilisations. A tel point, que la préservation de l'arbousier en milieu naturel est devenue un enjeu dans le pays (coupé dans la nature, victime du surpâturage et de l'urbanisme galopant).

Au vu des problématiques, de l'état de la ressource et de son potentiel, et si la meilleure idée de valorisation était la cosmétique, ayant moins besoin de quantités, pour développer une filière et des produits ?

Dans le domaine des cosmétiques, de très nombreuses molécules utilisées comme principes actifs, ou comme éléments de texture, sont d'origine végétale. Les plantes méditerranéennes y ont une place de choix : d'une part grâce à leur grande diversité, d'autre part grâce à leur richesse en principes actifs, liée notamment au besoin de lutter contre la sécheresse ou les agresseurs.

L'arbousier, comme nous l'avons vu, est déjà utilisé en tant que diurétique, antiseptique urinaire, anti-diarrhéique, astringent, dépuratif et anti hypertenseur dans la médecine traditionnelle. Les extraits possèdent un potentiel pharmacologique avec des activités antibiotiques, antifongiques, antiparasitaires attribuées à la présence des tanins, flavonoïdes et autres composés phénoliques.

Cependant, les études sont partielles et le développement encore peu présent.

Les tests ont pu montrer que l'arbousier présente des activités anti-oxydantes, anti-âges et anti-inflammatoires au réel potentiel, devant être validé par des tests plus poussés ou complémentaires, avant de pouvoir être valorisé économiquement, et ce sera le sens du projet en phase 2 (= développement) qui concerne le feuillage et l'écorce.

Le marché de la cosmétique naturelle est en plein essor, le choix des consommateurs s'oriente maintenant vers des produits composés d'ingrédients naturels pour des raisons de santé personnelle ou de préservation de l'environnement. Les ingrédients naturels obtenus à partir de plantes connaissent une forte croissance grâce aux nouvelles technologies innovantes d'extraction. Les consommateurs attendent aussi une efficacité prouvée de ces ingrédients, et aujourd'hui, les formulateurs cosmétiques ont recours à plusieurs nouveaux produits innovants. Les activités de ces produits sont attestées à l'aide de tests d'activité *in silico*, *in vitro*, *ex vivo* ou encore *in vivo*

Dans cette étude, nous avons voulu mettre en valeur une essence emblématique de la flore méditerranéenne, connue pour ses bienfaits mais moins étudiée que certaines, comme, bien sûr, le Thym et Romarin.

Au-delà de ce réel potentiel en cosmétique, certains produits développés ont pu montrer leur intérêt économique, comme la bière à l'arboise, la liqueur ou encore toute la gamme de confiture ou de miel, des produits ayant trouvés leur public et dont la valorisation pourra continuer au sein du PNR de la Sainte-Baume, avec l'engagement des propriétaires, des associations relais et des transformateurs locaux.

Témoignage

Xavier Fernandez, responsable du groupe de recherche Métabolome et Valorisation de la Biodiversité Végétale (MVBV) de l'Institut de chimie de Nice, Unité Mixte de Recherche (UMR) Université de Côte d'Azur/CNRS : *“on a validé l'intérêt cosmétique de plusieurs parties de l'arbousier, en partenariat avec une start up issue de nos labos, NissActive, on est en train de co-développé dans le cadre d'une thèse, un ou plusieurs actifs de soins cutanés. Le projet est bien avancé, on est à l'avant dernière étape, de l'extraction des actifs. Puis ensuite les tests d'innocuité, avant mise sur le marché.*

L'arbousier est une espèce courante de nos massifs, pourtant il reste encore beaucoup de choses à découvrir. Parfois on connaît mieux les plantes d'Amazonie que les nôtres”.

6. Perspectives et débouchés suite à cette étude – Quel schéma global de valorisation penser ?

Voici ci-après, plusieurs propositions d'actions pilotes, autour de l'arbousier et des PFNL dont il fait partie.

1. PRÉSERVER LA DIVERSITÉ ÉCOLOGIQUE DES MILIEUX NATURELS

En valorisant les PFNL, souvent plus résilientes et rendant de grands services environnementaux (maintien des sols, lutte contre l'érosion, source de nourriture envers la faune et les pollinisatrices).

2. DÉVELOPPER UNE FILIÈRE ÉCONOMIQUE DURABLE

A. En favorisant la gestion durable des forêts, des maquis

Pour les services qu'elle rend :

- Services dit d'approvisionnement : alimentation, fibre, combustible, substance biochimique ;
- Services dit culturels : activité de loisirs, systèmes de connaissances, valeur de paysage ;
- Services dit de régulation : pollinisation, maintien des pollinisatrices dans les saisons pauvres dans le cas de l'arbousier, régulation du climat, régulation de l'érosion, purification de l'eau, etc. ;
- Services dit de soutien : production primaire, formation et production d'oxygène atmosphérique, cycle de l'eau et rétention des sols, régénération post-incendie

- Favoriser une exploitation raisonnée et adaptée des ressources des PFNL - en faire une spécialité et développer la formation de gestion de ces espaces
- Promouvoir l'agroforesterie, qui permet une diversification des productions, une réduction du risque incendie et un maintien de la vocation forestière, par une politique d'aides aux plantations

B. En développant et en structurant les filières

- Organiser la mobilisation des bois - même ceux non, peu ou mal valorisés
- Maîtriser la qualité des bois (exploitation et produits) et développer l'usage des ressources locales
- Conforter l'existant et soutenir l'innovation des artisans locaux
- Maintenir et mettre en valeur l'**identité territoriale**

C. En développant l'utilisation des bois locaux

Identifier les débouchés, faire une étude de marché, analyser l'économie du producteur au consommateur pour déceler les difficultés, mener une politique volontariste et **encourager des projets concrets en faveur du territoire.**

- Identifier les débouchés
- Faire une étude de marché
- Analyser l'économie du producteur au consommateur pour déceler les difficultés
- Mener une politique volontariste et **encourager des projets concrets en faveur du territoire.**

3. CONTRIBUER À LA RÉGULATION DU CYCLE DU CARBONE

- Préserver la surface boisée (cependant, la surface boisée n'est pas de qualité homogène, certains boisements résultent de la déprise agricole et sont porteurs de risques incendie - ils peuvent être des zones de test de plantation)
- Préserver le capital carbone des sols forestiers
- Encourager la sylviculture et la consommation des produits favorable au stockage de carbone
- Suivre l'avancée des recherches en cours (notamment du Portugal, très au fait sur les PFNL et l'arbousier)
- Établir une fiche ou un dossier pédagogique sur l'état de la recherche concernant les capacités de stockage de carbone selon la typologie des boisements, le capital carbone des sols forestiers compte tenu de la typologie des sols au niveau local
- Mener des essais de plantation d'arbousier dans une politique DFCI (essais préconisés par la Région)

