



REVITALISER DEUX CENTRES-BOURGS PAR LEUR TERRITOIRE PARTAGÉ : LA PALUDICULTURE ENTRE ARDRES ET GUÎNES

LÉA COCQUEMPOT

Travail de fin d'études en vue de l'obtention du diplôme d'architecture
UCLouvain - LOCI Tournai
Année académique 2024-2025
Léa COCQUEMPOT

REVITALISER DEUX CENTRES-BOURGS PAR LEUR TERRITOIRE PARTAGÉ : LA PALUDICULTURE ENTRE ARDRES ET GUÎNES

Enseignant promoteur : Henry Pouillon
Enseignant co-promoteur : Matthieu Meunier
Expert externe : Stéphanie Noyon
Professeurs d'atelier : Eric Van Overstraeten et Martin Outers

REMERCIEMENTS

Je tiens tout d'abord à exprimer ma gratitude envers mes deux promoteurs, Monsieur Henry Pouillon et Monsieur Matthieu Meunier, pour leur encadrement et leur confiance tout au long de ce travail de recherche. Leurs conseils et expertises dans leurs domaines respectifs m'ont été d'une grande aide dans l'aboutissement de ce projet.

Mes remerciements vont également aux professeurs de l'atelier TEP, Monsieur Eric Van Overstraeten et Monsieur Martin Outers, qui m'ont accompagnée dans l'analyse et la découverte de mon territoire d'étude. Leurs enseignements et leur pédagogie m'ont donné les clés pour réaliser ce mémoire.

Je souhaite ensuite exprimer ma reconnaissance envers Madame Stéphanie Noyon, mon experte externe, pour son accompagnement tout au long de l'élaboration du projet. Nos nombreux échanges m'ont permis d'enrichir mon travail ainsi que mes connaissances personnelles sur les tourbières et plantes aromatiques et médicinales.

Je voudrais remercier aussi Monsieur Adrien Ferrant ainsi que Monsieur Gilles Noyon pour avoir pris le temps de répondre à mes questions. Leurs connaissances et leurs

points de vue m'ont été précieux et m'ont permis de questionner et d'améliorer mon travail.

Merci également à mes camarades de promotion, notamment ceux de l'atelier TEP, dont les conseils et les échanges autour de nos travaux m'ont été très utiles.

Un merci spécial à ma famille, mes parents et ma sœur, Chloé, pour leurs encouragements et leur soutien sans faille tout au long de mes études d'architecture.

Enfin, je tiens à remercier mes amis, Florence, Nathan, Esther et Estelle qui sont toujours prêts à m'aider et qui me redonnent confiance dans les moments de doute.

SOMMAIRE

1	AVANT-PROPOS
2	INTRODUCTION
5	I- BOULEVERSEMENTS DANS LES DYNAMIQUES DE TERRITOIRE ET ENJEUX DES CENTRES-BOURGS
6	A- Evolution des centralités primaires et secondaires - L'urbanisation - La périurbanisation - La rurbanisation
12	B- Le centre-bourg, causes de la dévitalisation et enjeux de la revitalisation - Le centre-bourg - Intérêts de la revitalisation des centres-bourgs - Les leviers de revitalisation
19	II- LES CENTRES-BOURGS D'ARDRES ET DE GUÎNES : LA REVITALISATION PAR LE LEVIER DU TERRITOIRE
22	A- Ardres et Guînes au fil des siècles - Ardres - Guînes
26	B- L'eau, élément central des deux bourgs

C- Les enjeux actuels liés aux tourbières

Caractéristiques d'une tourbière

Les types de tourbières

Répartition des tourbières dans le monde

Les tourbières des Hauts-de-France

Les dangers qui pèsent sur ces milieux

34

III- LA REVITALISATION À TRAVERS UNE ÉCONOMIE INTERCOMMUNALE ET CIRCULAIRE

43

A- La paludiculture : principes et mise en place sur le territoire

44

Une alternative qui allie l'agriculture à la préservation des tourbières

Découverte de la paludiculture autour d'un parcours entre Ardres et Guînes

B- La planification des cultures

52

Les espèces cultivées en paludiculture

Les parcelles cultivables : Les difficultés de la mise en place du projet

Le rendement annuel de la production

IV- ÉTUDE ET DÉTERMINATION DU PROGRAMME ARCHITECTURAL

61

A - Le séchage des plantes à parfum, aromatiques et médicinales (PPAM)

62

La préparation des plantes avant le séchage

Le séchage

Le type de séchoir utilisé
Les systèmes de chauffage de l'air dans le séchoir
Le déshumidificateur
Le stockage des plantes après séchage
Dimensionnement des bâtiments séchoirs
Dimensionnement de l'espace de stockage des plantes

73

B - La production d'huile essentielle

Les huiles essentielles et leur extraction
La méthode d'extraction
La valorisation de l'hydrolat
La conservation des huiles essentielles
Dimensionnement des alambics
Dimensionnement du stockage des plantes sèches dans la distillerie
Le rendement en huiles essentielles
Le stockage des huiles essentielles et de l'hydrolat

79

C - Le point de vente (herboristerie) et de dégustation

81

V- LE PROJET D'ARCHITECTURE : TROIS BÂTIMENTS, TROIS SITES, UN SEUL PROJET

84

A - Le séchoir de plantes aromatiques et médicinales

Implantation
Répartition du programme

Relation entre les trois niveaux
Composition
Espaces de tri des plantes récoltées
Espaces de conditionnement et de stockage des plantes séchées
Espaces de séchage des plantes sur caissons
Les fonctions annexes

B - Le lieu de transformation des plantes : la distillerie

Implantation

104

C- Le lieu de vente et de dégustation des produits issus des plantes : l'herboristerie

Implantation

108

CONCLUSION

112

ANNEXES

115

AVANT-PROPOS

Mon travail de fin d'études porte sur la revitalisation des centres-bourgs qui se situent dans l'espace périurbain. Ces anciens centres ruraux perdent peu à peu leur statut et leur identité face à la périurbanisation. L'objectif de ce travail de recherche est d'explorer des pistes leur permettant de retrouver un statut de centralités secondaires. A plus grande échelle, la revitalisation des centres-bourgs permet de générer un nouveau modèle de développement urbain, moins consommateur d'espaces naturels et agricoles et basé sur la proximité des services et la mobilité douce.

J'ai choisi ce sujet de mémoire en raison de mon intérêt personnel pour l'espace périurbain. En effet, je suis originaire d'un petit village dans la couronne périurbaine de la métropole lilloise. Ayant toujours connu le mode de vie périurbain, c'est au travers de mes études d'architecture que j'ai été sensibilisée aux enjeux liés à cet espace et aux problèmes engendrés par son mode de développement. Cependant, bien que cet espace soit problématique actuellement quant aux enjeux de développement durable, il traduit la volonté des ménages de bénéficier à la fois des avantages de la ville et de la campagne, et notamment l'accès à la nature. Ces derniers sont souvent critiqués, voire caricaturés. Or, selon moi, la situation actuelle n'est pas

moins le résultat de leur volonté de vivre dans un « entre-soi » que l'absence de politique d'aménagement de l'espace périurbain. En effet, ce dernier est souvent abandonné par les pouvoirs publics. Pourtant, il constitue l'un des lieux principaux de l'urbanisation future, les centres-villes et les banlieues atteignant leurs limites de densification face à une demande en logements toujours plus importante.

C'est pourquoi le choix de traiter de l'espace périurbain m'a semblé essentiel. De plus, il ne peut être résumé à l'étalement de la ville. Il possède une histoire et un patrimoine très riches hérités de son passé rural. C'est notamment le cas des centres-bourgs qui ont joué un rôle central dans leur territoire. L'objectif visé dans ce travail de fin d'études est de trouver un levier de revitalisation des centres-bourgs qui s'appuie sur les spécificités du territoire auquel ils appartiennent et qui mette en avant son patrimoine. L'intervention du projet ne se limite pas au centre-bourg même mais s'inscrit à l'échelle de son bassin de vie.

Ainsi, mon travail de recherche consiste à étudier d'abord les dynamiques de territoire globales puis, d'étudier le site choisi à très grande échelle, avant d'arriver petit à petit à l'échelle des centres-bourgs.

INTRODUCTION

Pendant de nombreux siècles, le territoire était divisé en deux catégories bien distinctes : l'espace urbain et l'espace rural. L'espace urbain était compact et constituait les centralités principales du territoire. Il y avait également des centralités secondaires dans l'espace rural, appelées centres-bourgs, qui étaient des lieux de rassemblement pour les activités économiques et culturelles de plusieurs communes rurales. Mais depuis une cinquantaine d'années, la frontière entre l'espace urbain et l'espace rural devient de plus en plus floue. Depuis la révolution industrielle, la ville n'a cessé de s'agrandir, entraînant des changements profonds dans les dynamiques de territoire. Son développement centrifuge a entraîné la création d'un nouvel espace : le périurbain. Ce dernier se disséminant dans l'espace rural, a englobé de nombreuses centralités secondaires qui se retrouvent dans un système fonctionnant aux dépens des villes environnantes. Elles perdent ainsi leur rôle de centralité et se retrouvent dévitalisées : les habitants quittent le centre-bourg au cœur de la commune pour s'installer en périphérie de celle-ci, dans les lotissements pavillonnaires, plus proches des grandes villes où ils travaillent et des échangeurs autoroutiers qui les desservent. Cela entraîne une baisse des activités dans le centre et la fermeture des commerces. L'ancien centre-bourg connaît

une vacance importante et la commune devient un village dortoir.

Le développement des villes ainsi que les aspirations à la vie moderne ont incité les ménages à s'installer dans l'espace périurbain. Cependant, ce mode de vie est critiqué aujourd'hui en raison des problèmes écologiques qu'il engendre : la pollution due à l'utilisation quotidienne de la voiture, l'artificialisation des sols due à la construction de lotissements pavillonnaires et d'infrastructures routières, entraînant la disparition des espaces naturels et agricoles. Souvent considéré comme un problème, l'espace périurbain est pourtant un espace crucial du développement urbain futur. Face à une population mondiale de plus en plus importante, l'enjeu va être d'accueillir ces nouveaux habitants et de trouver un mode de développement soutenable. Pour cela, il faudrait freiner l'étalement urbain en redensifiant l'habitat. Le développement d'activités locales permettrait également de relancer l'économie des petites villes et de limiter les trajets en voiture en rapprochant les habitants de leur lieu de travail. Ainsi, la revitalisation des centres-bourgs pourrait être un facteur clé dans le développement d'un mode de vie durable. Les centres-bourgs sont des espaces déjà densément bâtis qui connaissent une vacance importante. Ils sont en

mesure d'accueillir une population importante et des activités tel que c'était le cas lorsqu'ils avaient encore un statut de centralité secondaire. Mais cela implique des changements dans les dynamiques actuelles du territoire. Ainsi, dans ce travail de fin d'études nous allons chercher à revitaliser deux centres-bourgs à travers leur territoire partagé. La revitalisation des centres-bourgs est un sujet régulièrement abordé en architecture et en urbanisme. De nombreuses politiques existent aujourd'hui pour revitaliser les centres-bourgs. Elles sont souvent axées sur le réaménagement de l'espace public, la réorganisation du foncier ou la réhabilitation du bâti. Toutefois, bien que ces démarches permettent d'attirer plus d'habitants au sein du centre-bourg, elles peinent à transformer durablement les dynamiques du territoire. Ce travail de fin d'études prend donc le parti de chercher un levier de revitalisation ancré dans le territoire d'étude. La démarche dépasse ainsi les limites du centre-bourg et s'inscrit à l'échelle du bassin de vie. Dans une première partie, nous étudierons les bouleversements dans les dynamiques de territoire qui permettent de comprendre le phénomène de dévitalisation des centres-bourgs. Ensuite, dans une deuxième partie, nous analyserons le site choisi ainsi que la richesse territoriale qu'il abrite et qui constitue un levier de revitalisation.

Puis, dans une troisième partie, nous étudierons le programme qui découle de l'analyse du territoire et qui permettrait de relancer une économie locale et circulaire. Enfin, une dernière partie sera consacrée au projet d'architecture et à la création d'une unité architecturale malgré une multiplicité des sites.

I- BOULEVERSEMENTS DANS LES DYNAMIQUES DE TERRITOIRE ET ENJEUX DES CENTRES-BOURGS

Pour comprendre le processus de dévitalisation des centres-bourgs, nous analyserons dans un premier temps l'évolution des centralités primaires et secondaires au travers des phénomènes successifs d'urbanisation, de périurbanisation et de rururbanisation. Dans un second temps, nous définirons ce qu'est un centre-bourg, quelles sont les causes de la dévitalisation et quels sont les enjeux de la revitalisation face aux enjeux actuels de développement durable.

A- Evolution des centralités primaires et secondaires

L'urbanisation

Le développement des centralités primaires est dû en premier lieu à l'urbanisation. Cette dernière peut être définie comme la « concentration croissante de la population dans les agglomérations urbaines »¹. Ce phénomène, problématique par les effets qu'il entraîne aujourd'hui, est en réalité un phénomène ancien dû au développement des sociétés. En effet, l'urbanisation apparaît dès le Moyen-Age et l'accélération du phénomène a lieu avec l'industrialisation et la croissance économique. Le développement de l'industrie a créé de nombreux emplois. Les industries se sont

donc installées là où la main d'œuvre était concentrée : dans les villes. Ces emplois, de plus en plus nombreux ont attiré les populations rurales cherchant un emploi et souhaitant de meilleures conditions de travail et un mode de vie moins difficile. Ainsi le nombre d'emplois dans le monde agricole a diminué tandis que celui dans l'industrie a augmenté. Il en est de même d'un point de vue démographique : la population quitte les campagnes (exode rural) et se concentre dans les villes, ce qui renforce l'urbanisation. En France, le phénomène a commencé à partir de la révolution industrielle au milieu du XIX^{ème} siècle. Il était progressif et s'est accéléré dans les années 1920-1930. Aujourd'hui, en France et dans les pays du Vieux continent qui ont connu leur révolution industrielle au XIX^{ème} siècle, la vitesse du phénomène a diminué mais l'urbanisation continue de progresser chaque année. Dans les pays connaissant une industrialisation plus récente, l'urbanisation est très forte actuellement. Aujourd'hui, l'urbanisation touche l'ensemble de la planète. C'est un phénomène global et continu depuis plusieurs siècles. Le chiffre qui en témoigne est le pourcentage de la population mondiale habitant en ville. En 1700, 7% de la population habitait en ville, en 1910, c'était 20% de la population. En 1950, 30%, en 1980, 40%, en 2013, 53%. Et on estime qu'en 2050, 65% de la

population vivra en zone urbaine². Cette urbanisation n'est pas sans conséquence sur le territoire. En effet, les villes se densifient et de nouveaux logements et infrastructures sont sans cesse construits jusqu'à ce qu'il n'y ait plus aucune place dans les pôles urbains. Ces derniers vont alors s'étendre en dehors de leur limites initiales, au détriment des espaces ruraux alentours. L'urbanisation entraîne ainsi la périurbanisation.

¹BIROU, Alain. « Vocabulaire pratique des sciences sociales », 1966, (consulté sur le CNRTL le 08/04/25), [En ligne], Adresse URL : <https://www.cnrtl.fr/définition/urbanisation>

² AL Couteaux, « Un monde qui s'urbanise de plus en plus », novembre 2019, (vidéo consultée le 14/03/25), [En ligne], Adresse URL : <https://www.bing.com/videos/riverview/relatedvideo?&q=la+rurbanisation&&mid=8BF6F69CBEBA5861B0F58BF6F69CBEBA5861B0F5&mmscn=mtsc&aps=39&FORM=VRDGAR>

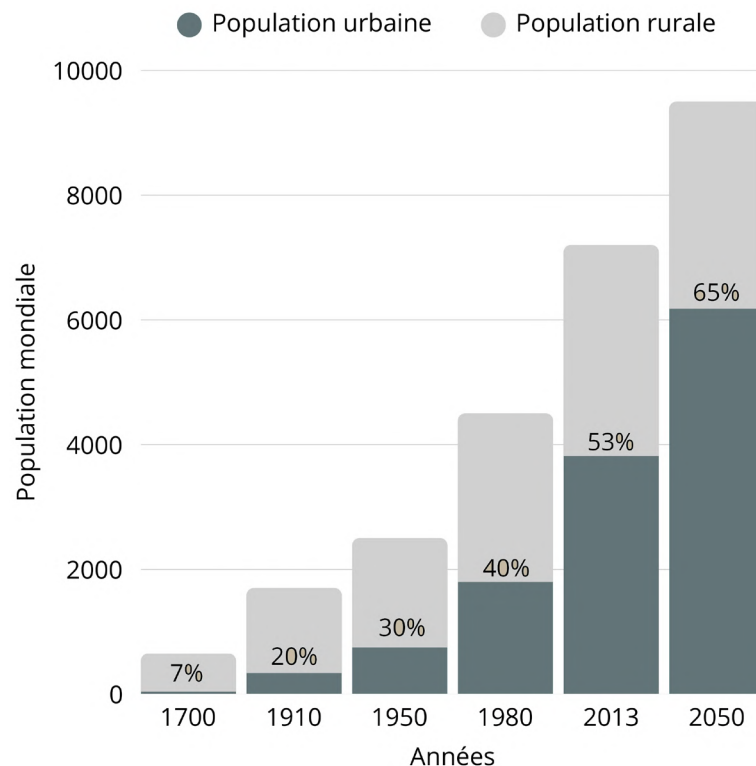


Figure 1 : Pourcentage de la population urbaine au fil des siècles

La périurbanisation

« La périurbanisation correspond à l'extension des surfaces artificialisées en périphérie des agglomérations urbaines »³. Cette surface artificialisée est forte puisque de nouveaux logements sont construits, mais aussi toutes les infrastructures viaires reliant ces logements à la ville centre. Ainsi, là où il y avait autrefois une ville se trouvent une aire urbaine avec une ville-centre, une banlieue, due à une première extension de la ville, généralement dans les années 50, puis une couronne périurbaine due à une extension plus récente. Ce dernier espace périurbain, presque inexistant il y a une quarantaine d'années, prend aujourd'hui une place importante sur le territoire et rassemble 30% de la population française⁴.

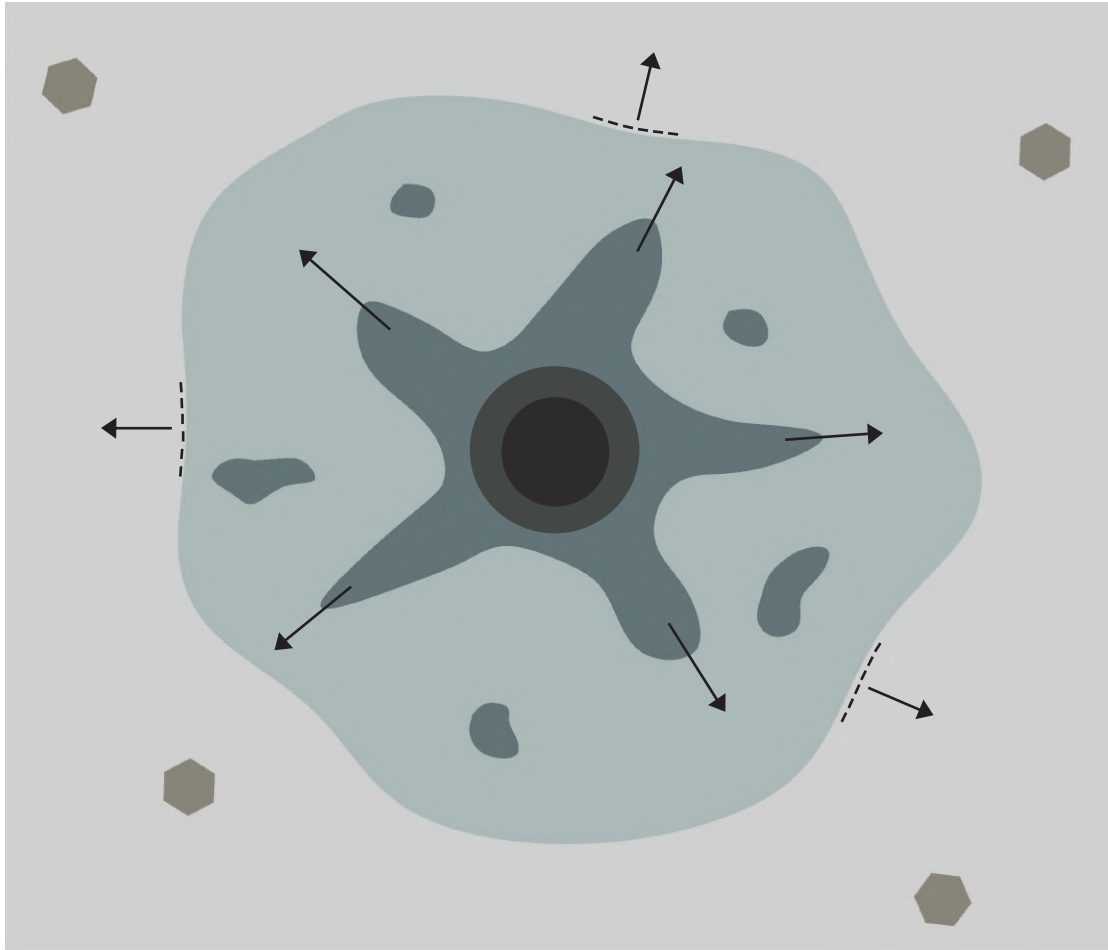
La périurbanisation a été facilitée dans les années 70 grâce à plusieurs facteurs. Tout d'abord, la démocratisation de la voiture a rendu la liaison entre la couronne périurbaine et la ville-centre beaucoup plus facile. Ainsi, de nombreux habitants s'installent dans l'espace périurbain et conservent leur emploi dans la ville-centre. De plus, la pression foncière dans le centre a poussé les ménages à s'installer là où les prix sont plus abordables. Il y a également un attrait pour un meilleur cadre de vie comme la possession d'un

jardin ou la proximité avec la nature, qui poussent les ménages à s'installer dans le périurbain.