4. ANTICIPER LES EFFETS DU CHANGEMENT CLIMATIQUE

- Organiser un programme de plantation de plusieurs variétés dont l'Andrachne, et mener un suivi, sans occulter la partie économique, ce n'est d'ailleurs pas antinomique.
- Participer au suivi sanitaire des peuplements
- Développer la diversité génétique des essences forestières pour une meilleure résilience
- Promouvoir une sylviculture adaptée au changement climatique et une gestion différenciée

En conclusion, sur le sujet de l'arbousier, comme sur beaucoup, on peut toucher absolument tous les sujets, du pastoralisme à la DFCI, en passant par la captation carbone et le changement climatique (des études seraient importantes à initier avec les instances de recherche intervenant sur la forêt méditerranéenne - INRAE, mais aussi le CNRS Marseille qui va mener une étude sur la captation carbone -), il serait intéressant de poursuivre la dynamique enclenchée dans le cadre de cette étude, preuve en est, le succès du rendu de l'étude à Belgentier et l'échos médiatique obtenu (très important et national !), tout en saluant l'engagement de nombreuses structures et personnes à nos côtés.

En ce sens, et au-delà d'organiser des visites ponctuelles sur site, au-delà d'un éventuel projet de plantation, il serait intéressant de créer une occasion annuelle de rencontres entre les différents acteurs engagés, pour partager les préoccupations de chacun, communiquer auprès du public, des propriétaires forestiers, s'informer sur les recherches récentes et l'actualité et d'initier une démarche d'échange avec le Portugal et son modèle de valorisation de l'arbousier avec tous les maillons de la chaîne et ses produits identitaires.

7. Conseils de plantation

Par Jean-Laurent Félizia, pépiniériste, spécialiste du biome méditerranéen

L'arbousier, quelle que soit l'espèce ou la variété ou cultivar, est un arbrisseau qui doit apprendre à grandir. Le jardinier doit s'emprunter et permettre au sujet de s'installer avec le temps.

S'il fallait choisir une taille idéale pour le planter, mieux vaudrait opter pour un sujet entre 40 et 60 cm de hauteur, bien raciné et dont le pot n'excédera pas 5 litres. Plus gros, l'enjeu serait différent. Il faudrait alors que le sujet ait reçu des soins en pépinière qui ne l'aient pas contraint à s'effiler et à montrer un port trop frêle pour être en difficulté une fois planté. En réalité, tout arbousier qui soit, il a besoin de construire son pied, sa souche, son lignotuber, cet organe qui sera son socle tout au long de sa croissance et de son développement. C'est bien cet organe qui l'aidera à surseoir à tout accident mécanique, au feu ou encore au dépérissement de son houppier lorsqu'il aura atteint un âge canonique.



Si vous plantez un arbousier, choisissez plutôt un sujet trapu, peu élevé et ne lui conférez pas un trou trop important car il pourrait « se noyer » dans trop de terre ameublie. On considère que pour certains sujets arborescents, l'idée généreuse de préfabriquer un trou pour aider l'acclimatation du sujet peut être contre-productive. En effet quelquefois, les apports constitutifs de terre amendée sont de nature à leurrer une plante pendant un certain temps avant que celle-ci ne passe outre ces horizons de sol et touche la réalité du sol naturel. Mieux vaut creuser une fosse profonde, ne pas mélanger les horizons de sol, autrement dit garder l'horizon stérile au plus profond et préserver les zones fertiles à proximité de la motte du sujet en pot.

Et si le jeune sujet est intégré à un couvert végétal déjà planté en arbousier, le fait de pailler la cuvette de plantation de feuilles pour apporter tanin, protection anti-transpirante et matière organique naturelle ne sera que propice à mettre le sujet en lien avec les conditions naturelles du milieu.

Concernant la période de plantation, l'automne (de Novembre à Mars) simplifie beaucoup le suivi d'arrosage malgré la récurrence d'hivers de plus en plus secs. Toutefois, les températures plus clémentes et la période de jours courts faciliteront un enracinement qui prémunit pour l'été suivant le sujet contre tout stress hydro-thermique. Cet arbrisseau xérophyte pourrait laisser croire qu'une exposition ensoleillée serait idéale. Or, les jeunes sujets se satisferont toujours d'une exposition à l'Est et de peu de soleil couchant, souvent trop brûlant. La mi-ombre en été peut être un gage d'installation et de prospérité. Même si les ERICACEAE sont des plantes majoritairement acidophiles, l'arbre aux fraises peut se complaire dans des sols acides mais également calcaires si faible en calcaire actif.

Sa croissance est lente, mais cette particularité donne à l'arbre les meilleures chances de perdurer. Son port en cépée peut être synonyme de meilleure résistance aux vents. C'est souvent dans cette posture qu'on le rencontre dans le maquis méditerranéen ou le chaparral californien. Si sa croissance est lente, le geste du jardinier est précieux pendant les cinq premières années après sa plantation et avant de lâcher prise avec son développement autonome. En effet, s'il ne faut surtout pas se laisser tenter à l'élever en coupant des branches basses, ce qui nuirait à sa stabilité, un pincement des bourgeons apicaux peut subvenir au besoin de former sa souche et le mettre en bonnes conditions de réserves et de cellules régénératrices.

Fumier, terreau, tourbe, amendement de quelque facture que ce soit ? Mon avis est de limiter les intrants et de faire avec la nature de sol en présence en préservant le plus possible le milieu souvent plus riche en champignons mycorhiziens que tout l'or du monde. Quant à l'arrosage, mieux vaut un apport conséquent que de menues doses qui ne feraient pas office d'orages méditerranéens. De même, le bassinage (aspersion du feuillage) peut concilier arrosage et humidité ambiante surtout quand on sait que les plantes du biome méditerranéen captent l'eau dont elles ont besoin à 60% par les feuilles. C'est ainsi que les arbousiers vivent... longtemps et sûrement !

Fournisseurs :

- Pépinière Filippi (34 - Mèze),
- Mouvements et Paysages (83 - Le Lavandou),
- Pépinière de l'Armalette (83 - Sillans-La-Cascade),
- Pépinière de Vaugines (84 - Vaugines).

Des idées de plantation ? effectivement, cela aurait tout son sens et pourrait s'accompagner d'un travail de suivi et de sélection des meilleures variétés vis-à-vis du changement climatique, en ce sens, 2 conventions nous semblent utiles : une concernant la plantation - à adapter bien sûr, et une autre concernant la protection de la plantation.



CONVENTION DE MISE À DISPOSITION D'UN VERGER CONSERVATOIRE

Convention passée entre le _____ dont le siège social est à _____ dont
l'objet est _____.

Représentée par son représentant légal : Madame/Monsieur _____ en qualité
de _____

Et Mme/M. _____, résidant au _____

Il est convenu :

Que ____ plants d'arbousiers, de variété _____ sont plantés sur la propriété de
Mme/M. _____ au _____ (préciser l'adresse).

Ces _____ plants sont situés _____ (donner des précisions sur la
situation géographique de la parcelle).

Ces plants serviront à étudier l'impact du changement climatique pour un verger conservatoire
choisis par les soins du _____ (donneur d'ordre, PNR ou autres). Le
_____ a le droit de prélever des greffons sur ces arbres pour la multiplication
de ces variétés.

Le _____ est responsable des travaux qui seront effectués sur ces arbres
(greffage, élagage, prise de greffons...). Il en supportera les frais.

L'arrosage est effectué par M. _____

La récolte éventuelle d'arbouses appartiendra à M. _____

M. _____ ne pourra être tenu pour responsable de la mort de ces plants de
quelque manière qu'elle survienne.

Fait en deux exemplaires à _____, le _____

M. _____

M. _____

CONVENTION DE SUBVENTION DE MATÉRIEL POUR GRILLAGE

Convention passée entre le _____ dont le siège social est à _____ dont l'objet est _____.

Représentée par son représentant légal : Madame/Monsieur _____ en qualité de _____

Et Mme/M. _____, résidant au _____

Il a été convenu et arrêté ce qui suit :

Subvention à hauteur de 50 % du montant HT d'une clôture électrique sur le même périmètre qui a été réalisé en grillage. Ce matériel est destiné à la protection de la plantation d'arbousiers (rappeler le cadre de la plantation : étude variétale, étude changement climatique, étude à valeur de production) sur la commune de _____, section _____, lieu-dit _____, parcelles n° _____.

Appartenant à : Mme/M. _____

Le bénéficiaire, propriétaire du matériel, s'engage à veiller au bon fonctionnement quotidien de l'installation.

Fait en 2 exemplaires à _____, le _____

LE BÉNÉFICIAIRE,

LA/LE PRÉSIDENT.E,



8. Les produits ayant permis la conduite de cette étude

L'étude très ambitieuse a permis de valoriser et d'étudier toutes les parties de l'arbousier, il sera donc difficile d'être exhaustif sur tous les produits mis en place, sans être redondant, mais complémentaire par rapport aux dires précédents.

Racine



©Nicolas Plazanet – Forêt Modèle

- Envoi et étude en laboratoire
- Recherche bibliographique et d'opportunité
- Pas de produit mis en place

Bois

- Envoi des échantillons et étude en laboratoire
- Recherches historiques et sur les différents usages (notamment dans le secteur de la musique)



©Nicolas Plazanet – Forêt Modèle

Les élèves de l'école de tournage sur bois Escoulen ont pu travailler sur du bois mis à disposition par le Département du Var à l'occasion de travaux le long d'une route départementale. Le retour d'expérience est noté précédemment, à noter visuellement, la très belle couleur de l'arbousier. En termes de matière première, il a également été tourné de la souche d'arbousier.

Objets créés : bols et vases, abat-jours, sculptures tournées



Aussi, le développement de produits de placage via Charles Dutelle, actuellement commercialisé

Ci-contre, une sculpture représentant un arbousier, sculpté dans une souche d'arbousier, offerte au Parc Naturel Régional de la Sainte-Baume.



Ci-dessus, la souche d'arbousier en placage



A gauche le tronc d'arbousier
en placage.

Écorce

- Envoi et étude en laboratoire
- Recherche bibliographique, historique et d'opportunité
- Phase 1 et 2 : développement d'un actif sur la base de l'écorce avec l'étude comparative entre plusieurs stations
- Un produit cosmétique en cours de mise en place (écorce et feuillage)



Feuillage



- Envoi et étude en laboratoire
- Recherche bibliographique, historique (notamment avec l'usage en tannerie) et d'opportunité
- Recherche au niveau des huiles essentielles et essais de tisane
- Phase 1 et 2 : développement d'un actif sur la base de l'écorce avec l'étude comparative entre plusieurs stations (comme pour l'écorce précédemment citée)
- Un produit cosmétique est en cours de mise en place.

Fleurs

- Envoi et étude en laboratoire
- Recherche bibliographique, historique et d'opportunité
- Installation de 2 apiculteurs à Évenos (48 ruches et travaux de mise en sécurité du lieu)



Plusieurs produits valorisant le miel d'arbousier et de recherches de produits (dont certains essais non probants, notamment un hydromel).



Les deux produits phares : le pain d'épices au miel d'arbousier, et la bière à l'arbouse (à base de miel d'arbousier et d'arbouses). Un essai nous ayant été conseillé pour l'avenir : faire un essai d'alcool de fleurs d'arbousier.



©Nicolas Plazanet – Forêt Modèle



©Nicolas Plazanet – Forêt Modèle



©Nicolas Plazanet – Forêt Modèle

Figues semi-confites
au miel d'arbousier,
par Émilien Wallace.

Fruit

Forcément l'évidence quand on parle de l'arbousier, mais notre étude s'est attachée à ne pas aller qu'envers cette facilité. Cependant, beaucoup de produits ont été mis en place et d'essais :

- Envoi et étude en laboratoire : valorisation du fruit, valorisation cosmétique
- Recherche bibliographique, historique et d'opportunité
- Des essais de récolte
- Donner un prix à l'arboise : 5€ le kg
- Plusieurs produits valorisant le fruit et de recherches de produit (dont certains essais non probants, notamment le jus de pomme aux arboises)



En termes de produits



La confiture, avec l'association l'Économe, lors de la transformation de l'arboise en confiture.

Avec Émilien Wallace, lors de la préparation, dans la chronologie des étapes :





Exemples de quelques produits réalisés par Emilien Wallace :





© Nicolas Plazanet – Forêt Modèle de Provence

Dans le cadre de l'étude, il y a aussi eu des essais de réalisés par Atypique Provence dirigée par Marion Cardinale, un essai concluant de **savon exfoliant à l'arbouse**. Encouragé par ce test réussi, Marion s'est rapproché de l'association l'Économe pour récupérer les déchets issus de la fabrication de leur confiture (l'association enlève une bonne partie des graines) pour l'intégrer dans sa préparation (les graines sont une ressource pour Marion Cardinale), un bel exemple d'économie circulaire.