L'une des conséquences de cette périurbanisation est l'étalement urbain. Ce dernier peut être défini comme la combinaison de l'augmentation de la superficie des villes avec un autre paramètre qui est la diminution de la densité de population. En effet, l'habitat dans les espaces périurbains n'est pas compact mais plutôt disséminé à travers l'espace rural. Les logements créés sont des maisons pavillonnaires avec jardins, organisées en lotissement, ce qui est un système très gourmand en espace. Cet étalement urbain, généralement non-planifié, rend la limite entre le monde rural et le monde urbain de plus en plus floue.

³ Géoconfluence, « Périurbanisation », octobre 2003, (page consultée le 19/03/25), [En ligne], Adresse URL : <https://geoconfluences.ens-lyon.fr/glossaire/periurbanisation>

⁴ ARAGAU, Claire. « Le périurbain : un concept à l'épreuve des pratiques », Géoconfluence, avril 2018, (page consultée le 20/03/25), [En ligne], Adresse URL : <https://geoconfluences.ens-lyon.fr/informations-scientifiques/dossiers-regionaux/france-espaces-ruraux-periurbains/articles-scientifiques/periurbain-concept-pratiques>



Les espaces qui composent l'aire urbaine

- Ville-centre
 - Banlieues
 - Espace périurbain bâti
 - Espace périurbain non-bâti (terres agricoles, forêts, etc.)
- } → Pôle urbain

Les espaces ruraux

- Espace rural
- Petites villes et bourgs polarisant les espaces ruraux

Les dynamiques de l'aire urbaine

- Extension du bâti au sein de l'aire urbaine
- Extension de l'urbanisation vers les espaces ruraux

Figure 2 : Une aire urbaine et ses dynamiques

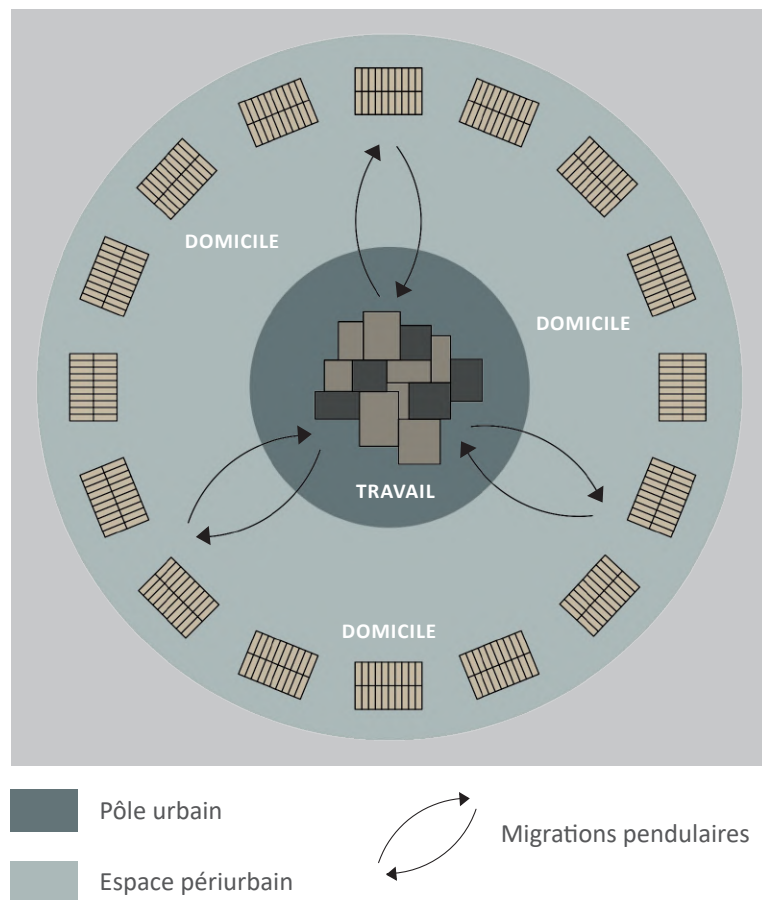
La rurbanisation

Le périurbain, considéré comme une extension de la ville, s'est constitué au détriment de l'espace rural. Son territoire se retrouve urbanisé, mais de façon non-uniforme. Ainsi cohabitent des caractéristiques rurales, telles que des terres agricoles, et des caractéristiques urbaines telles que des lotissements pavillonnaires. Tandis qu'une partie de la population des communes périurbaines continue de percevoir des revenus issus des activités agricoles, une majorité de la population, installée dans les lotissements pavillonnaires, travaille en ville, en dehors de la commune. On appelle ce phénomène la rurbanisation. Apparue dans les années 70 et nommée pour la première fois en 1976 par l'urbaniste et architecte Gérard Bauer et l'économiste et agronome Jean-Michel Roux dans l'ouvrage *La Rurbanisation ou la ville éparpillée*, la rurbanisation « résulte du déploiement et de la dissémination des villes dans l'espace rural, [...] proche de centres urbains et subissant l'apport résidentiel d'une population nouvelle, principalement citadine [...] »⁵.

Les conséquences négatives de la rurbanisation sont, en premier lieu, environnementales. En effet, la construction des lotissements et des réseaux viaires disséminés dans

l'espace rural amène à l'artificialisation des sols, ce qui entraîne la disparition des espaces naturels et agricoles. De plus, l'artificialisation des sols peut poser des problèmes d'écoulement des eaux de surface et augmenter les risques d'inondation. Aussi, les migrations pendulaires de chaque habitant entre son lieu de résidence et son lieu de travail le matin et le soir génèrent une pollution atmosphérique importante. Le modèle de développement des espaces périurbains pose donc questions quant aux enjeux climatiques actuels. Les conséquences négatives de la rurbanisation sont aussi patrimoniales. En effet, on assiste dans l'espace périurbain à une standardisation de l'habitat avec la construction de maisons individuelles toutes calquées sur les mêmes modèles. Les lotissements pavillonnaires sont similaires quel que soit leur lieu d'implantation. Ainsi, les petites communes rurales, maintenant englobées dans la couronne périurbaine de la ville, tendent à perdre leur identité architecturale. Au-delà de cette standardisation, certains espaces ruraux perdent leur rôle historique. En effet, avant la rurbanisation de l'espace rural, ce dernier fonctionnait autour de centres-bourgs, qui étaient des lieux de rassemblement des populations pour les activités commerciales et culturelles. Ces lieux étaient des marqueurs

identitaires forts du territoire et étaient caractérisés par une densité de population importante. Aujourd'hui, ces centralités rurales, dites centralités secondaires perdent leur statut car les centralités primaires se développent et les englobent dans leur périphérie. On assiste à la dévitalisation des centres-bourgs. Or, ces centres-bourgs pourraient jouer un rôle important dans le développement d'un urbanisme périurbain plus soutenable.



⁵ BAUER, Gérard. ROUX, Jean-Michel. La rurbanisation ou la ville éparpillée, Paris, Editions du Seuil, 1976, p.13.

Figure 3 : Les migrations pendulaires entre la ville-centre et l'espace périurbain

B- Le centre-bourg, causes de la dévitalisation et enjeux de la revitalisation

Le centre-bourg

« Pendant du centre-ville en milieu urbain, on entend par « centre-bourg » en milieu rural ou périurbain, le centre d'un bourg ou d'un village correspondant au noyau bâti historiquement constitué. Par son patrimoine bâti et sa trame urbaine ancienne, il est souvent le marqueur identitaire de la commune. C'est aussi traditionnellement le lieu le plus animé du village car c'est celui qui comprend, ou a compris, des équipements ou lieux collectifs administratifs, culturels ou commerciaux, même si, dans certains cas, ces équipements ne sont plus en service, du fait de l'évolution des modes de vie. Il constitue souvent un repère. Le centre revêt plusieurs sens : un sens géographique, le milieu, ou un sens fonctionnel, lieu de convergence des populations, des activités ou simplement de l'attention, de l'intérêt. Un centre-bourg est souvent un peu tout ça à la fois... »⁶.

Les causes de la dévitalisation⁷

Dans cette définition du centre-bourg, on peut souligner trois éléments importants qui le caractérisent : c'est le noyau bâti historiquement constitué ; il est le marqueur identitaire de la commune et le lieu le plus animé du village. Or, ces spécificités du centre-bourg entrent en contradiction avec le mode de vie moderne des espaces périurbains. Tout d'abord, le centre-bourg est constitué d'un urbanisme historique, avec une trame serrée. Les maisons sont mitoyennes et les rues étroites. L'espace est insuffisant pour créer des garages ou des places de stationnement pour les ménages devenus hypermobiles et possédant pour la plupart plusieurs voitures. Aussi, les habitations du centre-bourg ne possèdent pas de jardin et sont assez exigües. Ensuite, le centre-bourg perd son statut de marqueur identitaire de la commune car on assiste à une standardisation des nouveaux logements construits. Ils répondent au système des lotissements pavillonnaires. Ainsi, quel que soit le lieu d'implantation, les constructions sont toutes basées sur le même modèle. Enfin, le centre-bourg n'est plus le lieu le plus animé du village. Avec la rurbanisation, les nouveaux habitants viennent s'installer dans l'ancien bourg pour sa proximité avec la ville où ils se

rendent pour leurs activités. Les activités dans le centre-bourg chutent ainsi que le nombre d'habitants. Pour combler la dévitalisation dans le centre, les communes optent souvent pour la construction de nouveaux lotissements en périphérie qui attirent les ménages travaillant dans la ville d'à côté. On assiste au déplacement des habitants du centre vers la périphérie du bourg.

⁶ TROUILLET, Fabienne. « Revitalisation des centres-bourgs », Agence d'urbanisme de la région angevine, Pôle information-communication-documentation, décembre 2016, (page consultée le 02/03/2025), [En ligne], Adresse URL : https://www.aurangevine.org/fileadmin/user_upload/Production/Exploration_prospective/MEP_centre_bourg.pdf (p.2)

⁷ Toutes les informations présentées dans cette partie proviennent de la référence citée ci-dessus



Le centre-bourg :

- Forte densité de l'habitat
- Maisons mitoyennes
- Rues étroites
- Logements assez étroits et peu de jardins
- Trame organisée autour d'un centre : lieu de rassemblement
- Architecture spécifique au lieu



Le lotissement pavillonnaire :

- Faible densité de l'habitat
- Maisons quatre façades
- Voirie large, conçue pour l'utilisation de la voiture
- Habitations larges et possédant chacune un jardin
- Pas de trame claire, implantation non-planifiée
- Standardisation de l'habitat

Figure 4 : Organisations spatiales d'un centre-bourg et d'un lotissement pavillonnaire

Plans de la commune d'Ardres au 1/5000ème

Intérêts de la revitalisation des centres-bourgs⁸

Comme nous l'avons vu précédemment, la rurbanisation des espaces autrefois ruraux crée de nombreux problèmes environnementaux tels que la disparition des espaces naturels et agricoles avec l'artificialisation des sols ou encore la forte pollution due à l'utilisation de la voiture. Tous ces problèmes sont liés à l'étalement urbain et à la dissémination de la ville dans l'espace périurbain. Pour limiter l'artificialisation des sols, il faut chercher à limiter l'emprise de la ville sur les espaces naturels et agricoles et créer de l'habitat compact. Revitaliser les centres-bourgs permettrait de ramener à nouveau les habitants dans un espace déjà densément bâti et d'occuper les logements devenus vacants à cause de la dévitalisation. Cela limiterait l'étalement urbain. La revitalisation des centres-bourgs permettrait aussi de recréer des commerces et des services de proximité, accessibles aux habitants, qui limiteraient l'utilisation de la voiture. Cela viendrait diminuer la distance entre le domicile et les activités des ménages et créer du lien social sur un territoire où les interactions entre les habitants sont de plus en plus faibles en raison de la transformation du bourg en village dortoir. Enfin, la revitalisation des centres-bourgs permettrait de créer une

économie locale et des emplois, ce qui rendrait les centralités secondaires moins dépendantes des centralités primaires. La revitalisation des centres-bourgs, ayant des intérêts économiques, sociaux et environnementaux, s'inscrit alors dans une démarche de développement durable.

Les leviers de revitalisation⁹

Différents leviers existent pour réaliser un projet de revitalisation d'un centre-bourg. Tout d'abord, les collectivités peuvent retravailler l'organisation foncière. Ainsi, créer des ouvertures dans la trame serrée du centre-bourg permet de proposer des logements plus attractifs : plus lumineux ou comportant un jardin. La réhabilitation du bâti contribue également à la revitalisation.

⁸ Toutes les informations présentées dans cette partie proviennent de : TROUILLET, Fabienne. « Revitalisation des centres-bourgs », Agence d'urbanisme de la région angevine, Pôle information-communication-documentation, décembre 2016, (page consultée le 02/03/2025), [En ligne], Adresse URL : https://www.aurangevine.org/fileadmin/user_upload/Production/Exploration_prospective/MEP_centre_bourg.pdf (p.2)

⁹ Ibid.

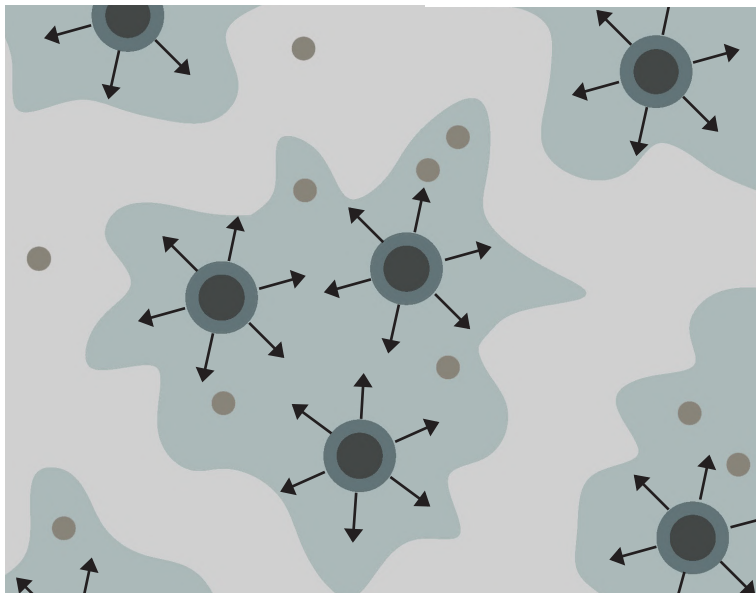


Figure 5 : Développement urbain actuel

-  Centralités primaires
-  Centralités secondaires : petites villes et centres-bourgs
-  Espace périurbain : étalement urbain non-planifié
-  Espace rural
-  Extension du bâti dans l'espace périurbain

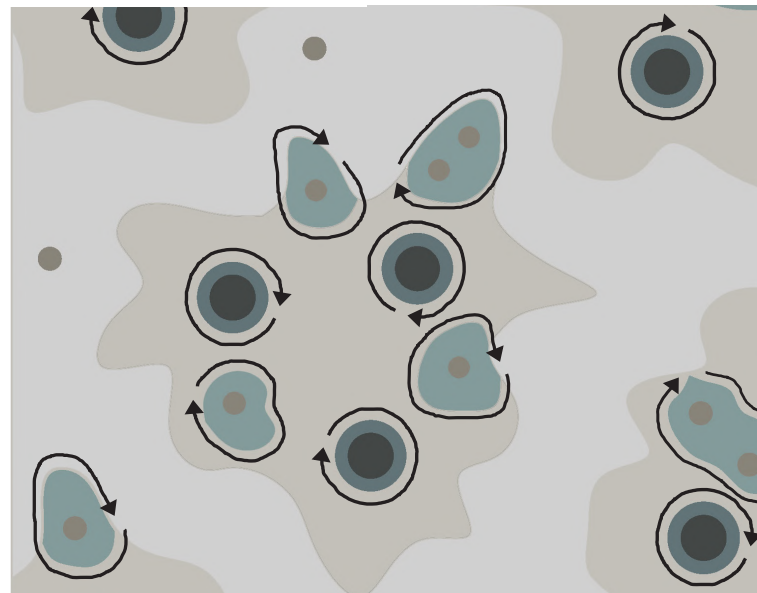


Figure 6 : Développement urbain avec les centres-bourgs revitalisés

-  Centralités primaires
-  Centres-bourgs situés en milieu périurbain revitalisés : densification de l'habitat autour des centres-bourgs
-  Limitation de l'urbanisation des espaces naturels et agricoles en milieu périurbain
-  Concentration du bâti autour des centralités primaires et secondaires

I- BOULEVERSEMENTS DANS LES DYNAMIQUES DE TERRITOIRE ET ENJEUX DES CENTRES-BOURGS

En effet, les logements du centre-bourg sont pour la plupart anciens et vétustes. Améliorer leur bilan énergétique et leur accessibilité permet d'attirer de nouveaux habitants. Enfin, l'aménagement des espaces publics peut améliorer l'accessibilité du centre, notamment via des mobilités douces, et le rendre plus attractif. Cela permet aussi de redonner une qualité d'usage aux espaces publics existants. Bien que ces différents leviers permettent d'attirer une nouvelle population au sein du centre-bourg, ils sont souvent insuffisants pour transformer durablement les dynamiques du territoire. Or, comme expliqué précédemment, la dévitalisation des centres-bourgs est un phénomène qui découle de dynamiques territoriales complexes qui dépassent largement l'échelle du centre-bourg. L'ensemble de la démarche de revitalisation doit donc s'effectuer à l'échelle du bassin de vie pour être pérenne et modifier les dynamiques impliquant les centralités primaires et secondaires.

C'est le parti pris dans ce travail de fin d'études. Il cherche à trouver un levier de revitalisation qui s'appuie sur la spécificité du territoire concerné, dépassant l'échelle du bourg et de la commune.

Dans ce travail, j'ai décidé de m'intéresser aux centres-bourgs du Pas-de-Calais car je suis originaire de la région des Hauts-de-France et ce département compte un grand nombre de centres-bourgs. Parmi ces 19 centralités secondaires, je me suis intéressée aux communes d'Ardres et de Guînes qui ont joué un rôle important dans le passé mais qui sont maintenant englobées dans la couronne périurbaine de Calais. Par l'étude du territoire, j'ai découvert que ces deux centres-bourgs, espacés de neuf kilomètres, possédaient une richesse territoriale commune. Celle-ci va constituer le levier de revitalisation des deux centres-bourgs.



Communes constituant un pôle urbain

Source : DEGORRE, Arnaud. «Nord-Pas-de-Calais et Picardie : l'influence des grandes aires urbaines», Statistiques de l'INSEE, 13/01/2015, (consulté le 12/04/25), [En ligne], Adresse URL : <https://www.insee.fr/fr/statistiques/1285215>



Les communes abritant les 19 centres-bourgs du Pas-de-Calais

Source : LEROY, Jean-Claude. Président du Département du Pas-de-Calais. «Le programme d'aide en faveur des territoires ruraux : FARDA 2023-2026», 05/03/24, (consulté le 03/08/24), [En ligne], Adresse URL : <https://www.pasdecalais.fr/farda-le-departement-du-pas-de-calais-sen-gage-pour-la-ruralite>

Figure 7 : Le département du Pas-de-Calais : Pôles urbains et centres-bourgs

0 20 km



II- LES CENTRES-BOURGS D'ARDRES ET DE GUÎNES : LA REVITALISATION PAR LE LEVIER DU TERRITOIRE

II- LES CENTRES-BOURGS D'ARDRES ET DE GUÎNES : LA REVITALISATION PAR LE LEVIER DU TERRITOIRE

Neuf kilomètres séparent les centres-bourgs d'Ardres et de Guînes. Ils se situent tous les deux à la frontière entre la plaine maritime au nord et les collines d'Artois au sud. À proximité de Calais, les deux communes, anciennement rurales ont été peu à peu englobées dans la couronne périurbaine de la ville. Elles ont ainsi connu de nombreux bouleversements depuis les années 70. Aux anciens bourgs à l'habitat compact et concentrique, sont venus se greffer des lotissements pavillonnaires. Cette urbanisation non planifiée s'est faite principalement autour des axes départementaux reliant les communes à Calais, facilitant les migrations pendulaires des habitants travaillant en ville. D'autres formes de rurbanisation sont visibles sur ces territoires, comme le développement de grandes zones commerciales et la dévitalisation des centres où beaucoup de commerces sont fermés. Cette rurbanisation tend à faire disparaître les spécificités des centres-bourgs d'Ardres et de Guînes. Pourtant, par le passé, ils ont joué un rôle majeur. Le territoire de l'Artois renferme également des richesses importantes qui ont permis le développement des bourgs et qui pourraient constituer le levier de leur revitalisation.

Après avoir parcouru l'histoire des centres-bourgs au fil des siècles dans une première partie, nous verrons dans

une deuxième partie comment la présence de l'eau sur le territoire a été un élément central de leur construction et de leur développement économique. Nous verrons enfin quels sont les enjeux actuels liés au territoire.

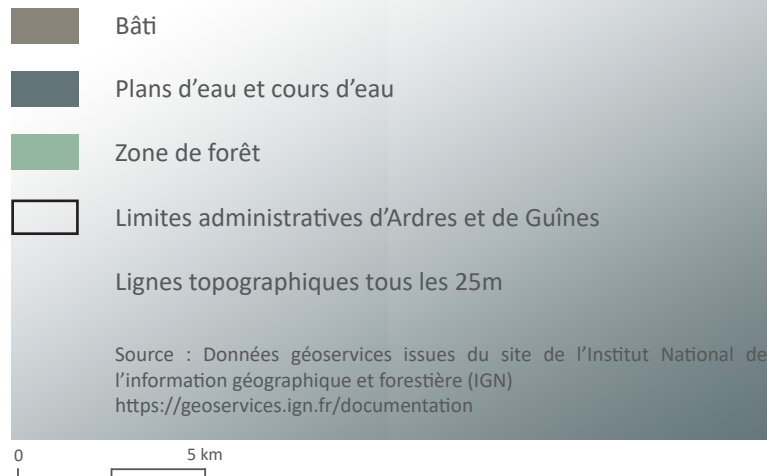




Figure 8 : Les centres-bourgs d'Ardres et de Guînes dans la couronne périurbaine de Calais

Échelle : 1/200 000

A- Ardres et Guînes au fil des siècles

Ardres¹⁰

Le bourg d'Ardres vit le jour au Moyen-Âge grâce à Arnould Ier, seigneur d'Ardres de 1049 à 1093. Ce dernier entreprend des travaux pour garantir la solidité de la colline d'Ardres sur laquelle il construira un donjon. Par la suite, dans la seconde moitié du XI^{ème} siècle, un bourg entouré d'un fossé sera aménagé. C'est seulement au début du XIII^{ème} siècle qu'une véritable enceinte ovale fût construite. Cette dernière était constituée d'une dizaine de tours et de deux portes, une porte en bas vers Guînes et une porte en haut vers Saint-Omer.

En 1360, le bourg est cédé aux Anglais par le Traité de Brétigny. Après dix-sept ans d'occupation, il est repris par Philippe, duc de Bourgogne. La ville est rendue au Roi de France, Louis XI, en 1482 avec la Paix d'Arras. Pendant ces occupations anglaises puis bourguignonnes, des nombreux travaux sont effectués sur les fortifications : construction des remparts, curage des fossés, réfection de bâtiments militaires, etc.

À la Renaissance, Ardres acquiert le statut de place militaire en raison de sa position stratégique entre Calais et

Guînes, qui appartiennent aux Anglais et Saint-Omer qui est espagnole. En 1520, une rencontre diplomatique entre François Ier et Henri VIII, connue sous le nom du Camp du Drap d'Or, se déroule à mi-chemin entre Ardres et Guînes. Celle-ci étant un échec, elle incita François Ier à renforcer les fortifications du bourg. Mais cela n'empêche pas les Anglais de prendre la ville en septembre 1522. En 1529, le Traité de Cambrai rend la place à la France et François Ier poursuit le renforcement des fortifications. Il érige six bastions sur les remparts médiévaux les bastions Royal (ou Condette), Mont-Éventé, Prince, Festin, Gascogne et Saint-André.

En 1596, Ardres subit un siège espagnol, provoquant des dommages aux fortifications. L'occupation espagnole prend fin en 1598, mais la menace demeure. Au XVII^{ème} siècle, les remparts sont modernisés par plusieurs ingénieurs, et cinq demi-lunes sont construites pour renforcer la défense.

Au XVIII^{ème} siècle, Ardres perd son statut militaire et devient une place de seconde ligne. Des tensions émergent entre l'armée, qui limite le développement du bourg et surveille les communications et la municipalité qui trouve l'emprise militaire trop importante et freinant le développement économique de la ville. En 1765, le cimetière est transféré en dehors de l'enceinte et l'Allée des Tilleuls est créée.

Au XIXe siècle, Ardres est un chef-lieu de canton. Elle est rayée des places fortes militaires en 1842. Le bourg veut désormais s'affranchir de ses fortifications pour se développer. Les fortifications sont ainsi remises au canton en 1848. L'adjudication des terrains débute en 1855 à l'exception des parties nécessaires à la ville. Le bastion de Saint André devient le champ de foire tandis que les anciens bâtiments militaires se transforment en locaux administratifs. Les fortifications sont entièrement démantelées en 1862. Aujourd'hui, il ne reste que quelques vestiges des remparts médiévaux, dont le bastion Royal et des greniers à blé souterrains, classés monuments historiques en 2003.

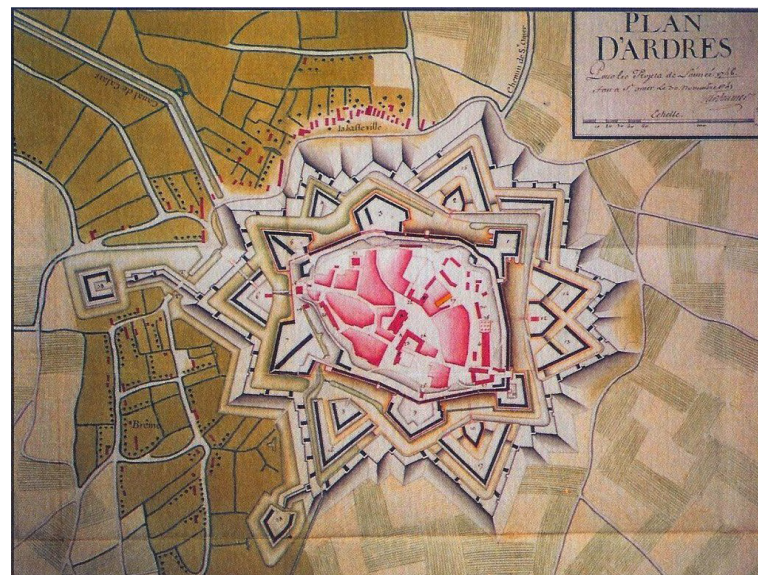


Figure 9 : Plan du bourg d'Ardres en 1745

¹⁰ Toutes les informations présentées dans cette partie proviennent de : CABAL, Michel. « Les fortifications d'Ardres du Moyen Âge au XIXe siècle », Association Culturelle et Historique d'Ardres (ACHA), Institut de recherches historiques du Septentrion, s.d., (page consultée le 27/03/25), [En ligne], Adresse URL : <https://books.openedition.org/irhis/822>

II- LES CENTRES-BOURGS D'ARDRES ET DE GUÎNES : LA REVITALISATION PAR LE LEVIER DU TERRITOIRE

Guînes¹¹

Le bourg de Guînes aurait été fondé par un viking, Sifrid le Danois, arrivé sur le rivage du nord en 928. C'est lui qui aurait érigé les premiers ouvrages de défense de Guînes dont la motte féodale qui a accueilli le premier château fort. Cet emplacement a été choisi en raison du débit d'eau qui permettait de protéger l'ouvrage militaire en remplissant les fossés et les douves.

Guînes connaît son apogée au Moyen-Age, avec le règne de Baudouin II. Ce dernier entreprend des travaux pour renforcer la défense du bourg. Il construit un donjon en pierres de taille et entoure la ville d'un mur de pierres, avec une tour de défense à chaque porte. A cette époque, l'agriculture se développe autour du bourg et le comte entreprend l'assèchement des marais.

Au XIIIème siècle, Guînes connaît de nombreux bouleversements en raison des différentes occupations du bourg. Il appartient successivement à la France, à la Flandre, au comte de Guînes, à la Hollande puis redevient français. Le bourg connaît une véritable stabilité au milieu du XI-Vème siècle avec l'arrivée des Anglais. Ces derniers occuperont Guînes pendant deux siècles. Ils transformeront le château d'origine en véritable forteresse. Ils ajouteront

une seconde enceinte avec des remparts de neuf mètres de haut et des tours d'artilleries aux angles les plus exposés à l'ennemi. L'eau restera un élément fort de la défense de Guînes et les marais au nord feront de Guînes un bourg presque imprenable par l'ennemi. Le Duc de Bourgogne et les troupes flamandes essayèrent de chasser les Anglais en 1436 et y laissèrent leur artillerie. Ainsi, en 1558, après la reprise de Calais aux Anglais, le Duc de Guise évita soigneusement les marais avec son armée. Il parvint à reprendre Guînes, mais bien plus difficilement que Calais. Après la reprise du bourg aux Anglais, le Duc fit raser le château et les fortifications de peur qu'ils ne servent à l'ennemi s'il venait à regagner Guînes. Ainsi, le bourg perdit définitivement l'importante militaire qu'il avait auparavant. Les eaux ne servaient plus aux douves mais continuaient de s'écouler à ciel ouvert au milieu des habitations. La facilité d'accès à l'eau a permis par la suite le développement de nombreuses activités économiques. De plus, la rivière de Guînes a été canalisée et reliée directement aux cours d'eau du littoral ce qui a facilité la communication avec Calais et a contribué à l'essor du bourg.

¹¹ Toutes les informations présentées dans cette partie proviennent de : « Guînes », histopale (page consultée le 26/03/25), [En ligne], Adresse URL : <https://histopale.net/les-communes/guines-son-histoire/>



Figure 10 : Le bourg de Guînes en 1550 durant l'occupation anglaise

B- L'eau, élément central des deux bourgs¹²

Le développement des centres-bourgs d'Ardres et de Guînes s'est fait grâce à un même élément : l'eau. Si l'on remonte à la Préhistoire, la Transgression Flandrienne »¹⁰ a lieu entre – 9000 et – 3000 ans avant J.C. La mer entre dans les terres et Calais et ses alentours sont immergés. A cette époque, Ardres et Guînes se situent donc au bord de la mer, ce qui les rend très attractives. De plus, jaillissent naturellement des eaux douces venant des sous-sols. Ces dernières sont des eaux de ruissèlement issues des précipitations qui sont amenées par les collines du Boulonnais dans la plaine des Flandres et qui s'infiltrant à travers la craie. Cette eau douce ressurgit dans des puits artésiens qui alimentent encore aujourd'hui Calais et une partie du Calaisis. La présence d'eau douce est favorable à l'habitat et amène de nombreuses populations aux abords d'Ardres et de Guînes. Des découvertes archéologiques témoignent d'occupations gauloises et romaines à l'époque protohistorique. Plusieurs transgressions ont eu lieu dont la dernière dite « Dunkerquienne » remonte au IV^{ème} siècle après J.C. Par la suite, la mer se retira définitivement pour gagner les frontières que nous connaissons actuellement. Cette série de transgressions a apporté des couches successives

de limons et de végétaux qui se sont accumulées à l'extrémité de la poussée des eaux et ont ainsi formé un relief. La partie basse, qui s'est retrouvée alternativement immergée et émergée constitue encore aujourd'hui des marais. La partie haute quant à elle, toujours émergée a été le lieu où se sont bâtis les centres-bourgs d'Ardres et de Guînes.

¹²Toutes les informations présentées dans cette partie proviennent de : LOUF, Jacques. « Le rôle essentiel de l'eau dans l'histoire de Guînes », Société Historique de Guînes, s.d., (page consultée le 27/02/25), [En ligne], Adresse URL : http://musee-guines.fr/leau_et_guines.htm

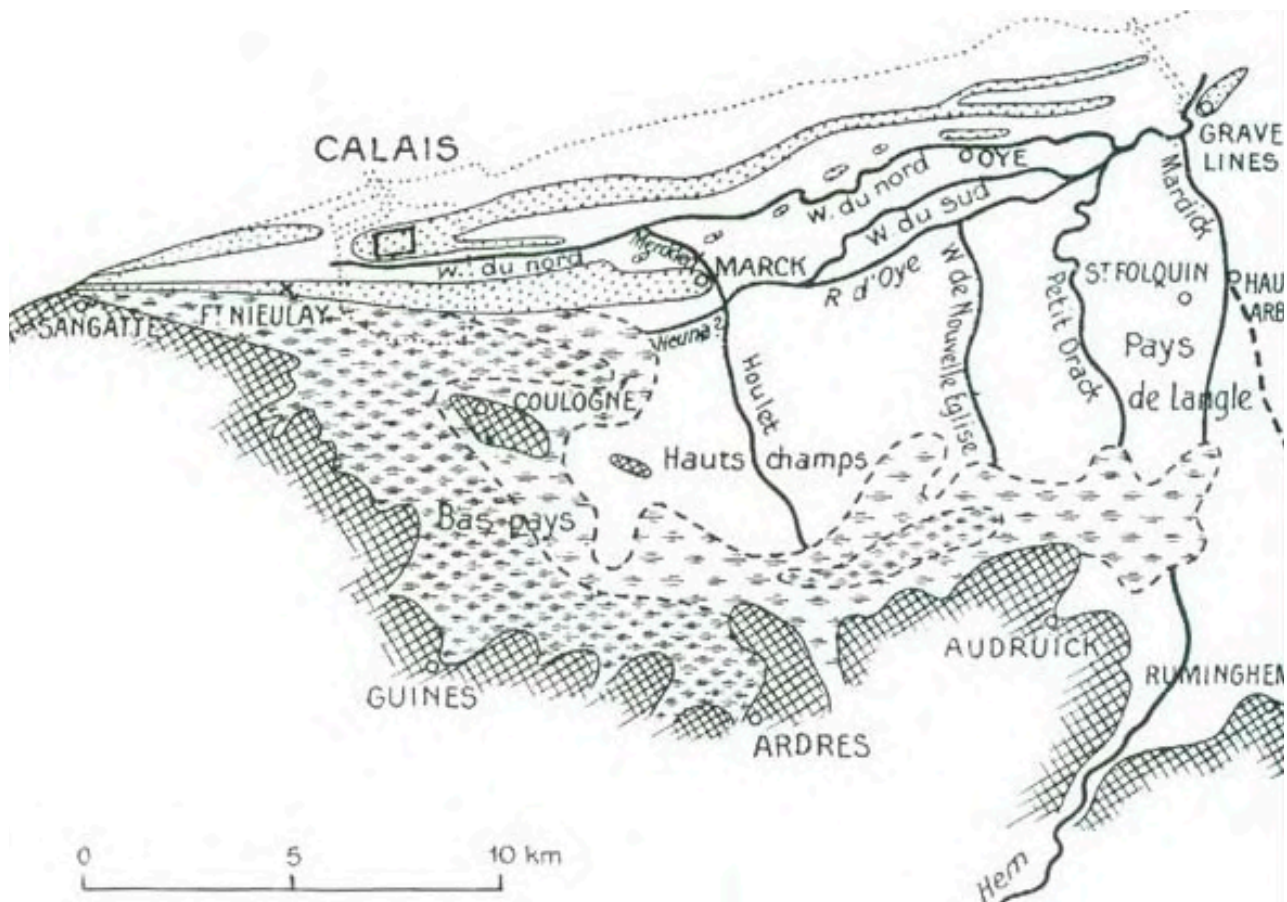


Figure 11 : Les anciens rivages du nord de la France entre la transgression Flandrienne (-9000 -3000 avant JC) et la transgression Dunkerquienne (4ème siècle après JC)

II- LES CENTRES-BOURGS D'ARDRES ET DE GUÎNES : LA REVITALISATION PAR LE LEVIER DU TERRITOIRE

Au-delà de la création de conditions viables à l'installation de populations, l'eau a aussi permis l'essor économique des centres-bourgs. Mais lorsque l'on se plonge dans l'histoire des deux communes, on se rend compte que Guînes a connu un essor plus important, cela s'explique, tout d'abord, par la présence plus importante de l'eau au sein même de son bourg qui a été le pilier de nombreuses activités économiques. De plus, sa proximité avec la ville de Calais à laquelle elle est reliée par différents cours d'eau a contribué à son essor. Ardres, quant à elle, a connu une situation politique plus instable et le démantèlement tardif des fortifications a freiné le développement économique du bourg.

Ainsi, tout au long de son histoire, les activités économiques de Guînes étaient étroitement liées à la présence de sources d'eau au sein de son bourg.

Au Moyen-Age, l'eau a permis le développement de l'artisanat. Plusieurs moulins à eau ont été construits. Ils servaient notamment au foulage des draps. Quand l'activité du drap disparut, les moulins furent utilisés pour l'agriculture et notamment pour moudre le blé.

Aux XV^{ème} et XVI^{ème} siècles, l'eau a surtout été utilisée pour protéger le château fort des ennemis. Mais après la reprise de Guînes aux Anglais et la destruction de la

forteresse en 1558, l'eau est redevenue accessible à la population. Durant les trois siècles qui suivirent, de nombreuses entreprises s'installèrent le long des cours d'eau existant : des brasseries, des tanneries, des blanchisseries, des teintureries et des savonneries. Ces différentes entreprises apportèrent du travail aux habitants et la prospérité du bourg. Les brasseries, par exemple, employaient une dizaine de personnes et ont contribué au développement de professions telles que les tonneliers et les « faiseurs de cuve de brasserie »¹³.

Guînes a connu un essor économique majeur grâce à la transformation de ses cours d'eau en voies de communication et de transports. Ainsi une batellerie se développa au nord du bourg au XVII^{ème} siècle et permit de nombreux échanges de marchandises entre Guînes et Calais. Le port fluvial devint encore plus important après la révolution industrielle à la fin du XVIII^{ème} siècle. Le développement de la tulle et de la dentelle de Calais amena à Guînes les activités de blanchisserie et de teinturerie. La ville manquait d'eau douce pour blanchir elle-même sa production qui était noircie par le graphite des machines. La batellerie a également servi à la même époque dans le domaine de la métallurgie. L'activité imposait l'acheminement de très grandes quantités de matériaux nécessaires pour produire

la fonte dans les usines. Les maitres de forge de Marquise se tournèrent donc vers les canaux existants dont l'accès le plus proche se situait à Guînes. Guînes fût alors au cœur du transport des minerais provenant du bassin minier et même de Belgique. La batellerie de Guînes disparut au XXème siècle avec le développement du réseau ferroviaire et le bourg perdit peu à peu son attractivité.



Figure 12 et 13 : L'eau au cœur de l'économie - Musée de Guînes

¹³ LOUF, Jacques. « Le rôle essentiel de l'eau dans l'histoire de Guînes », Société Historique de Guînes, s.d., (page consultée le 27/02/25), [En ligne], Adresse URL : http://musee-guines.fr/leau_et_guines.htm

II- LES CENTRES-BOURGS D'ARDRES ET DE GUÎNES : LA REVITALISATION PAR LE LEVIER DU TERRITOIRE

La présence de l'eau amène également une autre activité économique, qui celle-ci, est commune aux deux bourgs : l'exploitation de la tourbe. La tourbe s'est formée à Ardres et Guînes en raison des différentes transgressions marines et des caractéristiques du territoire favorables à la formation de la tourbe. La tourbe va être extraite des zones de marais au nord des bourgs et séchée pour être utilisée comme moyen de chauffage. Ce combustible, bien qu'ayant un pouvoir calorifique inférieur à celui du bois, a l'avantage pour les habitants d'Ardres et Guînes d'être accessible sur leur territoire. La tourbe sera donc consommée sur place mais également acheminée en barque vers la Flandre et vers Calais grâce aux réseaux de canaux existants. Les exploitations de tourbe les plus anciennes datent du XVIIIème siècle. On a retrouvé des actes de notaires de Guînes témoignant de cette activité dans les années 1600. Il y avait des contrats de ventes de combustible ou des concessions de terrains en vue d'y ouvrir des ateliers d'extraction.

A Ardres, l'exploitation de la tourbe a été très importante au nord du bourg. Le territoire a été divisé en unités de même superficie qui ont été vendues aux particuliers. Ces derniers avaient le droit d'exploiter la tourbe pour leur propre utilisation. Ainsi, l'extraction a laissé des traces bien

visibles sur le territoire et l'immense cavité créée constitue aujourd'hui le lac d'Ardres. A Guînes, l'exploitation atteint son développement maximum lors de la Révolution française en 1789 car le bourg a dû fournir du combustible aux armées de la République située à Gravelines et Dunkerque. La tourbe a cessé d'être exploitée à la fin du XVIIIème siècle et a été remplacée par le charbon du Bassin Minier, acheminé par le train.

Aujourd'hui, l'extraction de la tourbe a complètement cessé à Ardres et Guînes et dans une grande partie de la France. La tourbe, encore utilisée comme engrais, est la plupart du temps importée depuis les pays voisins. On cherche de plus en plus à limiter son extraction en raison des conséquences environnementales de la dégradation des tourbières.



Figure 14 : Exploitation de la tourbe au Noirrupt (Vosges, France)



Figure 15 : Dégradation de la tourbière à Baupré (Manche, France) à cause de l'extraction de tourbe

II- LES CENTRES-BOURGS D'ARDRES ET DE GUÎNES : LA REVITALISATION PAR LE LEVIER DU TERRITOIRE

Les tourbières sont des éléments très présents sur ce territoire. Elles constituent une trame bleue et une trame verte qui lient les centres bourgs d'Ardres et de Guînes. C'est l'un des éléments qui m'a le plus frappée lors de l'analyse de mon territoire d'étude. Mon sujet d'étude, la rurbanisation, m'a d'abord amenée à m'intéresser au centre-bourg d'Ardres, qui était décrit comme exemple de rurbanisation en France dans l'ouvrage de Michel Cabat, *Les fortifications d'Ardres du Moyen Âge au XIXe siècle*¹⁴. Par les liens que le territoire établit entre Ardres et Guînes, j'en suis venue à intégrer les deux centres-bourgs dans ma réflexion. J'ai ainsi recherché quels étaient les enjeux actuels liés aux tourbières et en quoi elles pouvaient constituer un levier dans la revitalisation des centres-bourgs.