❖ Avec les brasseries

La bière à l'arbose commercialisée par le château Léoube, brassée par Carteron, cependant, d'autres essais ont été menés, par :



- Brasserie de l'Âne Volant
- La Blonde et la Brune - Sylvie Chantraine
- Brasserie de la Sainte-Baume - Fabrice Berna

Les retours d'expérience sont assez similaires : difficulté d'ajouter le fruit frais - l'arbose a tendance à refermenter, ce qui rend la bière impropre.

Solutions : transformer l'arbose en mélasse (la brasserie Carteron l'infuse avant utilisation, la Bière de la Rade dans leurs essais d'il y a 4 ans, la réduisait en sirop).

❖ Avec le Comptoir de l'Alchimiste

Des essais concluants d'esprit et de liqueur.



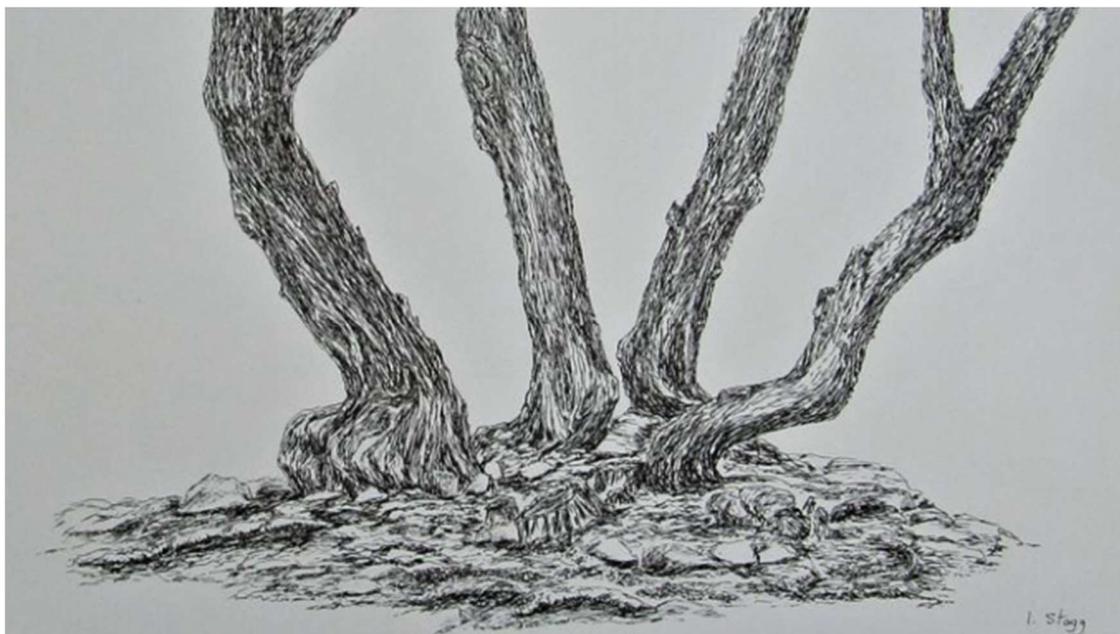
Valorisation artistique

Isabelle Stagg est une artiste multidisciplinaire spécialisée dans la gravure, principalement les techniques de relief et de gravure, y compris la gravure photo.

A notre demande, elle a fait une série sur l'arbousier via la technique du dessin à l'encre, qui exige une connexion et une observation intimes avec le sujet pour dépeindre et révéler ensemble les détails et un sens de la totalité.

Diplômée de l'Université de l'Ouest de l'Angleterre, elle a été professeur, puis responsable du programme et gestion du département Art & Design dans une école en Angleterre, plusieurs fois exposée à travers le monde, notamment à la Villa Noailles en 2021.

“Mes dessins essaient de transmettre une sensibilité que j’ai développé à chacune de mes rencontres”, passionnée de la nature et de notre région, elle parcourt les massifs pour les dessiner. Henri Cartier Bresson disait une phrase qui résume bien son art : *« La photographie est une réaction immédiate, le dessin est une méditation. »*







9. Cuisiner l'arbouse : idées de recettes

De nombreuses recettes sont possibles, ceci n'est donc qu'une sélection, avec l'aide d'Émilien Wallace, apiculteur, pâtissier et confiseur, qui nous a aidés à créer ou ré-adapter certaines recettes déjà existantes.

ENTRÉE : Salade Kiwi/oranges et arbousier

Temps de préparation : **30 min**

Difficulté : **Très facile**

Ingrédients

- 1 petite laitue nettoyée, lavée et coupée en morceaux
- 1 grosse orange pelée à vif et coupée en cubes
- 3 kiwis épluchés et coupés en cubes
- 10 arbouses lavées et coupées en 2 (les prendre bien mûrs)
- Une vinaigrette avec de l'huile d'olive, du vinaigre de cidre, du sel, poivre

Préparation

Mettre dans un saladier la salade préparée, ajouter les fruits coupés en veillant à parsemer les arbouses sur le dessus du fait de leur fragilité... Vinaigrette à servir au dernier moment (pour faire une bonne vinaigrette : dans un ramequin, mettre d'abord le sel et le poivre, puis le vinaigre et enfin l'huile d'olive, et mélanger - possibilité d'y ajouter de la moutarde, persil ou basilic).

PLAT : Poulet au miel d'arbousier (Recette pour 3 personnes)

Temps de préparation : 30 minutes - Cuisson : 30 à 40 minutes

Difficulté : moyenne

Ingrédients

- 2 cuisses de poulet
- 1 c. à s. de miel d'arbousier
- 30 cl de bouillon de volaille
- 1 feuille de laurier
- Huile d'olive
- Sel
- 1 c. à s. de pignons de pin
- 1 oignon émincé
- 3 ails
- Safran
- 2 c. à s. de raisins secs

Préparation

Commencez par faire dorer les pignons à sec (sans matière grasse) dans une poêle, puis réservez. Ensuite mettez un peu d'huile dans une cocotte pour faire dorer les cuisses de poulet de chaque côté, puis les retirer.

Faites revenir l'oignon finement émincé dans la même huile, puis incorporez l'ail. Lorsque ce dernier devient translucide, versez le bouillon de volaille. Assaisonnez avec du sel et du safran. Ajoutez-y les raisins secs, ensuite la feuille de laurier et enfin remettez les deux cuisses et laissez le tout mijoter pendant environ une vingtaine de minutes.

Ajoutez la cuillère de miel et laissez sur le feu jusqu'à ce que la sauce soit réduite. Une fois que c'est fait, mettez les pignons, et c'est prêt !

DESSERT : Arbouses au sirop

Temps de préparation : <15 minutes

Difficulté : Facile

Ingrédients

- 1,5 kg d'arbouses mûres
- 400 gr de sucre en poudre
- 1 cuillère à soupe de miel d'arbousier
- 1,5 l d'eau
- 1/2 cuillère à café de cannelle en poudre
- Jus de citron

Préparation

La veille, faire cuire doucement les fruits, passer le jus au tamis fin puis laisser au repos.

Le lendemain, déposer le sucre en complément des arbouses et faire réduire l'ensemble de moitié.

Rectifiez le goût en ajoutant éventuellement un peu de sucre, la cuillère de miel et la demi-cuillère à café de cannelle.

Verser le sirop dans des bouteilles (ou pots, bocaux) et fermer de façon étanche.

APÉRITIF ET DIGESTIF

❖ Liqueur d'arouses

Ingrédients

- 0,5 litre d'alcool
- 500 grammes d'arouses lavées et mixées
- 200 grammes de sucre blanc

Préparation

Faites macérer l'alcool et les arouses pendant 90 jours en remuant régulièrement.

Filtrez à l'aide d'un filtre à café et versez le sucre pour faire un sirop. Mélangez le tout et laissez reposer au moins 2 semaines. Puis dégustez !

Cette recette a été mise en place par Hervé Mercier-Metz, fondateur du Comptoir de l'alchimiste, il commercialise de nombreuses liqueurs et eaux de vie à base d'essences locales, l'arouse fait désormais partie de sa gamme (eau de vie et liqueur).



❖ Rhum aux arbouses

Ingrédients

- 1 litre de Rhum
- 15 Arbouses
- 1 Gousse de vanille
- 1 cuillère à soupe de Miel
- 2 à 3 cuillères à soupe de Sucre roux

Préparation

Choisir des arbouses fraîches.

Les laver à l'eau et les égoutter en faisant attention à ne pas les abîmer

Dans un récipient, mettre le sucre, le miel ainsi que la gousse de vanille entière

Inciser légèrement les arbouses à l'aide d'un couteau pour que le jus puisse couler et se mélanger à la préparation

Mettre les fruits dans la préparation puis ajouter le rhum puis fermer le récipient avant de secouer

Laisser reposer deux mois et déguster



Sont également possibles : vin aux fleurs d'arbousier (essais à développer), eau de vie, spiritueux, mais également une bière à l'arbouse, recette mis en place par la Brasseirie Carteron, désormais commercialisée par le château Léoube, (bière blonde au miel d'arbousier et à l'arbouse).

POUR LE PETIT DÉJEUNER

❖ Confiture d'arbouses

Ingrédients :

- 50 grammes d'arbouses
- 50 grammes de sucre
- 1 citron

Préparation

Lavez les fruits.

Verser les fruits dans un saladier avec le jus de citron et le sucre, laisser macérer 12h.

Ajouter un demi verre d'eau, précuire les arbouses 15 minutes à feu doux dans un chaudron à confiture, puis passer au tamis (ou à la chaussette de pâtissier pour plus d'efficacité) pour enlever les pépins.

Ensuite, remettre sur le feu et porter à ébullition (100°C) une bonne dizaine de minutes.

Enfin, il ne reste plus qu'à conditionner la confiture en pots stérilisés puis de laisser refroidir totalement (pendant au moins 6h).



©Aude Mottiaux – PNR Sainte-Baume

❖ Confiture d'arbouses et figes

Ingrédients :

- 10 kg de figes coupées en 2
- 5 kg de sucre
- 1 kg d'arbouses

Préparation :

Mélanger les figes avec le sucre et laisser au repos 12h.

Lancer la cuisson, porter à ébullition et faire bouillir pendant 5 minutes, couper le feu, couvrir, puis mettre au repos pendant 12h.

Relancer la cuisson, porter à nouveau à ébullition et faire bouillir pendant 5 minutes, couper le feu, couvrir, puis mettre au repos pendant 12h.

Relancer la cuisson, porter à ébullition et ajouter les 1 kg d'arbouses.

Faire cuire pendant 10 minutes, attention : ça accroche facilement, bien mélanger et régulièrement.

- Réfractomètre entre 58 et 62% extrait sec
- Thermomètre entre 105° et 108°C.

Mise en pot à chaud et stérilisation par précaution (l'arboise fermente facilement).



❖ Confiture d'arbouses et fraises

La même recette que précédemment, en enlevant l'étape 2 (dû à la fragilité de la fraise).

❖ Gelée d'arbouses

Ingrédients :

- Arbouses,
- Sucre
- Eau

Préparation :

Rincez les fruits.

Mettez-les dans une bassine à confiture et recouvrez-les presque complètement d'eau froide.

Portez sur le feu et faites cuire environ quinze minutes à feu doux.

Passez les fruits au travers d'une étamine, pressez bien pour recueillir tout le jus.

Pesez-le.

Mélangez le jus obtenu à son poids de sucre.

Faites frémir sur feu plutôt doux en écumant de temps en temps.

La cuisson est terminée quand le jus forme de petites perles.

Laissez refroidir avant de mettre en pot.



GOÛTER ET GOURMANDISE - À BOIRE

❖ Sirop d'arbouses

Ingrédients :

- Arbouses,
- Sucre
- Eau

Préparation :

Réalisez la recette "Sirop d'arbouses" directement en bouteilles.

Prenez des arbouses saines et bien mûres, rincez-les. Faites-les cuire recouvertes d'eau. Egouttez-les dans une chaussette de pâtissier, où le jus peut s'écouler assez facilement. Laissez jusqu'au lendemain.

Ajoutez 500 grammes de sucre par litre de jus, faites réduire de moitié, en évitant toutefois une concentration très forte qui transformerait le sirop en gelée.

Mettez en bouteilles.

GOÛTER ET GOURMANDISE - À MANGER

❖ **Figues semi-confites au miel d'arbousier** (Recette pour environ une quarantaine de pots)

Ingrédients :

- 10 kg de figues
- 6 kg de sucre
- 2 l d'eau
- Miel d'arbousier

Préparation :

Bouillir le sucre dans l'eau à 103°.