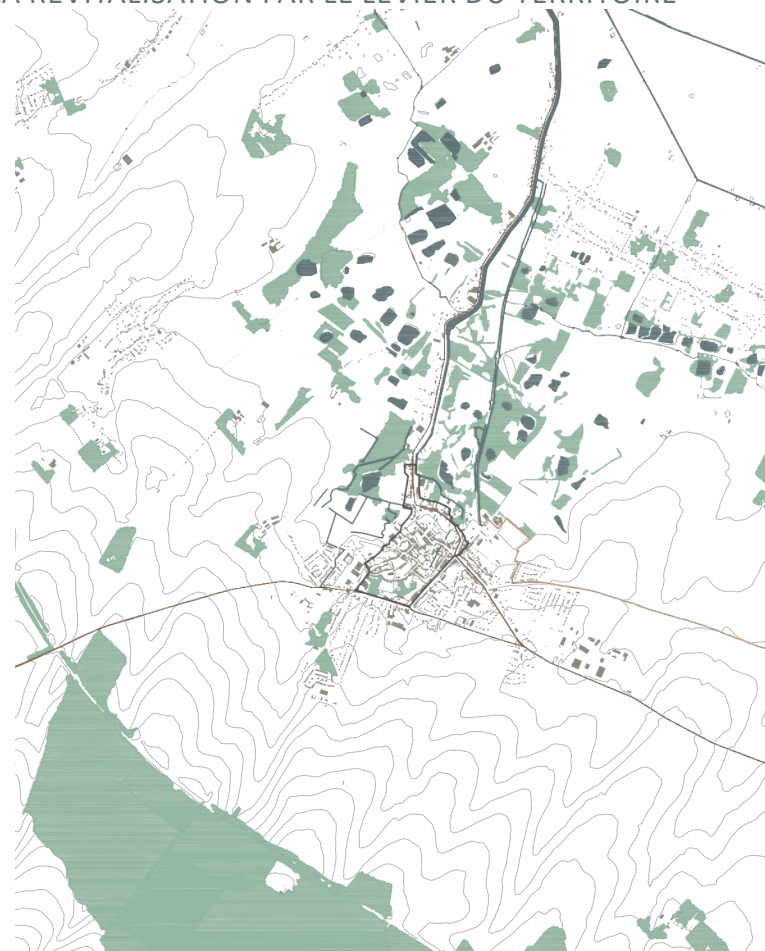
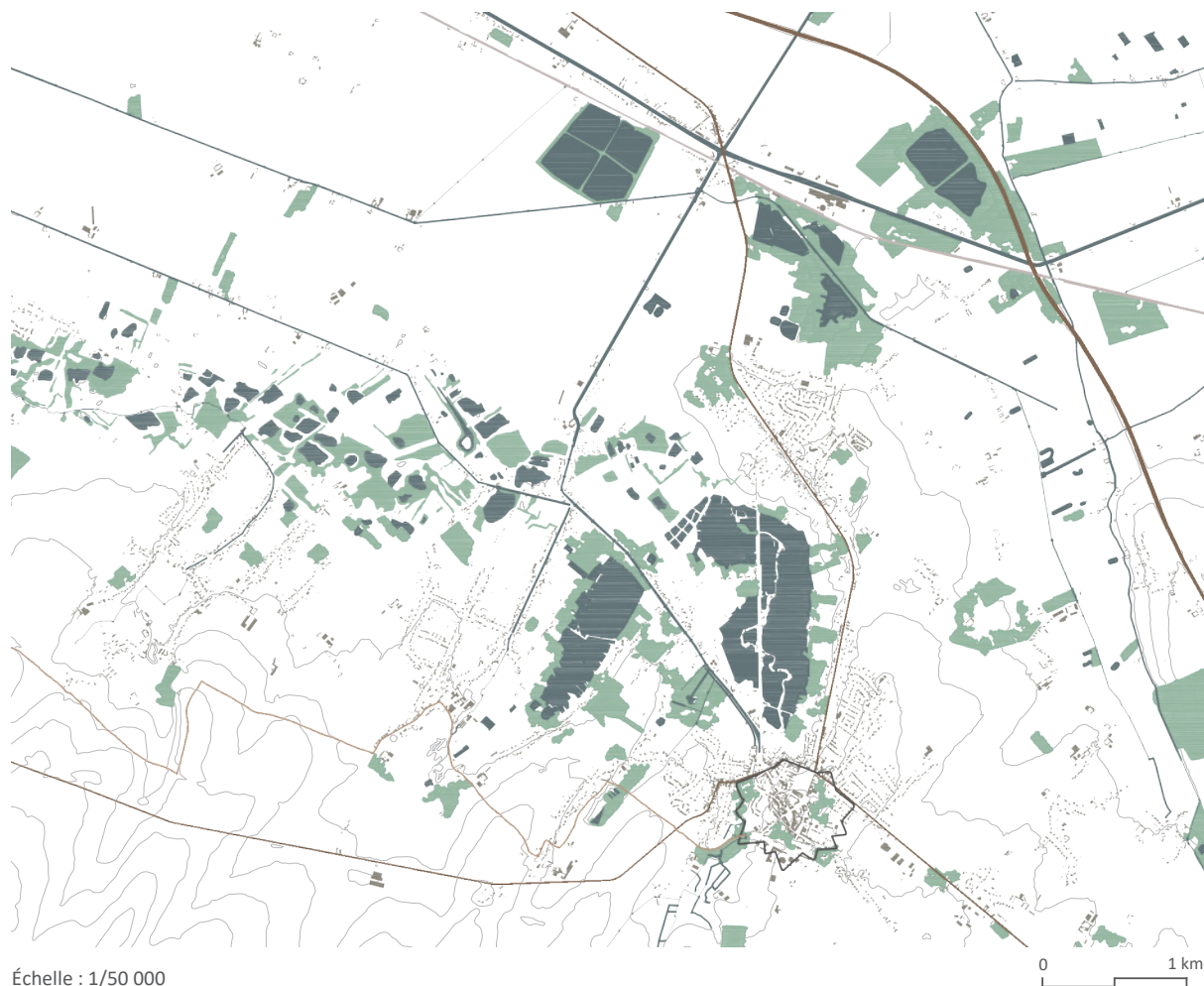


Figure 16 : Les tourbières entre Ardres et Guînes

¹⁴CABAL, Michel. « Les fortifications d'Ardres du Moyen Âge au XIXe siècle », Association Culturelle et Historique d'Ardres (ACHA), Institut de recherches historiques du Septentrion, s.d., (page consultée le 27/03/25), [En ligne], Adresse URL : <https://books.openedition.org/irhis/822>



Échelle : 1/50 000

Source : Données géoservices issues du site de l'Institut National de l'information géographique et forestière (IGN)
<https://geoservices.ign.fr/documentation>

C- Les enjeux actuels liés aux tourbières

Caractéristiques d'une tourbière

Une tourbière se définit principalement par « un sol saturé en permanence d'une eau stagnante ou très peu mobile. Il prive ainsi d'oxygène les bactéries et champignons qui sont responsables de la décomposition et du recyclage de la végétation morte. Dans ces conditions, une litière végétale s'accumule progressivement, formant un dépôt mal ou non décomposé, riche en carbone : c'est ce qu'on appelle la tourbe [...] »¹⁵.

La tourbe se forme donc dans un milieu qui est gorgé d'eau en permanence. Ainsi, pour qu'il y ait formation de tourbières, il faut que les apports en eau, issus des précipitations, des nappes phréatiques et des eaux de ruissellement soient égaux ou supérieurs aux pertes en eaux, dues aux évaporations ou aux écoulements. On dit alors que le bilan hydrique doit être positif.¹⁶

Les marais et les tourbières sont deux milieux humides différents. Les dernières se distinguent « par la décomposition lente des plantes dans des conditions anaérobies, qui créent des sols riches en matière organique appelée tourbe »¹⁷.

¹⁵ VAUTIER, Pascal. « Et pourtant elle tourbe, voyage au pays des tourbières », Fédération des Conservatoires d'espaces naturels, Pôle-relais tourbières, 2013, (brochure téléchargée le 21/03/25), [En ligne], Adresse URL : <https://reseau-cen-doc.org/>

¹⁶ Ibid.

¹⁷ ROPERO PORTILLO, Sandra. « Tourbière : définition, schéma et tourbières en France », 7 novembre 2023, (consultée le 08/04/25), [En ligne], Adresse URL : <https://www.projetecolo.com/tourbiere-definition-schema-et-tourbieres-en-france-1794.html#:~:text=Les%20tourbi%C3%A8res%20et%20les%20marais%20sont%20deux%20types,des%20sols%20riches%20en%20mati%C3%A8re%20organique%20appel%C3%A9e%20tourbe.>

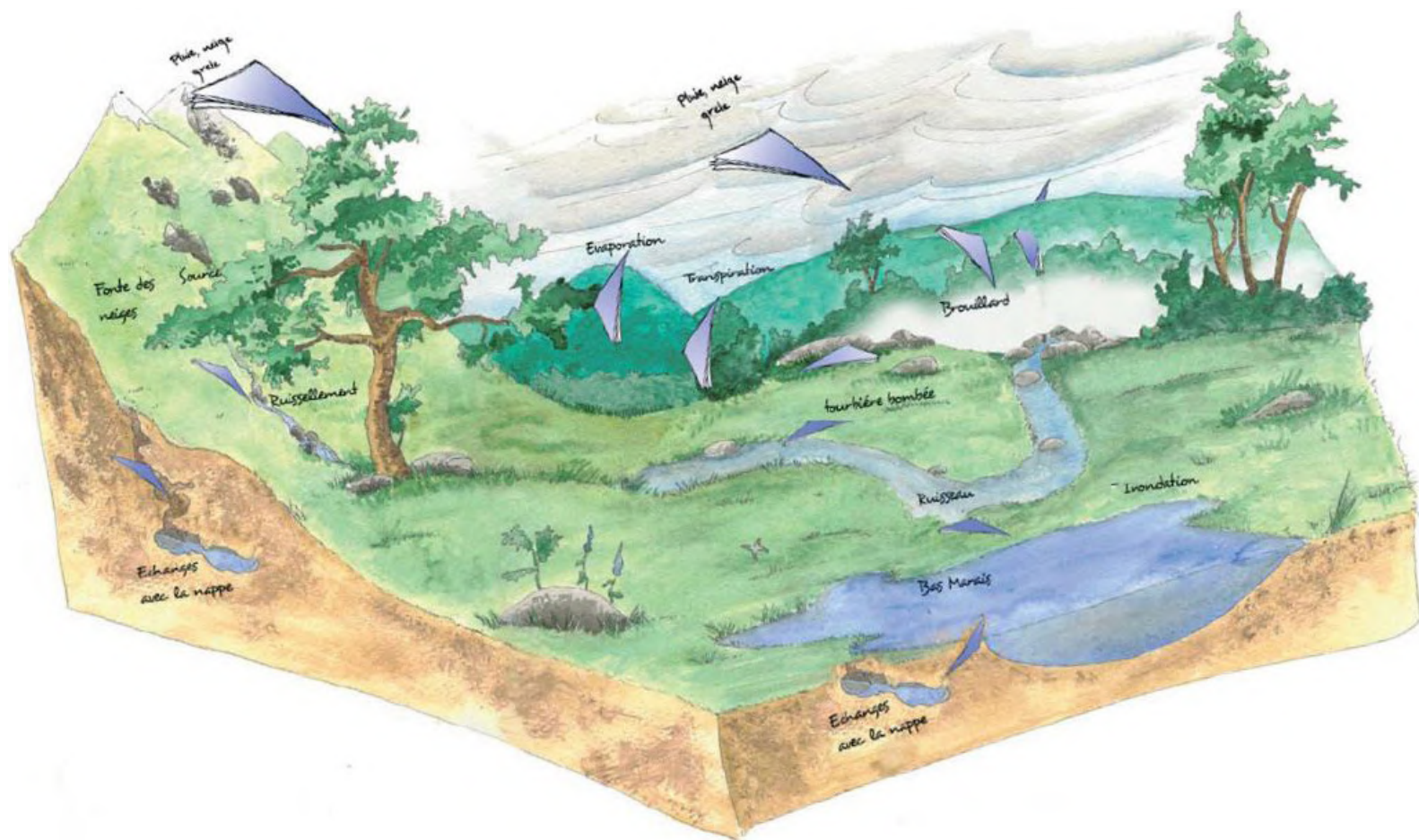


Figure 17 : Les bilans hydriques positifs favorables à l'apparition de tourbières

II- LES CENTRES-BOURGS D'ARDRES ET DE GUÎNES : LA REVITALISATION PAR LE LEVIER DU TERRITOIRE

Les types de tourbières¹⁸

Selon les conditions météorologiques, géologiques et topographiques des différentes régions du monde, il existe une très grande variété de tourbières. Une tourbière est caractérisée par plusieurs critères :

- Le type d'alimentation en eau : les tourbières dites « ombrotrophes » sont principalement alimentées par des eaux de pluie tandis que les tourbières dites « minérotrophes » (ou « géotrophes ») sont alimentées par des eaux souterraines.
- L'acidité du milieu : Les tourbières peuvent avoir un pH situé entre 3 et 8. Plus elles s'approchent de 3, plus elles sont acides et plus elles s'approchent de 8, plus elles sont basiques. On nomme ces dernières « tourbières alcalines ».
- La teneur du milieu en éléments nutritifs : Les tourbières « oligotrophes » sont faiblement minéralisées tandis que les tourbières « eutrophes » sont fortement minéralisées.
- Les influences climatiques et biogéographiques : Selon leur répartition, les tourbières peuvent être boréales, atlantiques, continentales, méditerranéennes, tropicales ou équatoriales.

Répartition des tourbières dans le monde¹⁹

En raison des conditions de formation des tourbières, elles se trouvent à 80% dans l'hémisphère nord, dans des climats froids ou tempérés. Mais on en trouve également dans les zones tropicales ou subtropicales où l'eau est fortement présente comme dans le bassin amazonien. On estime que « 85% des tourbières sont réparties entre la Russie, le Canada, les Etats-Unis et l'Indonésie ». Les tourbières restent des milieux extrêmement rares et représentent 3% des terres émergées mondiales. On peut noter que dans les pays européens, pourtant dans des climats tempérés, les tourbières sont très peu nombreuses. Cela s'explique par l'urbanisation, l'exploitation agricole et l'extraction de la tourbe qui ont entraîné la disparition des tourbières. On estime que 50% des tourbières ont disparu sur notre continent. En France, les tourbières représentent 0,2% du territoire métropolitain.

¹⁸Toutes les informations présentées dans cette partie proviennent de : VAUTIER, Pascal. « Et pourtant elle tourbe, voyage au pays des tourbières », Fédération des Conservatoires d'espaces naturels, Pôle-relais tourbières, 2013, (brochure téléchargée le 21/03/25), [En ligne], Adresse URL : <https://reseau-cen-doc.org/>

¹⁹ Ibid.

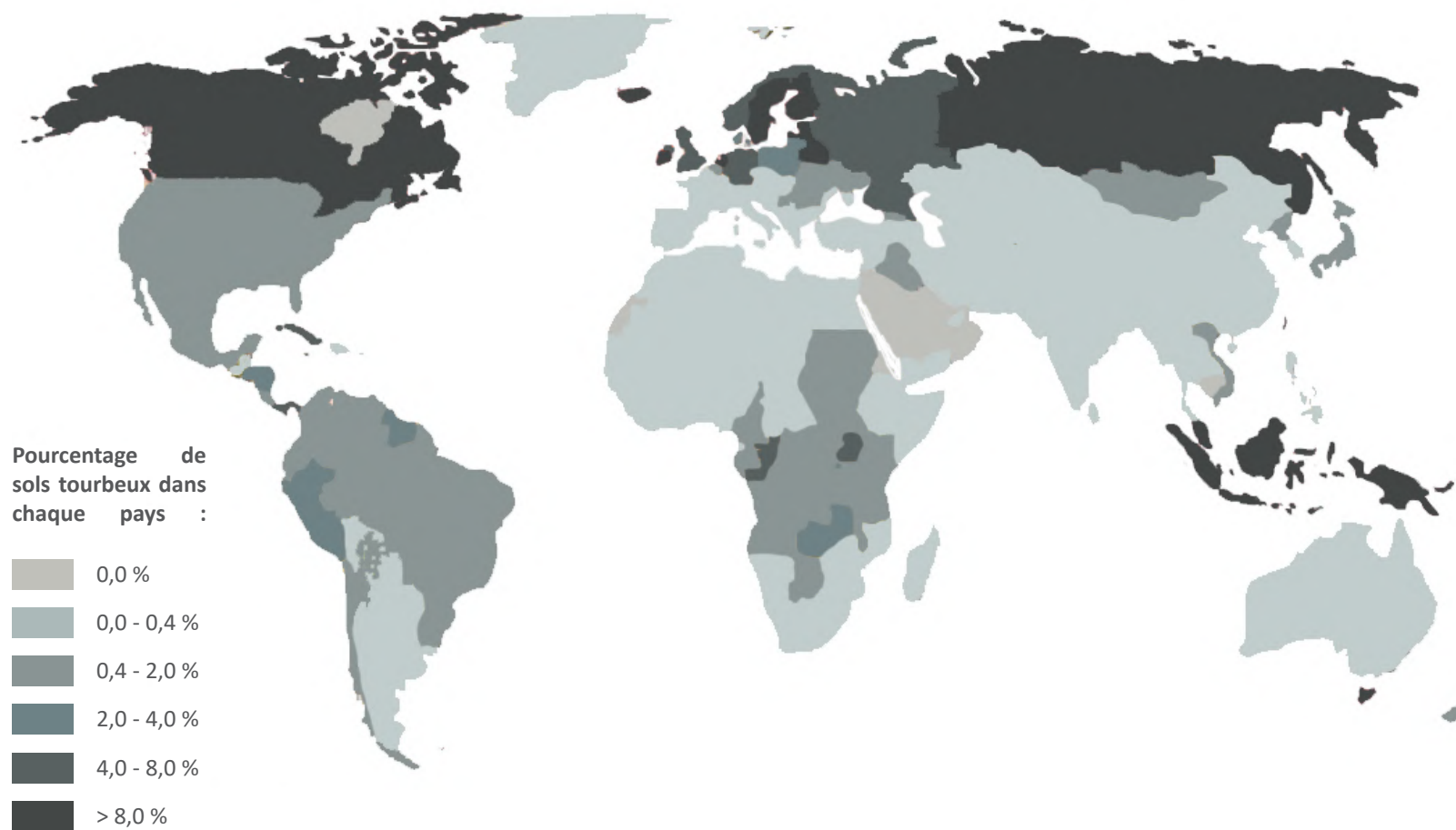


Figure 18 : Répartition des tourbières dans le monde

II- LES CENTRES-BOURGS D'ARDRES ET DE GUÎNES : LA REVITALISATION PAR LE LEVIER DU TERRITOIRE

Les tourbières des Hauts-de-France

Selon une estimation, les tourbières des Hauts-de-France représentent 11% des tourbières françaises. Elles recouvrent entre 16 000 et 25 000 hectares²⁰. La région possède des conditions favorables à l'apparition de tourbières comme un climat froid et humide, des plateaux situés en dessous du niveau de la mer et de faibles pentes qui permettent le ruissèlement lent de l'eau. Ces tourbières peuvent être ombrotrophes, minérotrophes ou les deux à la fois. C'est le cas des tourbières d'Ardres et de Guînes, qui sont alimentées à la fois par les eaux souterraines des nappes phréatiques et les eaux de surfaces des précipitations qui ruissellent le long des collines d'Artois vers la plaine maritime. Les bilans hydriques du milieu sont positifs car les apports en eau sont plus importants que les pertes en eau. En effet, l'eau s'évacue difficilement vers la mer par l'intermédiaire des rivières de Guînes, de Brême, d'Ardres et du Houlet. Les tourbières de la région sont des tourbières alcalines, car l'eau traverse un substrat constitué principalement de craie.

²⁰ VAUTIER, Pascal. « Et pourtant elle tourbe, voyage au pays des tourbières », Fédération des Conservatoires d'espaces naturels, Pôle-relais tourbières, 2013, (brochure téléchargée le 21/03/25), [En ligne], Adresse URL : <https://reseau-cen-doc.org/>

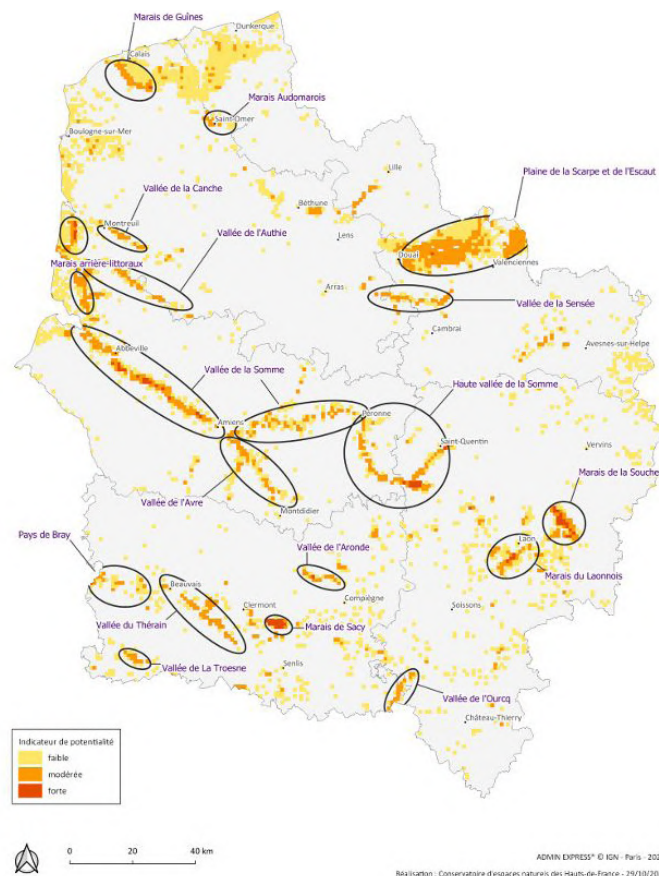


Figure 19 : Potentialités de présence des tourbières régionales

Les tourbières sont des milieux très précieux car elles assurent des fonctions multiples. Tout d'abord, les tourbières sont d'importants réservoirs de vie. En France métropolitaine, on estime qu'elles abritent à elles seules 10% des espèces végétales et de nombreuses espèces animales dont certaines sont uniquement présentes dans les tourbières et menacées à l'échelle de la France ou de l'Europe. Les tourbières sont en quelque sorte des « conservatoires écologiques »²¹. Ensuite, les tourbières jouent un rôle majeur dans le cycle de l'eau. En effet, elles ont une capacité de stockage en eau très importante, grâce à la tourbe qui est une matière spongieuse mais aussi grâce à la végétation qui ralentit la vitesse d'écoulement de l'eau. Les tourbières régulent ainsi le débit des eaux superficielles et souterraines. Elles limitent le risque d'inondation en stockant un grand volume d'eau et en le restituant progressivement. Les tourbières permettent aussi la filtration et l'épuration de l'eau en filtrant les polluants tels que les hydrocarbures et les métaux lourds. Ainsi elles restituent dans l'environnement une eau de très grande qualité. Les tourbières sont des sources d'eau potable cruciales. Enfin, les tourbières stockent une quantité considérable de carbone. En effet, elles représentent 3% des terres émergées mais stockent un tiers du carbone total des sols, ce qui

représente 75% de l'ensemble du CO₂ atmosphérique²². Si on ne touche pas aux tourbières, ce stockage de carbone est un stockage à long terme, d'où l'importance de préserver ces milieux.