Ajouter hors feu 10 kg de figues entières, laisser refroidir et laisser 12h au repos.

Ajouter 1 kg de sucre, bouillir le tout à petit feu, couper le feu avant que ça fasse un gros bouillon pour ne pas abîmer les fruits. Mettre encore 12h au repos. Mettre les figues en pot.

Pendant ce temps, faire bouillir à 105° le sirop qu'il reste et ajouter le miel d'arbousier (pour qu'il garde tout son goût), verser sur les figues dans les pots. Capsuler et stériliser.



©Stéphanie Singh – PNR Sainte-Baume

❖ **Le pain des abeilles aux arbouses** (Recette pour 40 pots de 150 gr)

Ingrédients :

- 1 l d'eau
- 1 kg de sucre
- 1 kg de miel de châtaignier
- 1 kg d'arbouses

Préparation :

Mélanger le tout et faire chauffer le miel à part. Ajouter 500 ml d'huile de tournesol, 2 kg de farine et 125 gr de levure chimique, puis le miel chaud. Laissez au repos et au frais la préparation une nuit.

Le lendemain matin, faire cuire à 180°C ventilée pendant 1h puis mettre en moule. Laissez refroidir et attendre 24h avant de le déguster.

❖ **Pain d'épice au miel d'arbousier** (Recette pour 40 pots de 150 gr)

Préparation :

Même recette, mais remplacer le miel de châtaignier par du miel d'arbousier, vous pouvez enlever les arbouses ou les laisser, et ajouter des épices. Conseil : muscade râpée, cannelle et un peu de gingembre. L'anis vert et le sucre vanillé, selon les goûts et les variantes, sont également possibles. Mettre 6 à 8 cuillères à café.



©Aude Mottiaux – PNR Sainte-Baume

❖ Crème de marron à l'arbouse (Recette pour 30 pots de 355 gr)

Ingrédients

- 10 kg de châtaignes (donnera 7 kg de pulpes)
- 5 kg de sucre
- 1 kg d'arbouses
- 2 gousses de vanille

Préparation

Cette préparation s'adapte aux petites quantités et à l'alternative à la presse.

Faire une incision circulaire sur les marrons (sur le dessus du marron).

Mettre les marrons dans une marmite. Couvrir largement d'eau froide. Faire bouillir quelques minutes. Retirer du feu et retirer l'écorce des marrons.

Au fur et à mesure, jeter les marrons dans une casserole contenant l'eau tiède. Couvrir et faire cuire à feu doux quelques minutes, en fin de cuisson ajouter les arbouses. Pour vérifier la cuisson : quand ils s'écrasent facilement, ils sont cuits.

Les égoutter et les passer au tamis. Garder au chaud.

Faire avec le sucre et l'eau un sirop au 'petit boulé' (vous plongez l'écumoire dans le sirop, vous la sortez et vous soufflez : il se forme alors comme des bulles de savon), puis verser sur la purée chaude. Ajouter la vanille.

Chauffer doucement en remuant. Laisser bouillir 15 à 20 minutes. La pâte doit être épaisse et tenir à la cuillère. Enlever la vanille.

Mettre en pots et les retourner. On pourra conserver cette crème de marrons pendant un an. Attention à bien stériliser le produit !



❖ Tarte aux arbusces

Prendre une pâte sablée, mettre un fond de tarte (je conseille une compote de pomme et une liqueur de salsepareille) et des arbusces mixées au préalable, puis passer au four. (Recette mis en place par Loïc Frayssinet, président de Permabita)



Bibliographie

DICTIONNAIRE DES NOMS DE LIEUX DU VAR, par Bernard Marchand, Editeur : Société des Amis du Vieux Toulon et de sa région, 2008

« La révolution du petit feu », par François Binggeli page 121, Forêt Méditerranéenne t. XL, N°2, juin 2019

Guide de détermination des habitats terrestres et marins de la typologie Eunis | Le portail technique de l'OFB : <https://professionnels.ofb.fr/fr/doc-guides-protocoles/guide-determination-habitats-terrestres-marins-typologie-eunis>

Principales plantes poussant aux côtés de l'arbousier : https://monde-vegetal.fr/arbousier/?fbclid=IwAR0MDMu76bvsrSetGh6O1Lz8WhSMLgY8z4ykNPPfJnsAUnxNwaK_GPIJbco

Parida AK, Das AB. Salt tolerance and salinity effects on plants: a review. *Ecotoxicol Environ Saf.* 2005;60:324-49.

Munns R, Termaat A. Whole plant responses to salinity. *Aust J Plant Physiol.* 1986;13:143-60.

« *Gestion des cistaies sur coupures de combustible* », rédigé par Emmanuelle Brosse-Genevet (SIME Gard), en collaboration avec les membres du groupe de travail « Dynamique des peuplements à cistes » Jeanne-Marie Albertini (ODARC) Michel Étienne (INRA-SAD Avignon) Bernard Lambert (SIME PO, Prades) Éric Rigolot (INRA-URFM Avignon) Pascal Thavaud (CERPAM Var), octobre 2023

Afrin, Sadia, Tamara Forbes-Hernandez, Massimiliano Gasparrini, Stefano Bompadre, José Quiles, Gavino Sanna, Nadia Spano, Francesca Giampieri, et Maurizio Battino. 2017. « Strawberry-Tree Honey Induces Growth Inhibition of Human Colon Cancer Cells and Increases ROS Generation: A Comparison with Manuka Honey ». *International Journal of Molecular Sciences* 18 (3): 613. <https://doi.org/10.3390/ijms18030613>.

Afrin, Sadia, Tamara Forbes-Hernandez, Massimiliano Gasparrini, Stefano Bompadre, José Quiles, Gavino Sanna, Nadia Spano, Francesca Giampieri, et Maurizio Battino. 2017. « Strawberry-Tree Honey Induces Growth Inhibition of Human Colon Cancer Cells and Increases ROS Generation: A Comparison with Manuka Honey ». *International Journal of Molecular Sciences* 18 (3): 613. <https://doi.org/10.3390/ijms18030613>.

Ayaz, F.A., M. Kucukislamoglu, et M. Reunanen. 2000. « Sugar, Non-Volatile and Phenolic Acids Composition of Strawberry Tree (*Arbutus Unedo* L. Var. *Ellipsoidea*) Fruits ». *Journal of Food Composition and Analysis* 13 (2): 171-77. <https://doi.org/10.1006/jfca.1999.0868>.