²¹ VAUTIER, Pascal. « Et pourtant elle tourbe, voyage au pays des tourbières », Fédération des Conservatoires d'espaces naturels, Pôle-relais tourbières, 2013, (brochure téléchargée le 21/03/25), [En ligne], Adresse URL : <https://reseau-cen-doc.org/>

²² BERNARD, G. LE NAGARD, M. « Tourbières et carbone », Fédération des Conservatoires d'espaces naturels, Pôle-relais tourbières, janvier 2019, (brochure téléchargée le 21/03/25), [En ligne], Adresse URL : <https://reseau-cen-doc.org/>

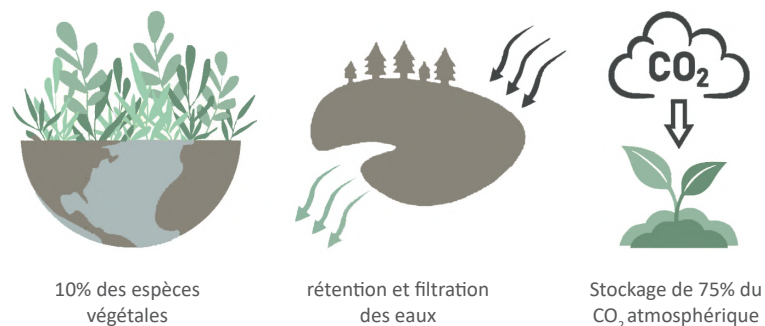


Figure 20 : Les services écosystémiques des tourbières

II- LES CENTRES-BOURGS D'ARDRES ET DE GUÎNES : LA REVITALISATION PAR LE LEVIER DU TERRITOIRE

Les dangers qui pèsent sur ces milieux²³

Les tourbières sont aujourd'hui en danger dans le monde entier à cause de plusieurs facteurs. Tout d'abord, à cause de l'exploitation de la tourbe. Cette dernière est utilisée comme combustible ou comme support de culture pour l'horticulture ou le maraîchage. Ainsi, jusqu'au XIXème siècle, la tourbe était extraite dans le secteur d'Ardres et de Guînes et était utilisée comme moyen de chauffage. Bien que l'exploitation de la tourbe soit limitée aujourd'hui en France, l'exploitation passée a contribué en partie à la disparition des tourbières. Elle sert encore aujourd'hui de combustible dans certaines centrales thermiques d'Europe.

Les tourbières sont également en danger à cause de l'urbanisation. En effet, comme détaillé dans la partie précédente, l'urbanisation a entraîné la périurbanisation qui a pour conséquences l'étalement urbain et la disparition des espaces naturels. Les tourbières ne font pas exception et se retrouvent dégradées par la construction de lotissements et d'infrastructures de transport telles que les routes et les voies ferrées. Enfin, les tourbières sont en danger à cause de l'agriculture classique basée sur le drainage. En effet, depuis toujours, les milieux humides tels que les

marais et les tourbières étaient considérés comme des lieux insalubres. Ils ont ainsi été asséchés pour pouvoir les cultiver de manière classique. Dans la région, on peut citer les maraîchages de Saint-Omer qui se sont établis sur une ancienne tourbière.

Que ce soit l'extraction de la tourbe, l'urbanisation ou le drainage en agriculture, ces différentes activités ont entraîné l'assèchement des tourbières. Ainsi, ces dernières relâchent dans l'atmosphère une quantité très élevée de CO₂, accentuant l'effet de serre, responsable du changement climatique. La préservation des tourbières est alors cruciale pour protéger l'environnement.



Figure 21 : Les dangers qui pèsent sur les tourbières

Après avoir découvert ce milieu qui m'était inconnu et les enjeux qui pesaient autour de la conservation des tourbières, je me suis demandé comment me servir de ce pilier territorial comme moteur de projet architectural. Les projets actuels autour des tourbières consistent généralement à conserver et restaurer le milieu ou à établir un parcours de sensibilisation. Bien que l'intérêt environnemental soit très important, ces activités seules ne pouvaient pas assurer la revitalisation des centres-bourgs. Il fallait développer une activité ayant un intérêt économique pour Ardres et Guînes, une économie locale qui permette de changer les dynamiques de territoires, de les rendre moins dépendantes de Calais et d'attirer une nouvelle population en leurs centres.

Lors de mes recherches, j'ai lu l'essai d'Emilie Campbell-Renaud intitulé « L'exploitation des tourbières dans une perspective de développement durable »²⁴. J'ai ainsi découvert qu'il existait un moyen de maintenir les tourbières productives tout en empêchant leur dégradation : la paludiculture. Cette dernière consiste à cultiver des espèces directement dans les zones humides sans assécher les terres. Pour cela, il faut cultiver les espèces qui poussent naturellement dans ces milieux. Le fait de maintenir les tourbières productives permet d'allier la conservation des tourbières à

la production d'un produit valorisé économiquement. Cela permet de mettre en place une économie circulaire basée sur la richesse du territoire.

²³ Toutes les informations présentées dans cette partie proviennent de : VAUTIER, Pascal. « Et pourtant elle tourbe, voyage au pays des tourbières », Fédération des Conservatoires d'espaces naturels, Pôle-relais tourbières, 2013, (brochure téléchargée le 21/03/25), [En ligne], Adresse URL : <https://reseau-cen-doc.org/>

²⁴ CAMPBELL-RENAUD, Emilie. « L'exploitation des tourbières dans une perspective de développement durable », Maîtrise en environnement, Université de Sherbrooke, septembre 2014

III- LA REVITALISATION À TRAVERS UNE ÉCONOMIE INTERCOMMUNALE ET CIRCULAIRE

III- LA REVITALISATION À TRAVERS UNE ÉCONOMIE LOCALE ET CIRCULAIRE

A- La paludiculture : principes et mise en place sur le territoire

Une alternative qui allie l'agriculture à la préservation des tourbières

«La paludiculture permet de produire de la biomasse à partir des tourbières humides ou réhumidifiées dans des conditions qui préservent l'intégrité de la tourbe, facilitant l'accumulation de tourbe et assurant la fourniture des services écosystémiques des tourbières»²⁵. La paludiculture est ainsi une forme d'agriculture qui permet la préservation ou la restauration des tourbières. Contrairement à l'agriculture classique basée sur le drainage, la paludiculture consiste à cultiver des espèces qui peuvent se développer directement dans les milieux humides, ce qui permet de maintenir la tourbe complètement saturée en eau. « La paludiculture utilise la biomasse aérienne, tandis que la biomasse souterraine, c'est-à-dire une partie importante de la production primaire nette, reste pour la formation de la tourbe »²⁶. Les tourbières ne sont donc pas dégradées par l'assèchement et continuent de stocker du carbone. Ainsi, la pratique de la paludiculture suscite de plus en plus d'intérêt car elle permettrait de limiter fortement les

émissions de gaz à effet de serre tout en maintenant les terres des tourbières productives. Au-delà de la préservation et de la restauration des puits carbone, la paludiculture permettrait aux tourbières d'assurer des services écosystémiques tels que la rétention de l'eau, la filtration de l'eau, le refroidissement du climat local ainsi que la fourniture d'un habitat pour les espèces rares. L'ensemble de ces bénéfices contribuent aux objectifs du pacte vert de l'UE²⁷.

²⁵ FAO, ITPS. « Recarbonizing Global Soils : A technical manual of recommended management practices », Food and Agriculture Organization, 2021, Vol.6, p.179, (consultée le 22/03/25), [En ligne], Adresse URL : <https://openknowledge.fao.org/items/96dd525e-5737-425a-bb04-9b03a9c26738>

²⁶ Wetland International. «A definition of paludiculture in the CAP», 18/02/21, (page consultée le 22/03/25), [En ligne], Adresse URL : <https://europe.wetlands.org/publication/what-does-paludiculture-mean-a-definition/>

²⁷ Conseil de l'Union Européenne. « Pacte vert pour l'Europe », 21/02/25, (consultée le 24/03/25), [En ligne], Adresse URL : <https://www.consilium.europa.eu/fr/policies/european-green-deal/>

Pour qu'un projet de paludiculture soit viable, il faut que les plantes cultivées soient adaptées aux niveaux d'humidités élevés des tourbières et il faut que la biomasse aérienne produite ait des utilisations économiques. Les plantes paludicoles peuvent être utilisées comme « denrées alimentaires, aliments pour animaux, fibres pour la biochimie industrielle, pour la production de matériaux de construction, de biocarburants liquides ou gazeux de haute qualité, pour la production de chaleur par combustion directe ou à d'autres fins telles que l'extraction et la synthèse de produits pharmaceutiques et cosmétiques »²⁸.

Les activités au sein des tourbières naturelles ont toujours existé, comme la cueillette de baies ou de champignons ou encore la culture de plantes alimentaires telles que la myrtille, le cresson de fontaine, le poivre d'eau, le céleri et la canneberge. Ces activités pourraient être classées comme de la paludiculture. Aujourd'hui, de nouveaux projets expérimentaux sont mis en place dans un but de conservation ou de restauration des tourbières. En Allemagne, des projets de production de roseaux se sont développés. D'autres projets existent en Angleterre et au Canada. En France, la paludiculture est testée en Alsace et en Camargue. La plupart des projets consistent à produire des roseaux, utilisés dans le secteur de l'énergie ou de la construction,

ou bien à produire des sphaignes, dont les fibres peuvent remplacer la tourbe de sphaignes, utilisée aujourd'hui comme engrais.

²⁸ Wetland International. «Une définition de la paludiculture dans la PAC», 18/02/21, (page consultée le 22/03/25), [En ligne], Adresse URL : <https://europe.wetlands.org/publication/what-does-paludiculture-mean-a-definition/>

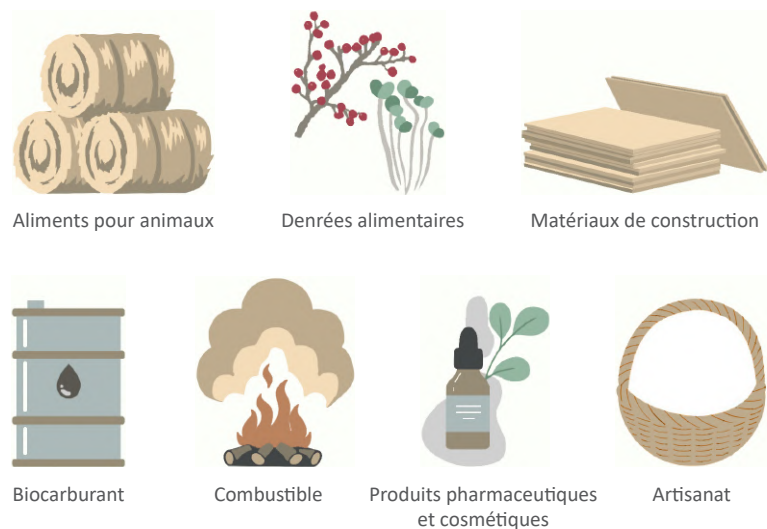


Figure 22 : Les possibilités d'utilisation des plantes paludicoles

III- LA REVITALISATION À TRAVERS UNE ÉCONOMIE LOCALE ET CIRCULAIRE

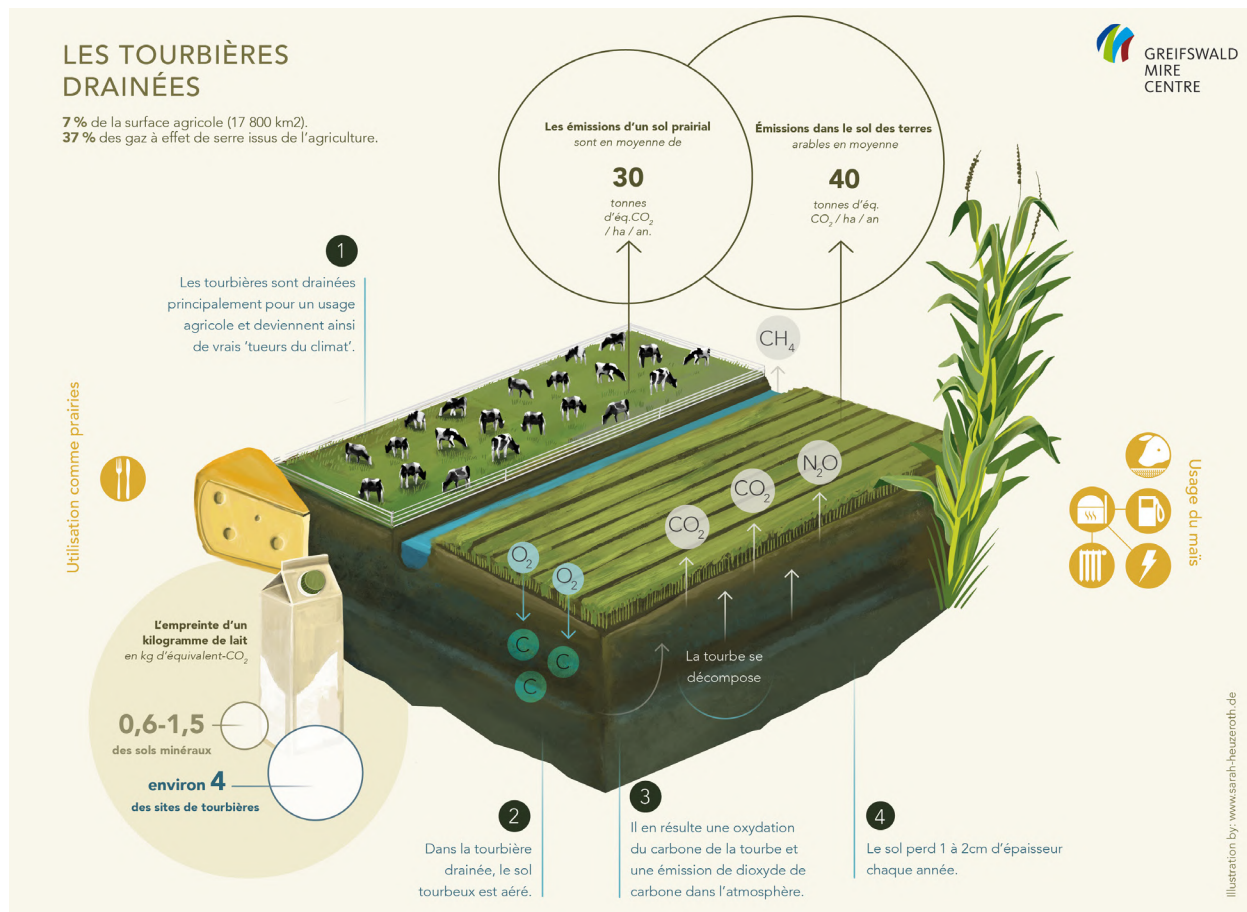


Figure 23 : Les tourbières drainées : type de production et impacts sur l'environnement

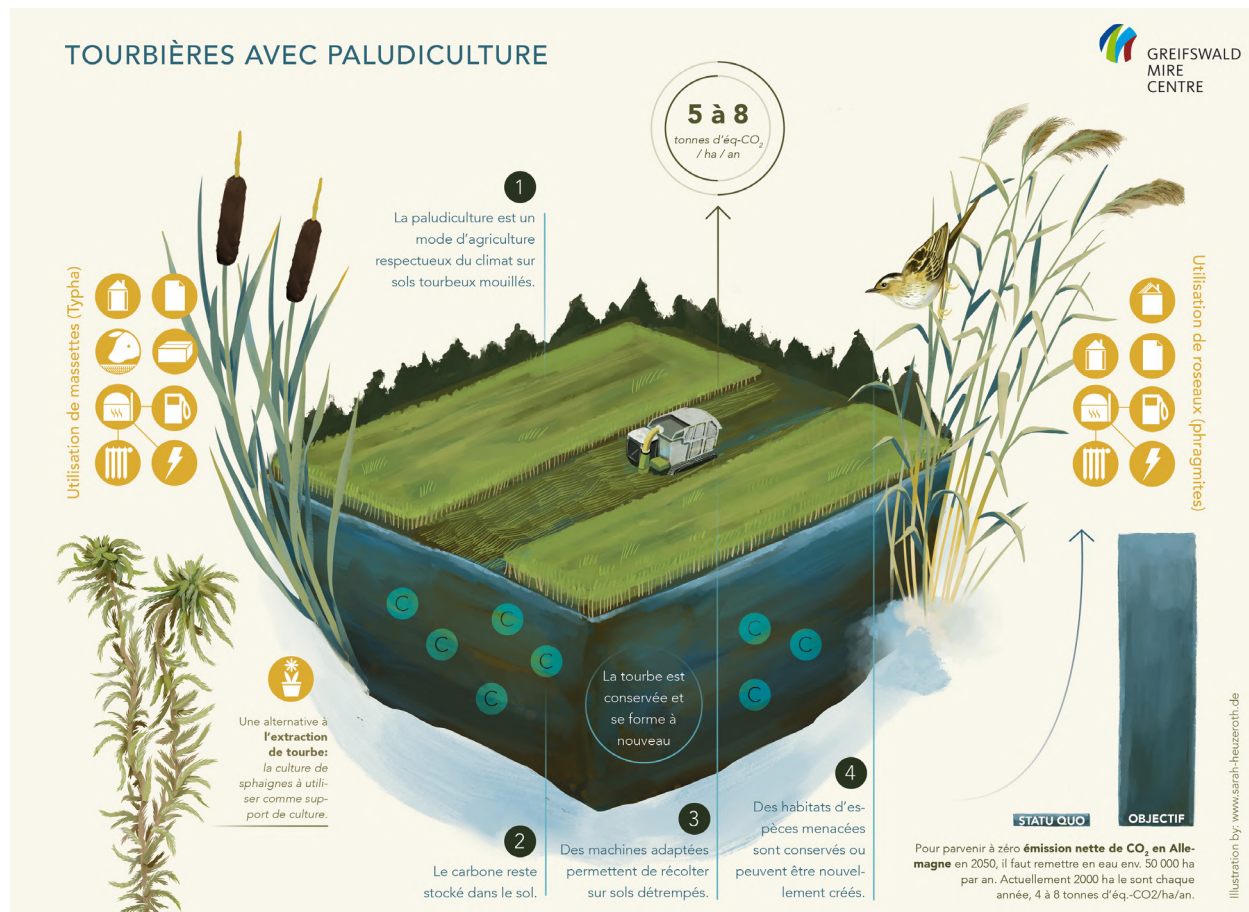


Figure 24 : Les tourbières avec paludiculture : type de production et impacts sur l'environnement

III- LA REVITALISATION À TRAVERS UNE ÉCONOMIE LOCALE ET CIRCULAIRE

Découverte de la paludiculture autour d'un parcours entre Ardres et Guînes

Mettre en place un projet de paludiculture entre Ardres et Guînes a d'abord un avantage écologique. Cela permet de préserver les tourbières présentes sur le territoire. Ainsi, les émissions de gaz à effet de serre sont limitées, l'habitat d'espèces rares est préservé et le débit d'eau continue à être régulé par le milieu humide. Ce dernier point est crucial sur le territoire de l'Audomarois qui a fait face à des précipitations importantes au début de l'année 2024, entraînant des inondations. Les communes d'Ardres et Guînes ont été reconnues en état de catastrophe naturelle pour l'épisode de janvier 2024 ²⁹⁻³⁰.

Mettre en place un projet de paludiculture entre les deux bourgs d'Ardres et de Guînes permet aussi de les revitaliser en s'appuyant sur les spécificités communes de leurs territoires. Les tourbières sont peu présentes à l'échelle mondiale et caractérisent ici les deux bourgs, dont l'eau a été l'élément crucial de leur développement. Ces milieux humides offrent la possibilité de produire de la biomasse tout en préservant le milieu. La paludiculture a l'intérêt de créer une économie locale directement basée sur le territoire. Cette économie locale permet de revitaliser les deux

bourgs. Tout d'abord parce qu'elle est source de revenus et offre des emplois locaux qui peuvent inciter la population à revenir s'installer dans les centres-bourgs, mais aussi parce qu'elle entraîne une valorisation des bourgs et du milieu des tourbières, qui peuvent attirer une population importante dans un objectif de découverte des milieux et de sensibilisation.

Ainsi, le projet de revitalisation des bourgs d'Ardres et de Guînes que propose ce travail de fin d'étude consiste à créer un circuit court de production, de transformation et de vente de plantes aromatiques et médicinales. Il s'agit d'une économie locale intercommunale dont la production s'inscrit dans les communes de Guînes, Andres, Balinghem, Brêmes et Ardres. La culture des plantes est organisée le long d'un parcours de mobilité douce qui relie les deux bourgs en traversant les tourbières. Des séchoirs à plantes ponctuent le parcours tandis que le début et la fin sont marqués par les lieux de transformation et de vente des produits issus des plantes. Ces derniers occupent des points stratégiques dans les deux bourgs. Une distillerie permettant la transformation des plantes en huiles essentielles occupe le site de l'ancienne gare de Guînes tandis que la place à la jonction entre le Canal d'Ardres et

l'Avenue du Lac accueille une herboristerie et un lieu de dégustation des produits. L'intervention du projet se fait à l'échelle du bassin de vie. L'étalement du programme permet de revitaliser les bourgs en les reliant à leur territoire mais aussi en les reliant entre eux, ce qui contribue à leur revitalisation. La création d'un parcours permet aussi de sensibiliser le public aux tourbières et aux espèces qui y vivent, ce qui a pour effet de revaloriser les spécificités locales du territoire, mises en danger par la périurbanisation.

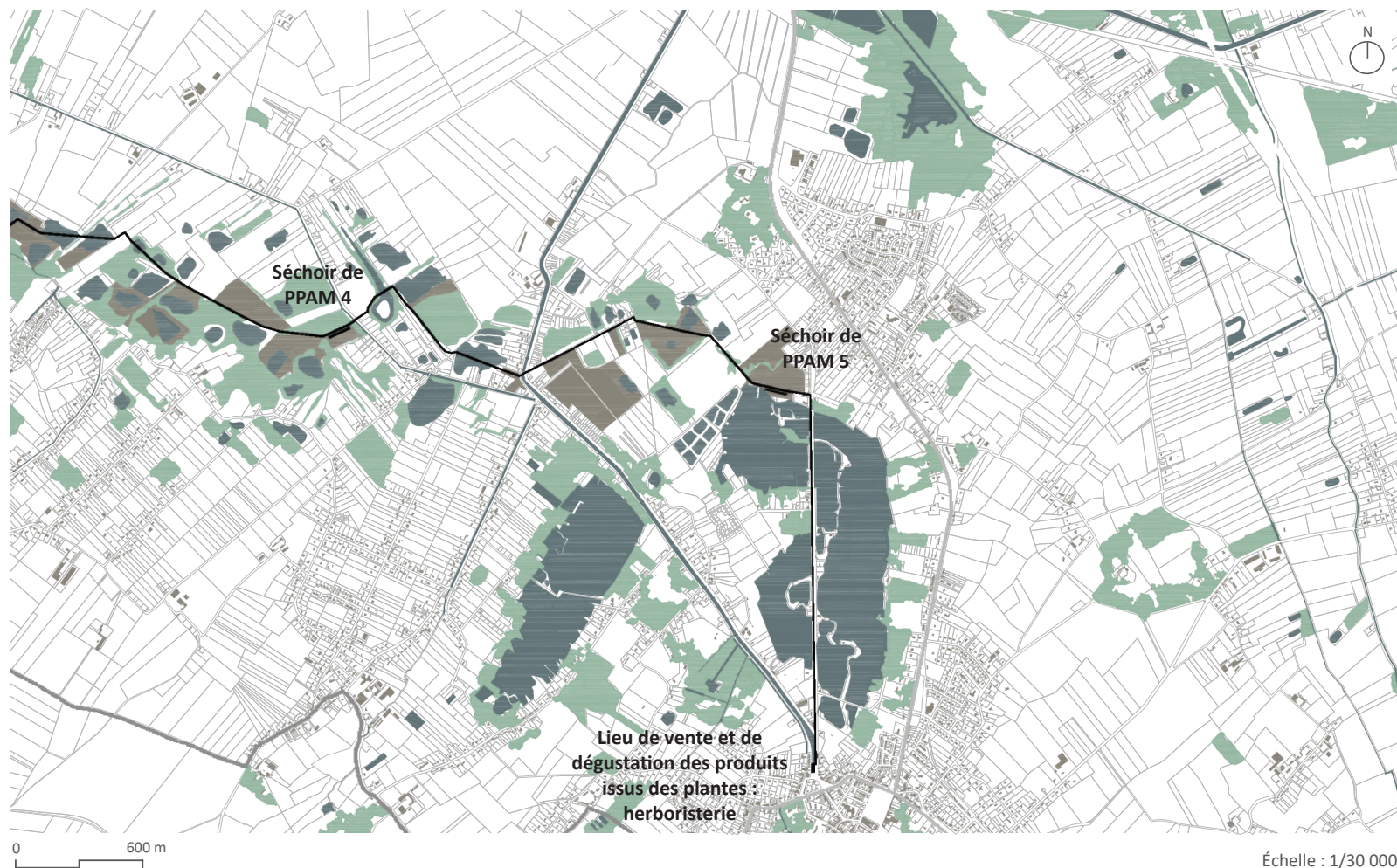
²⁹ Site de la mairie d'Ardres, (consulté le 25/03/25), [En ligne], Adresse URL : <https://mairie-ardres.fr/index.php/ville2/reconnaissance-catastrophe-naturelle>

³⁰ Site de la mairie de Guînes (consulté le 25/03/25), [En ligne], Adresse URL : <https://www.mairie-guines.fr/actualites/guines-sinistres-inondations>

III- LA REVITALISATION À TRAVERS UNE ÉCONOMIE LOCALE ET CIRCULAIRE



Figure 25 : Paludiculture de plantes aromatiques et médicinales autour d'un parcours entre Ardres et Guînes



Échelle : 1/30 000

B- La planification des cultures

Pour pouvoir déterminer le programme du projet, la première étape consiste à planifier la paludiculture en déterminant les espèces et les parcelles cultivables.

Les espèces cultivées en paludiculture

Le choix des plantes aromatiques et médicinales s'est fait en tenant compte des débouchés de cette production. La vente de produits transformés issus des plantes aromatiques et médicinales s'adresse à un plus grand public que la production de roseaux ou de sphagnes par exemple. Les plantes aromatiques et médicinales sont utilisées pour produire des tisanes ou des huiles essentielles utilisées dans les cosmétiques, les parfums, etc. La production peut directement être vendue aux particuliers ou aux entreprises dans le domaine de la parfumerie. La production de plantes aromatiques et médicinales permet aussi de mettre l'accent sur la multiplicité des espèces présentes naturellement dans les tourbières entre Ardres et Guînes. Elle permet enfin de créer du lien social dans le projet de revitalisation à travers la création d'un espace de dégustation des tisanes.

À la suite de ce choix, je me suis renseignée sur les espèces présentes sur mon territoire d'étude. J'ai découvert alors que la commune d'Ardres abritait une maison de la Nature ainsi qu'un jardin de plantes aromatiques et médicinales. La directrice de la maison de la nature et phytothérapeute Stéphanie Noyon, mon experte externe, attache une grande importance à la préservation des tourbières et des espèces qu'elles abritent. Elle dirige la maison de la nature, ayant pris la suite d'André Caudron qui l'a fondée en 1988. Ce dernier, pharmacien d'officine, avait à cœur de défendre l'utilisation des propriétés des plantes dans la médecine. Il a publié un livre qui recense les plantes médicinales présentes dans les zones humides. C'est à partir de ces données que mon experte externe et moi avons opéré une sélection de plantes cultivables dans le projet de paludiculture. Nous avons ainsi croisé la liste des plantes présentes naturellement dans les tourbières du Pas-de-Calais avec celle des plantes autorisées en vente libre. Cependant, bien que certaines espèces soient présentes naturellement dans les tourbières, cela ne signifie pas forcément qu'elles soient cultivables en paludiculture. C'est pourquoi j'ai ensuite sélectionné les plantes qui étaient référencées dans les plantes paludicoles de Wetlands International Europe.

En effectuant ces différents croisements (cf. détail en Annexe 1), quatre espèces de plantes se sont démarquées :



L'ACHE DES MARAIS



L'ANGÉLIQUE



LE MÉNYANTHE



LA REINE DES PRÉS

Figure 27 : Les espèces paludicoles des tourbières des Hauts-de-France

III- LA REVITALISATION À TRAVERS UNE ÉCONOMIE LOCALE ET CIRCULAIRE

Au départ, mon choix s'était porté sur la production de l'angélique pour ses nombreux usages. Elle possède de nombreuses vertus médicinales, a des utilisations culinaires et est souvent utilisée dans le secteur de la parfumerie. La présence d'un producteur régional d'huiles essentielles d'angélique me permettait également d'avoir accès aux informations nécessaires au processus de distillation de cette plante.

Lors d'échanges avec des agriculteurs de mon entourage sur ce projet de paludiculture impliquant la production d'angéliques, nombreux d'entre eux étaient sceptiques quant à la possibilité de cultiver cette espèce dans un milieu humide. Selon eux, l'angélique supporte mal un trop grand taux d'humidité. J'en ai ensuite parlé à mon experte externe qui m'a appris qu'il existait deux espèces d'angéliques en France. La première est l'angélique officinale (*Angélica archangelica* L.), qui se trouve uniquement cultivée, et l'angélique des bois (*Angélica sylvestris*), qui pousse naturellement dans les milieux humides.

Puis Stéphanie Noyon et moi-même avons rencontré Monsieur Adrien Ferrant, gérant de l'exploitation Ferrant PHE et producteurs d'huiles essentielles d'ail, de poireau, d'échalotte, d'oignon, de livèche, d'angélique racines, d'angélique graines, de ciboulette, etc. Il nous a confirmé lors de

notre entretien que l'angélique qu'il cultive, l'angélique officinale, supporte très peu l'humidité. Avec les fortes précipitations qu'a connu le secteur d'Ardres en janvier 2022, Adrien Ferrant a vu l'une de ses parcelles inondée pendant plusieurs jours. Les pieds des angéliques étant en contact direct avec l'eau n'ont pas tenu dans le temps. L'angélique des bois pourrait, quant à elle, être cultivée en paludiculture mais Adrien Ferrant a relevé que nous ne connaissons pas les possibilités d'extraction d'huile essentielle de cette plante et qu'elle ne fait pas partie des espèces autorisées à la distillation.

Après cet entretien je me suis donc renseignée davantage sur les autres plantes médicinales. L'ache des marais et la reine des prés sont des plantes qui tolèrent les prés humides et les bords des marais. Le ményanthe (ou trèfle d'eau), est, quant à lui, une plante semi-aquatique qui peut être en partie immergée. La reine des prés et le ményanthe ont aussi l'avantage d'être des plantes vivaces, contrairement à l'angélique et à l'ache des marais qui sont des plantes bisannuelles et qui doivent donc être replantées tous les deux ans. Les plantes vivaces ont l'avantage d'avoir un cycle de vie long, de nécessiter peu d'entretien, d'être davantage résistantes aux parasites et de faire des économies de plants car elles ne doivent pas être replantées.

La culture de plantes vivaces permet également de ne pas devoir effectuer de rotation d'espèces. Dans le cas de l'angélique, de la famille des Apiacées, il aurait fallu alterner sa culture avec celle d'une espèce appartenant à la famille des Fabacées (ou légumineuses), fixatrice d'azote dans le sol. Or, dans le cadre de la paludiculture, l'espèce de la famille des Fabacées aurait dû être cultivable directement dans un milieu humide sans drainage, ce qui est très complexe à mettre en place. Enfin, dans le cadre de culture dans les tourbières, la diminution des interventions telles que le labourage et la replantation permet de ne pas dégrader la tourbe, essentielle dans le stockage du carbone. Le projet de paludiculture intégrera donc la production de reine des prés et de ményanthe.

Nom commun	Ményanthe (trèfle d'eau)	Reine des prés
Nom scientifique	Menyanthe trifoliata L.	Filipendula ulmaria
Famille	Menyanthacées	Rosacées
Catégorie	Plante herbacée vivace	Plante herbacée vivace
Taille de la plante adulte	30 centimètres	De 60 centimètres à 2 mètres
Origine	Europe, Asie montagneuse et boréale, nord de l'Amérique du Nord	Europe centrale et septentrionale
Habitat	Sur les berges de bassins Marais tourbeux et marécages peu profonds (jusqu'à 20cm)	Zones humides, le long des cours d'eau, près des zones marécageuses
Type de sol	Riche, pH neutre, Argileux ou argilo-limoneux	Riche, basique ou moyennement acide
Exposition	Soleil	Ensoleillée ou semi-ombragée
Rusticité	Résiste jusqu'à -17°C	
Maladies/ravageurs	Plante particulièrement résistante	Mildiou si le sol est sec et pauvre Sujet à la maladie des tâches foliaires
Période de floraison	Avril-juin	Juin-juillet
Densité au mètre carré	3-4 plants	4 plants
Partie de la plante utilisée	Feuilles en allopathie Plante entière en homéopathie	Sommités fleuries
Principes actifs	Sécoiridoides, iridoïdes, alcaloïdes monoterpéniques	Acides phénols, tanins, flavonoides
Propriétés associées	Anti inflammatoire, digestives	Anti-inflammatoire, diurétique, antiulcéreux
Utilisations/transformations	Infusions Gélules (compléments alimentaires) Teintures mères Cosmétiques à partir d'huile végétale	Compléments alimentaires Infusions Huiles essentielles Teintures mères

Figure 28 : Les propriétés des plantes cultivées

III- LA REVITALISATION À TRAVERS UNE ÉCONOMIE LOCALE ET CIRCULAIRE

Les parcelles cultivables : Les difficultés de la mise en place du projet

Pour planifier ce projet de paludiculture, il me fallait prendre connaissance des politiques urbanistiques actuelles sur mon territoire d'étude ainsi que des solutions pouvant être mises en place sur le territoire. Ainsi, j'ai pu m'entretenir avec Gilles Noyon, architecte et paysagiste à la retraite qui a travaillé durant une grande partie de sa carrière à Ardres. Le cabinet qu'il a fondé est spécialisé en aménagement du territoire, en infrastructures de transport et met l'accent sur le développement durable.

Lors des différents entretiens que j'ai réalisés, les retours des professionnels étaient assez variés. Stéphanie Noyon a trouvé le projet intéressant quant aux enjeux de préservation des tourbières. Elle y voit aussi une opportunité de sensibiliser le grand public aux écosystèmes présents dans les tourbières et notamment les plantes aux vertus médicinales du Nord de la France, souvent méconnues.

Adrien Ferrant, était plus sceptique quant à la viabilité du projet. Il est réalisable théoriquement mais le principal frein est économique. La culture d'espèces dans un milieu humide nécessite des machines spécialisées ou une récolte

manuelle et une main d'œuvre très importante. Ces deux solutions ont un coût considérable selon lui. De plus, j'ai pu constater que la paludiculture est une pratique encore méconnue et assimilée à l'agriculture. Ces dernières années, Adrien Ferrant voit son activité être restreinte voire interdite sur certaines terres situées près des tourbières par les politiques de préservation des tourbières en place telles que Eden 62, créé par le département du Pas-de-Calais. Pour lui, c'est alors impossible de cultiver sur ces terres. Or, la paludiculture, bien que considérée comme une forme d'agriculture, s'apparente davantage à une solution de préservation des tourbières. Elle devrait être considérée comme telle pour être autorisée.

Lors de mon entretien avec Gilles Noyon, ce dernier s'est montré intéressé par le projet compte tenu des enjeux de préservation des tourbières et de régulation des eaux de pluie sur un territoire régulièrement sujet aux inondations. Il était réservé quant à sa réalisation à court terme, notamment à cause des règles urbanistiques actuelles. Cependant, à long terme, il trouve la recherche d'alternatives à l'agriculture classique et au drainage intéressante sachant que ces pratiques seront à l'avenir totalement interdites dans les tourbières dans un objectif de développement

durable. Monsieur Noyon m'a ainsi donné quelques pistes qui permettraient de mettre en place ce projet territorial sur le long terme.

Pour qu'un projet de paludiculture intercommunale puisse voir le jour entre Ardres et Guînes, il faudrait que le département du Pas-de-Calais mette en place un droit de préemption sur les propriétés foncières considérées comme Espace Naturel Sensible. De nombreuses parcelles se situant dans les tourbières d'Ardres et Guînes sont déjà classées ENS par le syndicat mixte Eden 62, créé par le département, dans un but de préservation de la biodiversité. Ainsi, ce dernier peut instituer un droit de préemption sur ces parcelles. Cependant, de nombreuses parcelles situées sur le tracé du projet ne sont pas considérées comme Espace Naturel Sensible. Il faudrait que les communes concernées par le projet ou la communauté de communes Pays d'Opale fassent une demande auprès du département pour classer l'ensemble des tourbières situées entre Ardres et Guînes en ENS. Ainsi, à long terme, le département deviendrait propriétaire des zones humides et pourrait les gérer de façon durable. Le département pourrait ainsi mettre à disposition de plusieurs exploitants agricoles les terres qu'il possède en échange d'une redevance

annuelle à travers des contrats de fermage. Ces terres seraient exclusivement réservées à la paludiculture qui s'inscrirait à l'échelle du bassin de vie et relierait les deux centres-bourgs. L'une des conditions à la mise en œuvre du projet est que la paludiculture, très peu développée actuellement, notamment en France, soit considérée comme une démarche de préservation des tourbières. Enfin, il faudrait que les communes bénéficient de subventions leur permettant de mettre en œuvre des projets agricoles et que les agriculteurs puissent bénéficier d'aides qui leur permettent de s'installer ou de convertir leur activité dans la production de plantes aromatiques et médicinales.

On peut noter qu'un projet d'agriculture communale est toutefois réalisable bien que l'entièreté des parcelles n'appartiennent pas à la commune. C'est le cas notamment dans le projet agricole de la commune de Mouans-Sartoux, où la municipalité a négocié avec les propriétaires privés pour obtenir les mêmes conditions d'accessibilité au foncier que pour les terrains communaux, c'est-à-dire qu'ils puissent être mis en location. Une des raisons qui pourrait pousser les agriculteurs du secteur d'Ardres et de Guînes à accepter ce genre de contrat est la difficulté pour eux de continuer à cultiver de manière classique sur des terrains

III- LA REVITALISATION À TRAVERS UNE ÉCONOMIE LOCALE ET CIRCULAIRE

fortement humides. Comme en témoigne Monsieur Ferant, les parcelles qu'il possède à proximité des tourbières connaissent de plus en plus de restrictions ou bien deviennent impropres à la culture sur terre sèche car au fur et à mesure de l'exploitation de la terre, le drainage n'est plus efficace et la parcelle est inondée. Or, ce sont justement les parcelles situées dans ces espaces qui suscitent l'intérêt du projet de paludiculture. En étudiant le registre parcellaire graphique qui recense les parcelles agricoles et leur affectation pour chaque année, on constate que beaucoup de parcelles aux abords des tourbières ne sont pas exploitées. Ce sont sur ces parcelles et celles classées par Eden 62 que le projet de paludiculture s'établit.

L'ensemble des surfaces cultivées représente soixante-dix hectares. Le ményanthe et la reine des prés ayant des conditions de développement légèrement différentes, nous choisirons de cultiver le ményanthe autour des marais et le long des berges tandis que la reine des prés sera plantée dans les prairies tourbeuses, légèrement plus éloignées de l'eau. En analysant les caractéristiques des parcelles sélectionnées, le ményanthe recouvrera alors vingt hectares et la reine des prés cinquante hectares.

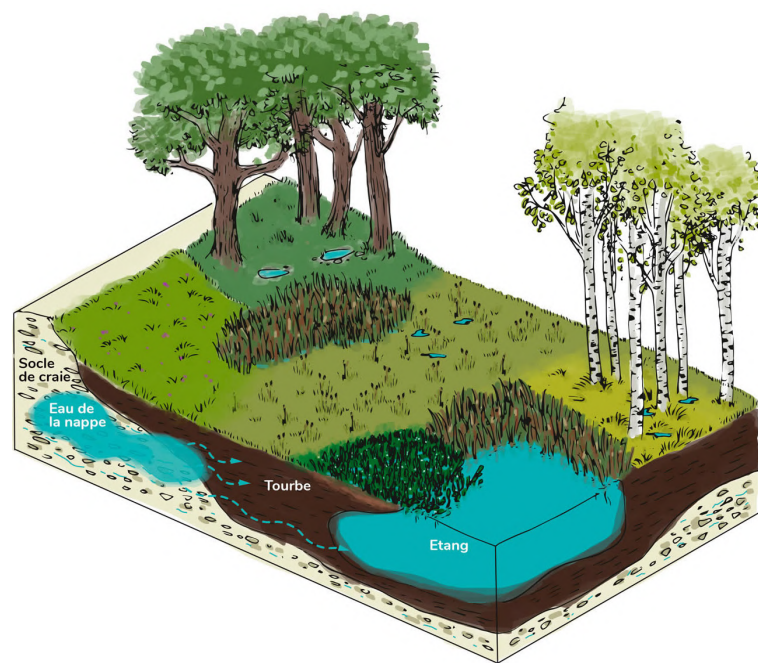


Figure 29 : Les différents habitats des tourbières alcalines

Le rendement annuel de la production

Le Ményanthe

Partie de la plante utilisée en phytothérapie et cosmétique :



feuilles

Densité :



4 plants par m² (40 000 plants par hectare)

Poids des feuilles par plant :

Entre 100 et 200g (en moyenne 150g)

$0,15 \text{ kg} \times 40\,000 \text{ plants} = 6000 \text{ kg/ha}$, soit 6 tonnes par hectare

$20 \text{ ha} \times 6 \text{ T/ha} = 120 \text{ T}$

120 tonnes produites par an

La Reine des Prés

Partie de la plante utilisée en phytothérapie et cosmétique :



feuilles et sommités fleuries

Densité :



4 plants par m² (40 000 plants par hectare)

Poids des feuilles et sommités fleuries par plant :

Feuilles : 150g + Fleurs : 100g = 250 g

$0,25 \text{ kg} \times 40\,000 \text{ plants} = 10\,000 \text{ kg/ha}$, soit 10 tonnes par hectare

$50 \text{ ha} \times 10 \text{ T/ha} = 500 \text{ T}$

500 tonnes produites par an

IV- ÉTUDE ET DÉTERMINATION DU PROGRAMME ARCHITECTURAL

A - Le séchage des plantes à parfum, aromatiques et médicinales (PPAM)³¹

Procéder au séchage d'une plante à parfum aromatique et médicinale consiste à extraire l'eau qui est contenue dans la plante. Le séchage se fait généralement par évaporation de l'eau dans l'air. Le processus de séchage repose sur différents paramètres tels que la température de l'air, son flux, son débit, sa pression et le temps de séchage. Avant d'être séchée, une plante fraîche possède un taux d'humidité compris entre 70% et 90%. Un des enjeux majeurs du séchage est d'obtenir un produit qui est stabilisé dans l'air, qui conserve ses principes actifs sans risque de dégradation dans le temps. Pour cela, le taux d'humidité de la plante doit être abaissé à 12%. Les différentes étapes du processus de séchage sont la préparation des plantes, le séchage et le stockage des plantes sèches.

La préparation des plantes avant le séchage

Pour certaines plantes dont la feuille est la partie utilisée à des fins aromatiques et médicinales, on procède à un effeuillage du produit afin de ne garder que les feuilles. L'effeuillage peut se faire avant ou après le séchage, avec des avantages et des inconvénients pour chacune des techniques. (Cf. détails en annexes).

Pour les plantes dont les matières valorisées sont de petites feuilles, des fruits ou des fleurs, la méthode choisie pour la préparation de la plante sera le battage. Cette méthode consiste à séparer mécaniquement les différents éléments de la plante (tiges/feuilles, pédicelles/fruits, réceptacle du capitule/ligules). Une fois les différents éléments séparés, ils doivent être triés. Le battage peut être manuel (tamis) ou mécanisé (batteuse).

Dans le cadre du projet, nous choisirons de procéder à des techniques de tri manuelles ou légèrement mécanisées. L'emploi de grandes machines mécanisées comme des batteuses peuvent dégrader les plantes aromatiques qui sont des produits fragiles et altérer les propriétés thérapeutiques des plantes. L'effeuillage des feuilles de ményanthe et le battage des sommités fleuries de la reine des prés

³¹ Toutes les informations présentées dans cette partie proviennent de : CLAUDET, Emilie. « Séchage des plantes aromatiques et médicinales », Inter Bio Corse, Fiche technique 2023 (téléchargée le 04/03/25), [En ligne], Adresse URL : https://interbiocorse.org/wp-content/uploads/2025/01/FicheTechnique_-PPAM23.pdf

s'effectueront à l'aide de tamis vibrants. La mécanisation légère permet de réduire le temps de travail qui est très conséquent sans aucune mécanisation. Les équipements de tri pour le ményanthe et la reine des prés sont mutualisés. L'effeuillage et le battage s'effectueront donc sur les mêmes tamis. En revanche, le tri de la reine des prés devant être plus fin, la plante subira deux battages, un battage sur un maillage large (celui utilisé pour les feuilles de ményanthe), puis un battage sur un maillage plus fin pour ne garder que les petites fleurs.