Bnouham, Mohamed, Fatima Zahra Merhfour, Abderrahim Ziyat, Mohamed Aziz, Abdelkhaleq Legssyer, et Hassane Mekhfi. 2010. « Antidiabetic Effect of Some Medicinal Plants of Oriental Morocco in Neonatal Non-Insulin-Dependent Diabetes Mellitus Rats ». *Human & Experimental Toxicology* 29 (10): 865-71. <https://doi.org/10.1177/0960327110362704>.

Burger, Pauline, Hortense Plainfosse, et Xavier Fernandez. 2019. « Actifs cosmétiques anti-pollution - Tests d'efficacité et formulations », 36.

El Haouari, Mohammed, José J. López, Hassane Mekhfi, Juan A. Rosado, et Ginés M. Salido. 2007. « Antiaggregant Effects of Arbutus Unedo Extracts in Human Platelets ». *Journal of Ethnopharmacology* 113 (2): 325-31. <https://doi.org/10.1016/j.jep.2007.06.016>.

El-Hilaly, Jaouad, Mohamed Hmammouchi, et Badiâa Lyoussi. 2003. « Ethnobotanical Studies and Economic Evaluation of Medicinal Plants in Taounate Province (Northern Morocco) ». *Journal of Ethnopharmacology* 86 (2-3): 149-58. [https://doi.org/10.1016/S0378-8741\(03\)00012-6](https://doi.org/10.1016/S0378-8741(03)00012-6).

Fiorentino, Antonio, Simona Castaldi, Brigida D'Abrosca, Angela Natale, Anna Carfora, Anna Messere, et Pietro Monaco. 2007. « Polyphenols from the Hydroalcoholic Extract of Arbutus Unedo Living in a Monospecific Mediterranean Woodland ». *Biochemical Systematics and Ecology* 35 (11): 809-11. <https://doi.org/10.1016/j.bse.2007.04.005>.

Kivçak, Bijen, Tuba Mert, Hatice Ertabaklar, İ Cüneyt Balcioglu, et Seray ÖZENSOY Töz. s. d. « In Vitro Activity of Arbutus Unedo Against Leishmania Tropica Promastigotes », 3.

Mariotto, Sofia, Emanuela Esposito, Rosanna Di Paola, Anna Ciampa, Emanuela Mazzon, Alessandra Carcereri de Prati, Elena Darra, Simone Vincenzi, Giovanni Cucinotta, et Rocco Caminiti. 2008. « Protective Effect of Arbutus Unedo Aqueous Extract in Carrageenan-Induced Lung Inflammation in Mice ». *Pharmacological Research* 57 (2) : 110-24. <https://doi.org/10.1016/j.phrs.2007.12.005>.

Mekhfi, Hassane, Mohammed El Haouari, Abdelkhaleq Legssyer, Mohammed Bnouham, Mohammed Aziz, Fouad Atmani, Adnane Remmal, et Abderrahim Ziyat. 2004. « Platelet Anti-Aggregant Property of Some Moroccan Medicinal Plants ». *Journal of Ethnopharmacology* 94 (2-3) : 317-22. <https://doi.org/10.1016/j.jep.2004.06.005>.

Pallauf, K., J.C. Rivas-Gonzalo, M.D. del Castillo, M.P. Cano, et S. de Pascual-Teresa. 2008. « Characterization of the Antioxidant Composition of Strawberry Tree (Arbutus Unedo L.) Fruits ». *Journal of Food Composition and Analysis* 21 (4): 273-81. <https://doi.org/10.1016/j.jfca.2007.11.006>.

Plainfosse, Hortense. 2015. « Recherche et développement d'ingrédients cosmétiques innovants favorisant la réparation cutanée à partir de matières premières naturelles d'origine méditerranéenne ». Chimie Analytique, COMUE Université Côte d'Azur.

Schaffer, S, et H Heinrich. 2005. « Understanding Local Mediterranean Diets: A Multidisciplinary Pharmacological and Ethnobotanical Approach ». *Pharmacological Research* 52 (4): 353-66. <https://doi.org/10.1016/j.phrs.2005.06.005>.

Şeker, Murat, et Celil Toplu. 2010. « Determination and Comparison of Chemical Characteristics of Arbutus Unedo L. and Arbutus Andrachnae L. (Family Ericaceae) Fruits ». *Journal of Medicinal Food* 13 (4): 1013-18. <https://doi.org/10.1089/jmf.2009.0167>.

Ziyat, A, A Legssyer, H Mekhfi, A Dassouli, M Serhrouchni, et W Benjelloun. 1997. « Phytotherapy of Hypertension and Diabetes in Oriental Morocco ». *Journal of Ethnopharmacology* 58 (1): 45-54. [https://doi.org/10.1016/S0378-8741\(97\)00077-9](https://doi.org/10.1016/S0378-8741(97)00077-9).

Ziyat, Abderrahim, et El-Habib Boussairi. 1998. « Cardiovascular Effects of Arbutus Unedo L. in Spontaneously Hypertensive Rats ». *Phytother. Res.*, 4.