Le séchage

Les différentes phases

Le processus de séchages des plantes aromatiques et médicinales se compose de trois phases. Tout d'abord, il y a la mise en température de la plante. Il s'agit de la période durant laquelle la plante adaptera sa température pour atteindre la température ambiante à l'intérieur du séchoir. Ensuite, il y a l'évaporation rapide, la phase durant laquelle la plupart de l'eau présente dans la plante va s'évaporer. Enfin, la troisième phase est l'évaporation lente. Plus la disponibilité en eau de la plante est faible, moins elle

parvient à s'évaporer. C'est pourquoi la faible quantité d'eau restante dans la plante va s'évaporer très lentement. La dernière phase est donc la plus longue.

La durée de séchage

La durée de séchage varie en fonction de plusieurs paramètres tels que le taux d'humidité de la plante, la température du séchoir, la ventilation... En général, le temps de séchage ne dépasse pas cinq jours. Le processus de séchage se termine lorsque la température d'entrée est égale à la température de sortie du séchoir. Mais l'évaporation n'est pas toujours continue. Il faut faire attention aux phénomènes d'évaporation négative qui peuvent subvenir pendant la nuit, notamment dans le cas de l'utilisation d'un séchoir solaire. Ainsi, la plante peut reprendre de l'humidité pendant la nuit. C'est pourquoi il est conseillé de bien fermer les arrivées d'air la nuit et de placer de la masse thermique qui emmagasinera de la chaleur la journée et la restituera la nuit au sein du séchoir.

IV- ÉTUDE ET DÉTERMINATION DU PROGRAMME ARCHITECTURAL

Le type de séchoir utilisé

Il existe quatre types de séchoirs différents : l'armoire simple, l'armoire à flux d'air contraint, le séchoir pièce et le séchoir « caisson ». (Cf. détail des différents séchoirs en Annexe 2).

Parmi ces différents modes de séchage, le séchoir de type caisson est le plus adapté au projet. En effet, ce dernier permet de traiter de grandes quantités d'une même plante en une fois, ce qui est l'objectif recherché ici. Le temps de travail par quantité de plante est optimisé. A l'inverse, le séchage sur des claies par exemple demande beaucoup de manutention, ce qui est peu adapté à une grande production. Le séchoir caisson nécessite tout de même de retourner très régulièrement les plantes pour un séchage homogène.

Il se compose d'un caisson ouvert, d'un support de séchage (caillebotis bois ou grille inox) et d'un système de ventilation avec ou sans chauffage. Le support de séchage est placé à 60-70 cm du sol. Ce type de séchoir nécessite un ventilateur. L'arrivée d'air se situe sous le support de séchage. En fonction des périodes de récolte, il est possible d'ajouter un générateur d'air chaud.

Le séchage dans des caissons permet d'optimiser la surface

de séchage nécessaire pour une même quantité de plantes. Dans un système de séchage sur claies, il faut compter un mètre carré pour un kilogramme de plantes. Dans un système de type « caisson », les plantes peuvent être empilées pour former une couche allant jusqu'à trente centimètres. Un mètre carré de séchoir peut alors accueillir aux alentours de soixante-dix kilogrammes de plantes.

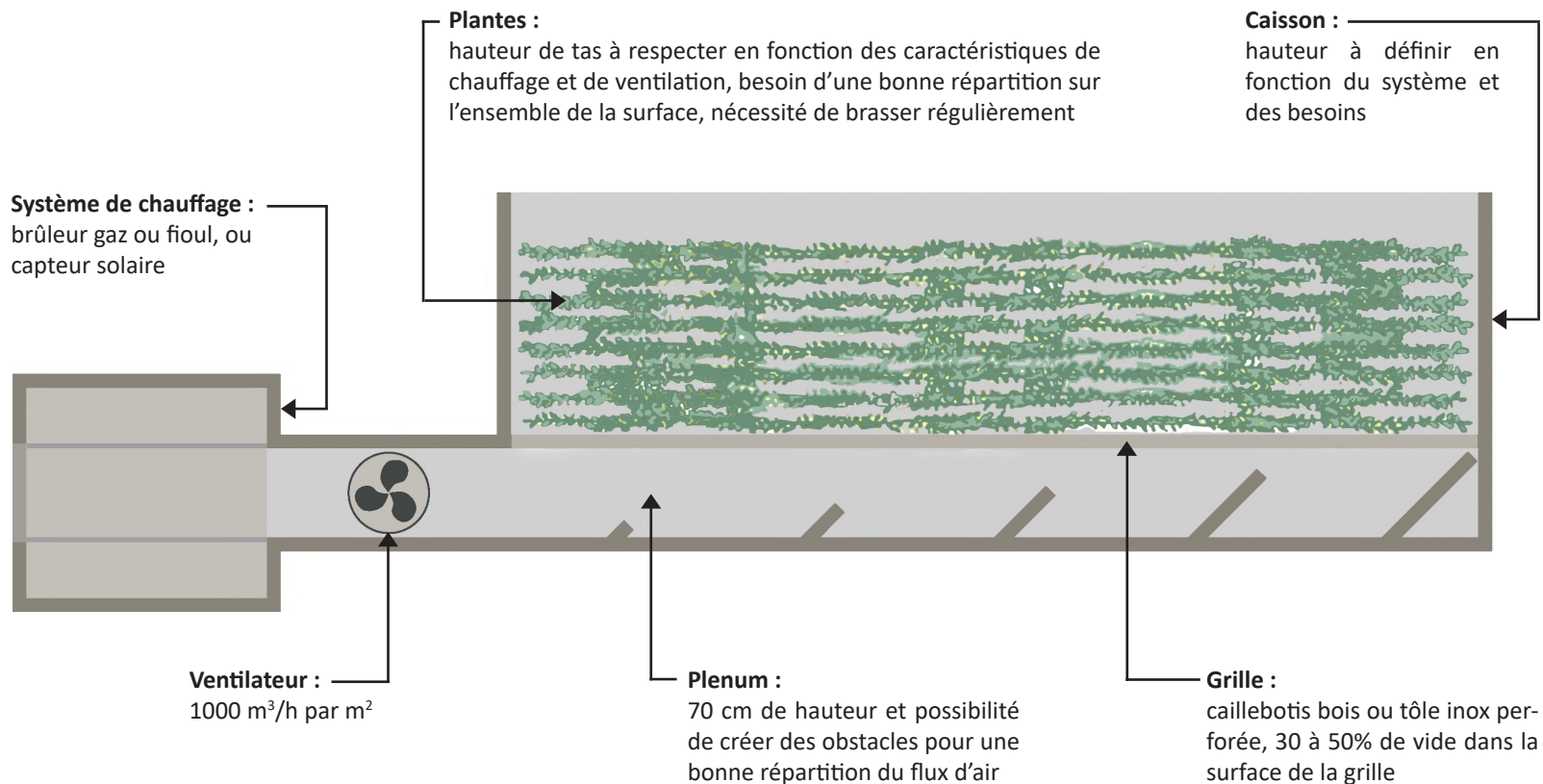


Figure 30 : Schéma d'un séchoir «caisson»

IV- ÉTUDE ET DÉTERMINATION DU PROGRAMME ARCHITECTURAL

Les systèmes de chauffage de l'air dans le séchoir

Les différents systèmes de chauffage de l'air dans un séchoir sont détaillés en annexe (cf. Annexe 2)

Dans le projet, le choix du système de chauffage de l'air s'est porté sur le chauffage solaire, étant la solution la plus économe en énergie fossile. L'énergie solaire peut être utilisée comme système de chauffage de l'air grâce à la mise en place d'un capteur solaire. Ce dernier est constitué d'une entrée d'air, située en bas, et d'une sortie d'air située en haut, qui amène l'air en bas du séchoir. L'entrée et la sortie d'air permettent une convection naturelle puisque l'air chaud se déplace vers le haut. L'air extérieur froid entrant dans le système du capteur solaire est chauffé en traversant le capteur, traverse ensuite les plantes et ressort, chargé d'humidité, en haut du séchoir. L'emplacement du capteur solaire joue un rôle important. Il doit être orienté de sorte à recevoir le maximum de rayons solaires (exposé sud, inclinaison optimale, pas d'ombre portée d'arbres et de bâtiments à proximité, etc.). Pour garantir une plus grande efficacité du système, il est préférable d'ajouter un ventilateur à la sortie des capteurs solaires. Le flux d'air sera ainsi plus constant et mieux réparti. Les obstacles à la

sortie du capteur rendent aussi le séchage plus uniforme.

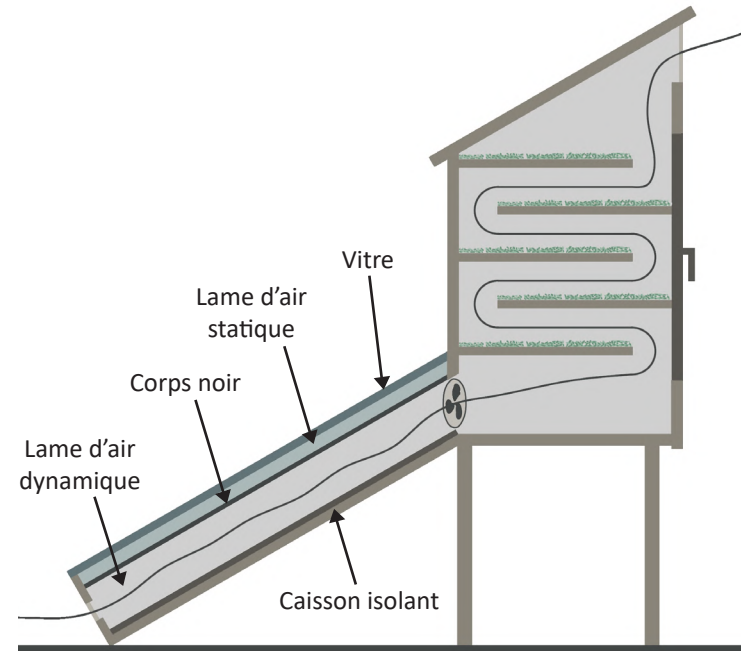


Figure 31 : Schéma de fonctionnement d'un capteur solaire dans une armoire à claies

L'utilisation de l'énergie solaire est répandue pour le séchage des plantes aromatiques et médicinales dans les régions où le taux d'ensoleillement est élevé. Ici, dans la région des Hauts-de-France, l'utilisation de l'énergie solaire est plus compliquée à mettre en place en raison du taux d'ensoleillement assez faible. Cependant, ce système de chauffage est possible en réalisant certaines adaptations. Tout d'abord, les séchoirs placés le long du parcours entre Ardres et Guînes serviront uniquement durant la période de récolte du ményanthe et de la reine des prés, soit entre les mois d'avril et juin où le taux d'ensoleillement est plus élevé. Les séchoirs en hiver auront uniquement comme fonction le stockage des plantes séchées durant le printemps et l'été. Aussi, les systèmes employant l'énergie solaire peuvent être couplés à d'autres systèmes de chauffage comme les déshumidificateurs ou réchauffeurs d'air. Ces derniers permettent de protéger le séchoir fonctionnant aux capteurs solaires de son principal risque : l'évaporation négative. Le capteur solaire fonctionne uniquement lors de la période d'ensoleillement.

Il faut ainsi empêcher l'air froid et humide de la nuit ou des périodes sans ensoleillement de circuler dans le séchoir. Dans le cas contraire, les plantes reprendront de l'humidité et n'arriveront pas à sécher. Le couplage du système de

séchage peut s'accompagner de la fermeture de l'entrée d'air extérieur grâce à une trappe et du placement de matériaux ayant une forte masse thermique à la sortie du capteur (galets, briques de terre comprimée, etc.).

Le déshumidificateur

« Le déshumidificateur fonctionne sur le principe de la condensation d'un air humide. L'air humide qui a traversé les plantes est condensé sur bloc froid. L'eau est récupérée dans un bac et l'air est réinjecté dans les plantes après avoir été réchauffé. ». Il existe différents des déshumidificateurs mobiles ou fixes. On choisira d'équiper le projet d'un déshumidificateur fixe, davantage utilisé dans un cadre professionnel et permettant de réguler l'humidité de locaux de grands volumes. Ce système fonctionne en circuit fermé et nécessite un ventilateur.

Dans ce cas de figure, la combinaison des capteurs solaires et d'un déshumidificateur nécessite deux circuits distincts. Le circuit pour le déshumidificateur est un circuit fermé tandis que le circuit des capteurs solaires est composé d'une entrée d'air ambiant réchauffé et d'une sortie d'air humide. Le passage d'un circuit à l'autre peut être géré manuellement ou automatiquement par un binôme thermostat/hygrostat.

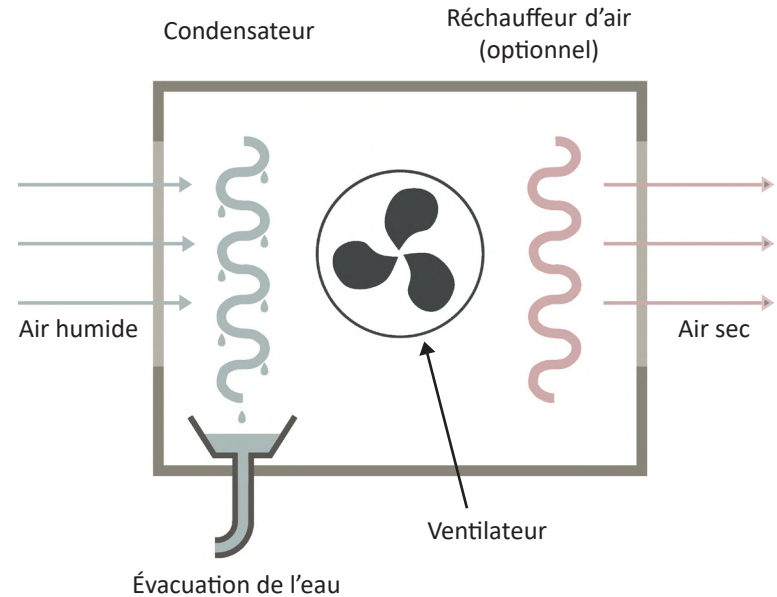


Figure 32 : Schéma de fonctionnement d'un déshumidificateur

Le stockage des plantes après séchage

Pour assurer une bonne conservation des plantes séchées, l'espace de séchage doit être un lieu propre, à l'abri de l'humidité, de la lumière et des insectes et rongeurs. Les principaux risques liés au stockage des plantes sont l'humidité, qui peut entraîner des moisissures, des pertes d'arôme et des décolorations et les mites alimentaires.

Pour éviter la dégradation des produits, les plantes séchées doivent être placées dans des sacs kraft alimentaires de 50 à 70 litres, qui sont fermés et placés dans des fûts alimentaires métalliques ou plastiques. Les fûts de stockage peuvent contenir chacun plusieurs sacs kraft de plantes. Pour éviter toute reprise d'humidité pendant le stockage, le taux d'humidité de la pièce de stockage doit régulièrement être contrôlé pour ne jamais dépasser 50%.



Fûts kraft



Fût métallique



Fût plastique



Sac kraft alimentaire

Figure 33 : Conditionnement des plantes aromatiques et médicinales

IV- ÉTUDE ET DÉTERMINATION DU PROGRAMME ARCHITECTURAL

Dimensionnement des bâtiments séchoirs

L'ensemble des étapes de calculs est détaillé en annexe (cf. Annexe 4).

Le premier point à connaître, pour dimensionner les séchoirs, est la quantité de plantes qui vont être transformées fraîches et la quantité de plantes qui vont être séchées avant d'être vendues ou transformées. En effet, pendant la période de récolte, une partie des plantes peuvent être distillées fraîches sans passer par le séchoir. L'autre partie sera quant à elle séchée pour être conservée et vendue ou distillée le restant de l'année. Les proportions de plantes distillées fraîches et sèches ont été calculées pour permettre une activité de la distillerie continue tout au long de l'année sans grande variation de la quantité d'alambics utilisés. (cf. détail des calculs en annexe).

Le programme prévu pour le ményanthe et la reine des prés est le suivant :

50% du ményanthe est utilisé pour la fabrication de sachets d'infusions et 50% est réservé à la fabrication de macérat huileux. 100% du ményanthe est séché car les deux produits se fabriquent à partir de la plante séchée.

Pour la reine des prés, 50% de la production est destinée à la fabrication de sachets d'infusions et 50% est distillée

pour obtenir de l'huile essentielle. Pendant la période de récolte, aux mois de juin, juillet et août, 50% des fleurs et feuilles sont directement envoyées au point de transformation pour être distillées fraîches et 50% sont stockées pour être distillées les autres mois de l'année. La partie récoltée les autres mois de l'année est entièrement séchée, soit pour être vendue en infusions, soit pour être conservée et envoyée à la distillerie. Ainsi, parmi les 50% de reines des prés destinées à la distillation, 12,5 % ne sont pas séchées (3 mois/2 : 1,5 mois de production sur 12). Donc 6,25% de la production n'est pas séchée et 93,75% est séchée.

Le second point à connaître pour dimensionner les séchoirs est le pic de récolte, c'est-à-dire le moment où la quantité de plante récoltée, et ainsi la quantité de plante à sécher, est la plus importante de l'année. Ce pic se trouve au mois de juin car les périodes de récolte du ményanthe et de la reine des prés se chevauchent.

Périodes de récoltes :

Mois	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août
Ményanthe	40 T récoltées	40 T récoltées	40 T récoltées		
Reine des prés			166 T récoltées	166 T récoltées	166 T récoltées

En juin, la quantité de plantes fraîches à sécher s’élève à 196 tonnes (Ményanthe 40 tonnes et Reine des prés 156 tonnes). On considère que le mois de juin est composé de 20 jours de travail et que les plantes restent cinq jours dans le séchoir le temps de sécher complètement. Ainsi, pour répondre au pic de récolte, l’ensemble des séchoirs doivent avoir une surface de séchage capable de sécher 49 tonnes de plantes.

Comme le type de séchoir utilisé est le séchoir « caisson », la surface de séchage nécessaire se calcul ainsi :
Masse récolté / masse volumique des plantes fraîches / hauteur de chargement = surface de grille nécessaire
49 000 / 350 / 0,20 = 700 m2

Si l’on ajoute une marge de 10% pour prendre en compte les variations de rendement des terres ou l’évolution de l’activité de paludiculture, l’ensemble des séchoirs du projet devront donc avoir une surface de séchage de 770 m2. Comme le parcours est ponctué de 5 séchoirs, chaque séchoir doit avoir une surface de séchage de 154 mètres carrés.

Dimensionnement de l’espace de stockage des plantes

Les plantes sont séchées durant la période d’avril à août et stockées dans le séchoir avant d’être envoyées au

fur et à mesure de l’année à la distillerie et au point de vente. Il faut donc que la capacité de stockage corresponde à 100% de la production séchée annuelle.
Si nous reprenons le tableau des récoltes et y ajoutons les quantités de plantes mises aux séchoirs :

Mois	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août
Ményanthe	40 tonnes récoltées	40 tonnes récoltées	40 tonnes récoltées		
	100% de la récoltée est destinée aux séchoirs	100% de la récoltée est destinée aux séchoirs	100% de la récoltée est destinée aux séchoirs		
	40 tonnes de plantes fraîches mises aux séchoirs	40 tonnes de plantes fraîches mises aux séchoirs	40 tonnes de plantes fraîches mises aux séchoirs		
Reine des prés			166 tonnes récoltées	166 tonnes récoltées	166 tonnes récoltées
			93,75% de la récolté est destinée aux séchoirs	93,75% de la récolté est destinée aux séchoirs	93,75% de la récolté est destinée aux séchoirs
			156 tonnes de plantes fraîches mises aux séchoirs	156 tonnes de plantes fraîches mises aux séchoirs	156 tonnes de plantes fraîches mises aux séchoirs

IV- ÉTUDE ET DÉTERMINATION DU PROGRAMME ARCHITECTURAL

Au total, 588 tonnes de plantes fraîches sont récoltées à l'année. Les plantes perdent environ 80% de leur poids lors du processus de séchage. La matière obtenue est donc de 117,6 tonnes. Chaque séchoir doit donc stocker 23,52 tonnes de plantes séchées. Les plantes séchées sont conservées dans un espace à l'abri de la lumière et de l'humidité. Elles sont placées dans des sacs alimentaires en kraft eux-mêmes placés dans des fûts qui peuvent être en kraft, plastiques ou métalliques. Les fûts choisis sont des fûts métalliques d'une capacité de remplissage de soixante litres, soit soixante kilos de denrée. Ainsi, l'espace de stockage de chaque séchoir doit pouvoir accueillir environ 400 fûts métalliques (23 520 kg /60 L). Ces fûts métalliques mesurent 85 cm de hauteur et 30 cm de diamètre.

B - La production d'huile essentielle ³²

Les huiles essentielles et leur extraction

« Les huiles essentielles sont des sécrétions naturelles élaborées par le végétal et contenues dans les cellules ou les parties de la plante comme celles des fleurs (rose), sommités fleuries (lavande), feuilles (citronnelle), écorces (cannelier), racines (iris), fruits (vanillier), bulbes (ail), rhizomes (gingembre) ou graines (muscade). Pour certaines HE comme celles de lavande ou de sauge, c'est la plante entière qui est utilisée. Seules les parties sécrétrices ou les plus concentrées de la plante sont récoltées à la période de rendement optimum : avant la floraison (menthes), pendant (lavandes) et après celle-ci (plantes à graines) ou encore après la rosée du matin (fleurs fragiles) ».

Seulement 10% des espèces végétales sont dites « aromatiques » et sécrètent des huiles essentielles. Certaines familles de plantes sont plus disposées à cette production comme la famille des dicotylédones et celle des monocotylédones.

L'extraction d'une l'huile essentielle a pour but de capter et

de recueillir les produits volatils, subtils et les plus fragiles qu'élabore le végétal, et cela sans en altérer la qualité. « Une fois la cuticule cireuse des poches épidermiques brisée, l'essence s'en échappe et plusieurs molécules odorantes se dispersent dans l'air ambiant ». Les quantités d'huiles essentielles produites par les plantes sont très faibles, ainsi le rendement de l'extraction est minime, généralement inférieur à 2%. Ce pourcentage varie en fonction des plantes.