- A. Rolet. **Les plantes à parfums et les plantes aromatiques, Encyclopédie Agricole.** Paris, P. Baillière, 1930
- L. Marret. **Les fleurs de la Côte d'Azur, de Toulon à Menton.** Paris, Lechevallier, 1926
- F. Benzi, L. Berliochi. L'Histoire des plantes en Méditerranée. Arles : Actes Sud, 1999. 175 p.
- S. S. Isbilir, 'Determination of antioxidant activities of strawberry tree (arbutus unedo l.) flowers and fruits at different ripening stages', 2012, 15.
- M. E. A. Dib, H. Allali, A. Bendiabdellah, N. Meliani, B. Tabti, 'Antimicrobial activity and phytochemical screening of Arbutus unedo L.', Journal of Saudi Chemical Society 2013, 17, 381–385.
- H. N. Mrabti, A. Bouyahya, A. Ed-Dra, M. R. Kachmar, N. N. Mrabti, T. Benali, M. A. Shariati, A. Ouahbi, L. Doudach, M. E. A. Faouzi, 'Polyphenolic profile and biological properties of Arbutus unedo root extracts', European Journal of Integrative Medicine 2021, 42, 101266.
- H. Medjdoub, C. Selles, B. Tabti, 'Preliminary phytochemical screening of Arbutus unedo L. and anti-hyperglycemic effect of the root aqueous extract on streptozotocin- induced diabetic Wistar rats', 2014, 5.
- ARBUTUS UNEDO LEAF EXTRACT Cosmetic Ingredient (INCI)', "ARBUTUS UNEDO LEAF EXTRACT Cosmetic Ingredient (INCI)," can be found under <https://cosmetics.specialchem.com/inci-ingredients/arbutus-unedo-leaf-extract>, n.d.
- <https://agroambient.gva.es/va/web/medio-natural/septoria-unedonis>
- <https://www.lefigaro.fr/jardin/questions-reponses/2015/10/05/30010> [20151005QERFIG00325-un-](https://www.lefigaro.fr/jardin/questions-reponses/2015/10/05/30010)
[arbousier-peut-il-mourir-de-septoriose.php](https://www.lefigaro.fr/jardin/questions-reponses/2015/10/05/30010)
- <http://ephytia.inra.fr/fr/C/18706/Forets-Armillaire-a-Armillaria-mellea>
- https://viagallica.com/f/armillaire_couleur_de_miel.htm
- <http://ephytia.inra.fr/fr/C/16254/Hypp-encyclopedie-en-protection-des-plantes-symptomes-de-la-maladie> [Caracteristiques-et-](http://ephytia.inra.fr/fr/C/16254/Hypp-encyclopedie-en-protection-des-plantes-symptomes-de-la-maladie)
- Alexandrian 1982 - Une étude sur la bruyère arborescente pour la fabrication des pipes. Forêt Méditerranéenne, 4(1) 43-48
- Almeida A. M., Martins M. J., Campagnolo M. L., Fernandez P., Albuquerque T., Gerassis S., Gonçalves J. C., Ribeiro M. M. 2022. Prediction scenarios of past, present, and future environmental suitability for the Mediterranean species Arbutus unedo L., Scientific Reports 12(1): 84
- Dubois C., Gil A., Fernandez X. et Plazanet N., mars 2021. Étude sur le potentiel cosmétologique de l'arbousier, Forêt Méditerranéenne, 42(1) 39-50
- Lavisci P., Janin G., Uzielli L., Juillet 1989. Qualité du bois de six essences du maquis méditerranéen, Forêt Méditerranéenne, 11(1) 69-78.
- Prévosto B., Gavinet J., Ripert C., Estève R., Guerra F., Lopez J.M., Travaglini C., 2016. Installer des feuillus méditerranéens pour augmenter la résilience et diversifier les peuplements résineux : rôle du couvert forestier et influence de l'espèce. Forêt Méditerranéenne, 37(3) 175-184

Torres J. A., Valle F., Pinto C., García-Fuentes A., Salazar C., Cano E., 2002. *Arbutus unedo* L. communities in southern Iberian Peninsula mountains, *Plant Ecology* 160(2): 207-223.

Vennetier M., Ripert C., Maille E., 2003. Etude des potentialités forestières de la Provence calcaire ouest : Evaluation à petite échelle sur de grandes surfaces. *Forêt méditerranéenne*, 24(1): 32-36

Vennetier M., Plazanet N., 2022. Ecologie du pistachier lentisque, un arbuste d'avenir pour la forêt méditerranéenne. *Forêt Méditerranéenne*, 43(1) 19-30

Voulgaridis E.V., Passialis C.N., 1995 Characteristics and technological properties of the wood of mediterranean evergreen hardwoods. *Forêt Méditerranéenne*, 16(1) 3-12.

Bento, I., & Pereira, J. A. (2011). *Arbutus unedo* L. and its benefits on human health. *J. Food Nutr. Res*, 50: 73-85.

Bessah, R., & Benyoussef, E.-H. (2012). Essential Oil Composition of *Arbutus unedo* L. Leaves from Algeria. *Journal of Essential Oil Bearing Plants*, 15(4), 678–681.

National Center for Biotechnology Information. PubChem Compound Database.

Morgado, S., Morgado, M., Plácido, A. I., Roque, F., & Duarte, A. P. (2018). *Arbutus unedo* L.: From Traditional Medicine to Potential Uses in Modern Pharmacotherapy. *Journal of ethnopharmacology*, 225: 90-102

Kivcak, B., Mert, T., Demirci, B. et al. *Chemistry of Natural Compounds* (2001) 37: 445.

M. M. Özcan, H. Haciseferoğulları, 'The Strawberry (*Arbutus unedo* L.) fruits: Chemical composition, physical properties and mineral contents', *Journal of Food Engineering* 2007, 78, 1022–1028.

Arbouse : Tout savoir sur un fruit Marché Frais | Magasin Fruits & Légumes', "Arbouse : Tout savoir sur un fruit Marché Frais | Magasin Fruits & Légumes," can be found under <https://omarchefrais-magasins.com/nos-rayons/fruits-et-legumes/les-fruits/arbouse-3/>, n.d.

F. A. Ayaz, M. Kucukislamoglu, M. Reunanen, 'Sugar, Non-volatile and Phenolic Acids Composition of Strawberry Tree (*Arbutus unedo* L. var.ellipsoidea) Fruits', *Journal of Food Composition and Analysis* 2000, 13, 171–177.

F. Najwa, 'Comparison of vitamin C content in citrus fruits by titration and high performance liquid chromatography (HPLC) methods', n.d.

C. J. López, C. Caleja, M. A. Prieto, M. F. Barreiro, L. Barros, I. C. F. R. Ferreira, 'Optimization and comparison of heat and ultrasound assisted extraction techniques to obtain anthocyanin compounds from *Arbutus unedo* L. Fruits', *Food Chemistry* 2018, 264, 81–91.

Olivier Courtin, Sandrine Weber, Natacha Blanchet, 'Cosmetic use of an *arbutus unedo* fruit extract', *Cosmetic Use of an Arbutus Unedo Fruit Extract*, n.d., WO2018041936A1.

D. M. Sánchez, J. V. Barroso, R. M. Ganhao, M. E. García, 'Empleo de un extracto de madroño en la elaboración de productos alimenticios', *Empleo de un extracto de madroño en la elaboración de productos alimenticios*, 2012, ES2363957B1.

I. Nishiyama, Y. Yamashita, M. Yamanaka, A. Shimohashi, T. Fukuda, T. Oota, 'Varietal Difference in Vitamin C Content in the Fruit of Kiwifruit and Other *Actinidia* Species', *J. Agric. Food Chem.* **2004**, 52, 5472–5475.

H. Plainfossé, '*Recherche et développement d'ingrédients cosmétiques innovants favorisant la réparation cutanée à partir de matières premières naturelles d'origine méditerranéenne*', Recherche et développement d'ingrédients cosmétiques innovants favorisant la réparation cutanée à partir de matières premières naturelles d'origine méditerranéenne, Chimie Analytique, COMUE Université Côté d'Azur, **2015**.