³² Toutes les informations présentées dans cette partie proviennent de : BOUKHATEM, Mohamed Nadjib. FERHAT, Amine. KAMELI, Addelkrim. « Méthodes d'extraction et de distillation des huiles essentielles », Revue Agrobiologia, 03/09/2019, (document téléchargé le 18/04/25), [En ligne], Adresse URL : https://agrobiologia.net/online/wp-content/uploads/2020/01/18-1653-1659_-BOUKHATEM-et-al_.pdf

IV- ÉTUDE ET DÉTERMINATION DU PROGRAMME ARCHITECTURAL

La méthode d'extraction

Il existe plusieurs méthodes d'extraction d'huiles essentielles. (Cf. détail en Annexe 3).

La méthode d'extraction choisie dans le projet est l'extraction à la vapeur d'eau (vapodistillation). Elle consiste à injecter de la vapeur d'eau dans un ballon contenant le végétal à distiller. Les composés volatils sont entraînés et extraits de la plante par la vapeur. La vapeur saturée d'huile essentielle passe ensuite à l'état liquide dans un condenseur puis est décantée dans un essencier. Ce dernier permet de séparer le liquide en une phase aqueuse, appelée hydrolat, et une phase huileuse, l'huile essentielle. Dans cette méthode d'extraction, il n'y a pas de contact direct entre l'eau à l'état liquide et la matière végétale ni entre l'eau et les molécules aromatiques. Cela permet d'éviter la dégradation des plantes qui pourrait nuire à la qualité de l'huile essentielle. Cette technique est donc optimale pour assurer la conservation des composés volatils lors du processus d'extraction. Elle est très souvent employée en aromathérapie et en parfumerie et est considérée comme la plus aboutie techniquement. En comparaison avec l'hydrodistillation, la vapodistillation a l'avantage d'utiliser une moins grande quantité d'eau.

La valorisation de l'hydrolat

À la suite du processus d'extraction, deux liquides sont obtenus : l'huile essentielle et l'hydrolat, une phase aqueuse contenant une légère dose d'huile essentielle. Lors de mon entretien avec Adrien Ferrant, j'ai découvert que l'hydrolat pouvait avoir des utilisations alimentaires, cosmétiques et médicinales. L'hydrolat obtenu en distillant les graines d'angélique sert d'arôme dans certaines soupes. Dans le projet, l'hydrolat obtenu après la distillation de la reine des prés sera utilisé dans la fabrication des produits cosmétiques vendus dans le commerce installé à Ardres. Cela permet de valoriser la matière et aussi de générer davantage de revenus de l'activité de paludiculture.

La conservation des huiles essentielles

Comme c'est le cas dans l'entreprise Ferrant PHE, le conditionnement des huiles essentielles se fait souvent dans des bouteilles PEHD allant de 250g à 10kg. Pour la commercialisation en herboristerie, l'huile essentielle est souvent vendue dans des flacons teintés de 10 ou 20 ml. Le stockage doit se faire dans un endroit sec, à l'abri de la lumière, avec une température constante entre 4 et 15°C.

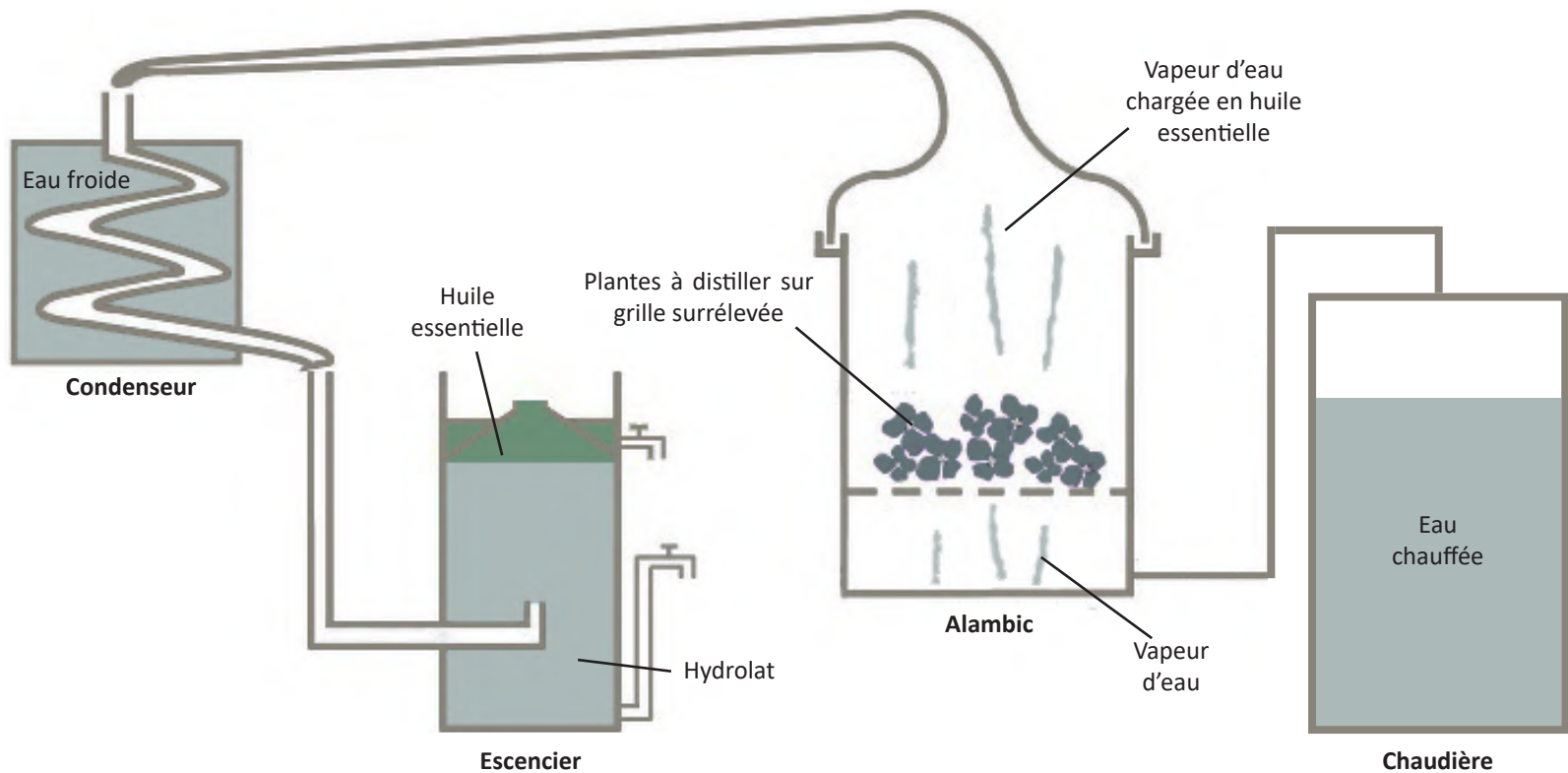


Figure 34 : Schéma du processus d'extraction d'huile essentielle à la vapeur d'eau

IV- ÉTUDE ET DÉTERMINATION DU PROGRAMME ARCHITECTURAL

Dimensionnement des alambics

L'ensemble des étapes de calculs est détaillé en annexe (cf. Annexe 4).

Le ményanthe n'est pas une plante à partir de laquelle nous pouvons extraire des huiles essentielles, elle ne fait donc pas partie des calculs de dimensionnement des alambics. En revanche, la reine des prés est distillable et 50% de la production en paludiculture est distillée.

Comme expliqué précédemment, selon la période de l'année, la reine des prés va être distillée sèche ou fraîche. Au mois de juin, juillet et août, 41,5 tonnes de plantes fraîches vont être distillées par mois. En considérant que chaque mois est composé de vingt jours de travail, 2,075 tonnes de plantes fraîches sont distillées par jour. Durant les mois hors récolte, 553 kilogrammes de plantes sont distillés chaque jour.

Sachant qu'un cycle d'extraction dure entre 3 et 5 heures, on considère que chaque alambic peut effectuer deux cycles par jours. Ainsi, en juin, juillet et août, la distillerie devra traiter 1037,5 kg de plantes fraîches par cycle. Le reste de l'année, la distillerie devra traiter 276,5 kg de plantes séchées par cycle.

Selon les données du tableau permettant de dimensionner les alambics :

- 1037,5 kg de plantes fraîches : $1037,5/250 = 4,15$ alambics de 500 litres nécessaires dans la distillerie en période de récolte
- 276,5 kg de plantes séchées : $276,5/63 = 4,38$ alambics de 500 litres nécessaires hors période de récolte

Si l'on prend une marge de 10% sur la quantité de plantes à traiter, il faut prévoir 5 alambics de 500 L pour répondre aux besoins de distillation.

Dimensionnement du stockage des plantes sèches dans la distillerie

Bien que le lieu de stockage principal des plantes séchées se trouve dans les séchoirs le long du parcours dans les tourbières, l'objectif est d'avoir à proximité de la distillerie la matière première nécessaire pour distiller durant un mois.

8,3 tonnes de plantes séchées sont distillées par mois. Les fûts métalliques dans lesquels sont stockées les plantes sont des fûts de 60L. Ainsi, l'espace de stockage présent dans

la distillerie doit pouvoir contenir 140 fûts métalliques.

Le rendement en huiles essentielles

Comme pour beaucoup de plantes, le rendement en huile essentielle est très faible. Pour une tonne de plantes séchées, on obtient 500 millilitres d’huile essentielle. Ainsi, les 8,3 tonnes de plantes distillées par mois donnent environ 1,6 litre. Sachant que l’huile essentielle se commercialise autour de cinq euros les 10 ml, cela représente un

chiffre d’affaires de 830 euros par mois. Cela nous montre l’importance de commercialiser aussi l’hydrolat, qui a un rendement bien supérieur à celui de l’huile essentielle. Généralement, un kilogramme de plantes distillées sèches permet d’obtenir 20 centilitres d’hydrolat. Certains producteurs vont jusqu’à produire 1 litre d’hydrolats par kilo de plantes sèches ou 10 litres d’hydrolats par kilo de plantes fraîches pour générer davantage de revenus. Cependant, cela signifie que l’hydrolat est moins concentré en principes actifs et donc de moins bonne qualité.

Modèle d'alambic	30 litres	50 litres	100 litres	150 litres	200 litres	500 litres
Poids de plantes sèches maximum par passe (cas du lavandin)	4 kgs	6 kgs	12 kgs	18 kgs	25 kgs	63 kgs
Poids de plantes humides maximum par passe (cas du lavandin)	15 kgs	25 kgs	50 kgs	80 kgs	100 kgs	250 kgs
Quantité huile essentielle obtenue après une distillation de 1 heure avec un rendement moyen de 2%	10 à 30 cl	12 à 50 cl	25 cl à 1 litre	40 cl à 1.5 litres	2 litres	5 litres

Figure 35 : Tableau de dimensionnement des alambics

IV- ÉTUDE ET DÉTERMINATION DU PROGRAMME ARCHITECTURAL

La quantité d'hydrolat obtenue étant très importante, une partie de la production peut être vendue à des professionnels, que ce soit dans l'alimentaire, comme c'est le cas pour l'entreprise Ferrant PHE, ou dans le monde agricole où l'hydrolat peut servir de traitement préventif naturel dans la nourriture des animaux d'élevage. Dans la démarche de circuit court mise en place dans le projet, l'idée serait que la production soit profitable en premier lieu aux agriculteurs du bassin de vie de l'Artois.

L'autre partie de la production d'hydrolat peut être vendue comme telle dans l'herboristerie ou bien transformée en produits cosmétiques sur le site de la distillerie avant d'être envoyée à l'herboristerie.

20 cl pour un kilogramme de plante. Ainsi, la distillation de 8 300 kg de plantes par mois donne 1660 L d'hydrolat.

Le stockage de la distillerie doit donc pouvoir accueillir 2000 L de produits transformés.

Le stockage des huiles essentielles et de l'hydrolat

Nous partons du principe que l'espace de stockage sur le site de la distillerie doit être capable d'accueillir les produits transformés d'un mois de production.

La reine des prés a un rendement en huile essentielle de 200 ml pour une tonne de plantes séchées. La distillation de 8,3 tonnes de plantes sèches par mois donne 1,6 L d'huile essentielle.

Le rendement de la reine des prés sèche en hydrolat est de

C - Le point de vente (herboristerie) et de dégustation

Le point de vente et de dégustation situé dans le centre-bourg d'Ardres est dimensionné pour recevoir une soixantaine de personnes. Chaque espace est dimensionné en fonction de la répartition du nombre de personnes au mètre carré recommandé.

Espace de vente : $60 \text{ personnes} \times 1 \text{ personne/m}^2 = 60 \text{ m}^2$

Espace de dégustation : $60 \times 1,2 = 72 \text{ m}^2$

Espace de cuisine + distribution + laverie = $60 \times 2 = 120 \text{ m}^2$

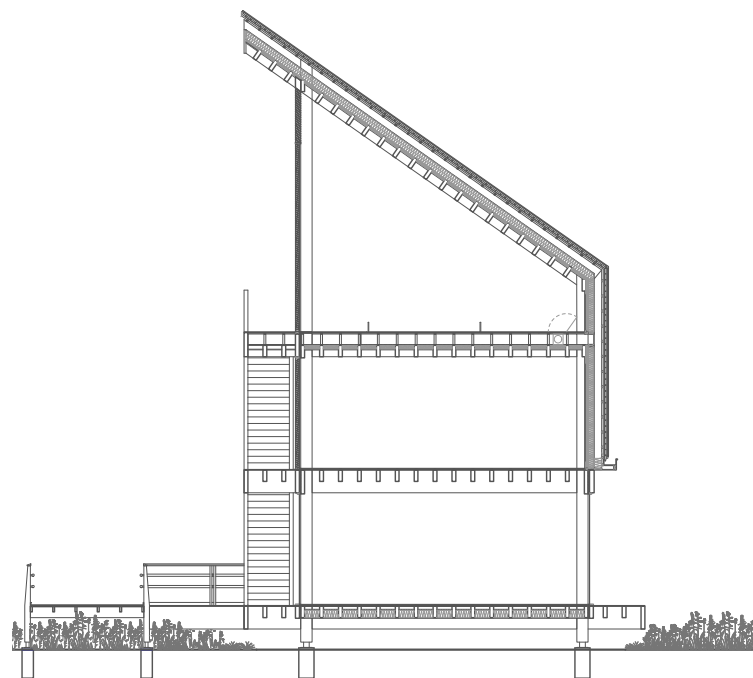
Espace de stockage : l'espace de stockage doit être beaucoup moins important que celui de la distillerie car une partie de l'hydrolat n'est pas destiné à l'herboristerie. On estime qu'il doit pouvoir accueillir 1000 L de produit ou l'équivalent en produits cosmétiques.

**V- LE PROJET D'ARCHITECTURE :
TROIS BÂTIMENTS, TROIS SITES, UN SEUL PROJET**

V- LE PROJET D'ARCHITECTURE : TROIS BÂTIMENTS, TROIS SITES, UN SEUL PROJET

Dans ce travail de fin d'études, le projet est constitué de trois programmes différents : les séchoirs de plantes aromatiques et médicinales, le lieu de transformation des plantes en huiles essentielles et produits cosmétiques et le point de vente et de dégustation des produits transformés. Ces trois programmes sont répartis sur le territoire entre Ardres et Guînes pour recréer du lien entre les deux centres-bourgs. Or, bien qu'il y ait trois programmes sur des sites distincts, l'ensemble de l'intervention doit constituer un seul et même projet. C'est pourquoi les trois bâtiments ont été conçus de manière à appartenir à la même identité architecturale. Le processus de recherche a donc été un processus réitératif entre les différents sites pour maintenir un langage architectural commun tout en répondant aux spécificités de chaque lieu.

Les trois bâtiments sont constitués d'une structure commune : une structure poteaux-poutres en bois avec un entraxe entre poteaux de 3,5 mètres. La largeur des bâtiments est également identique avec 7 mètres entre poteaux et un léger porte-à-faux mis en place en fonction des programmes pour accueillir la circulation. La structure commune permet d'effectuer le même dimensionnement pour les trois programmes.



COUPE TRANSVERSALE



V- LE PROJET D'ARCHITECTURE : TROIS BÂTIMENTS, TROIS SITES, UN SEUL PROJET

A - Le séchoir de plante aromatiques et médicinales

Le travail de conception du projet s'est davantage axé sur le développement de l'un des séchoirs à plantes aromatiques et médicinales. Les cinq séchoirs du parcours sont identiques et permettent de séparer le séchage des plantes en cinq infrastructures de même taille. Le séchoir qui a été développé est celui situé à Guînes, qui marque le début du parcours créé dans les tourbières jusque Ardres (séchoir PPAM 1).





Échelle : 1/30 000

V- LE PROJET D'ARCHITECTURE : TROIS BÂTIMENTS, TROIS SITES, UN SEUL PROJET

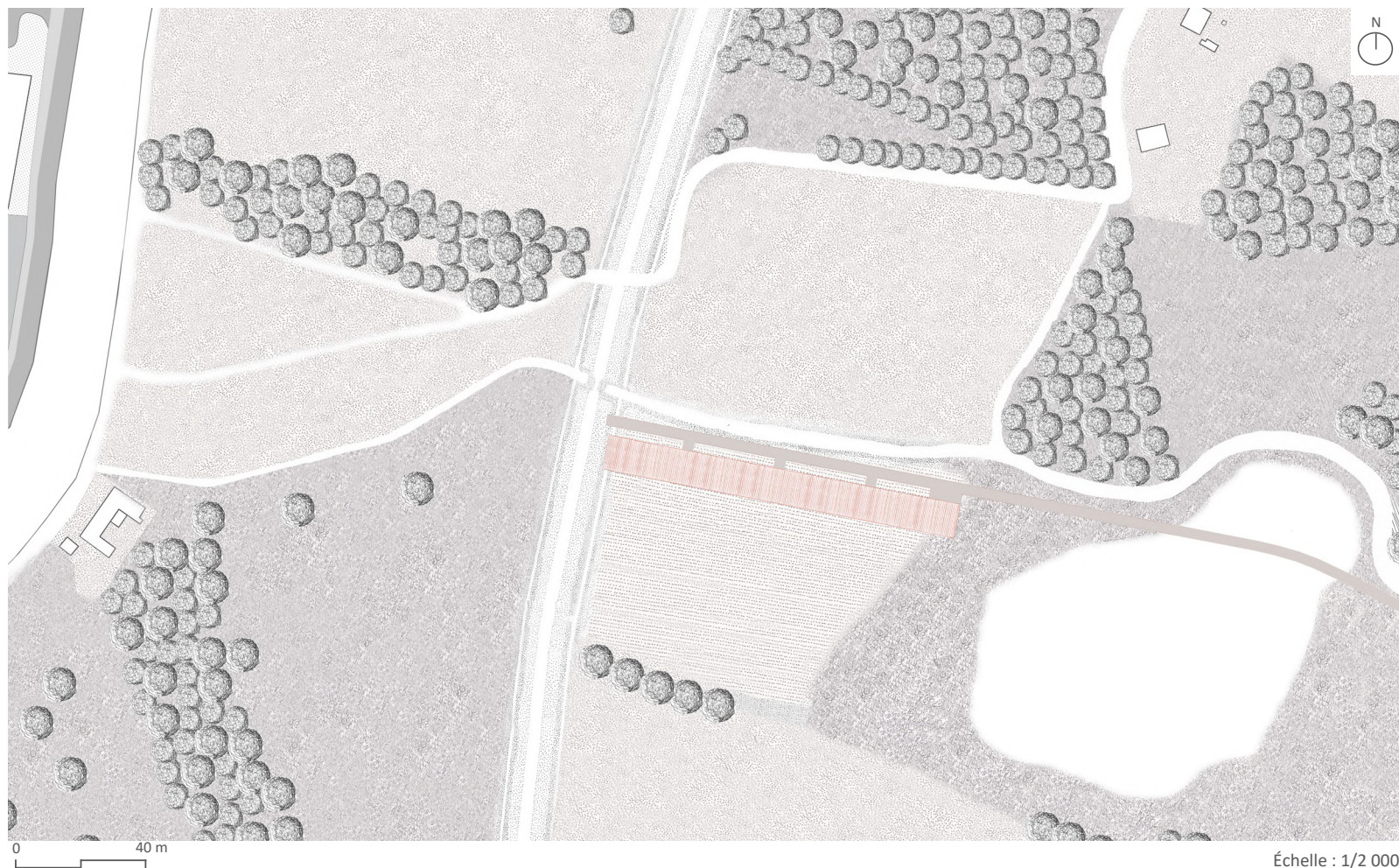
Implantation

Le séchoir est implanté au croisement de deux axes. Le premier est l'ancienne voie de chemin de fer régionale qui reliait Calais à Anvin entre 1882 et 1955.³³ Le tronçon Coulogne-Guînes est aujourd'hui une voie verte, appelée «la véloroute des marais»³⁴, régulièrement empruntée par les promeneurs et les cyclistes. Le deuxième axe est la rivière de Bouzats qui traverse les communes de Guînes, et Andres en passant à travers les tourbières et marais. C'est pourquoi la balade créée entre Guînes et Ardres s'établit en partie le long du tracé de la rivière.

Le bâtiment séchoir est une architecture qui marque son territoire en se développant dans la longueur sur 105 mètres. Il se positionne parallèlement à la rivière de Bouzats et à la passerelle cyclable et piétonne et indique ainsi le chemin à suivre pour découvrir les tourbières et les marais. La balade longeant le séchoir permet aussi de découvrir ce qu'il s'y passe à l'intérieur, notamment au rez-de-chaussée, qui est un espace complètement vitré où les plantes sont triées avant d'être séchées et stockées aux étages supérieurs.

³³ CLOUCHEZ. « Coulogne-Guînes : la première voie verte du Calaisis », Vélobus Côte d'Opale, Wordpress, 12/03/2016, (consulté le 02/05/25), [En ligne], Adresse URL : <https://velobuscotedopale.wordpress.com/2016/03/12/coulogne-guines-la-premiere-voie-verte-du-calaisis/>

³⁴ Ibid.



Échelle : 1/2 000

V- LE PROJET D'ARCHITECTURE : TROIS BÂTIMENTS, TROIS SITES, UN SEUL PROJET

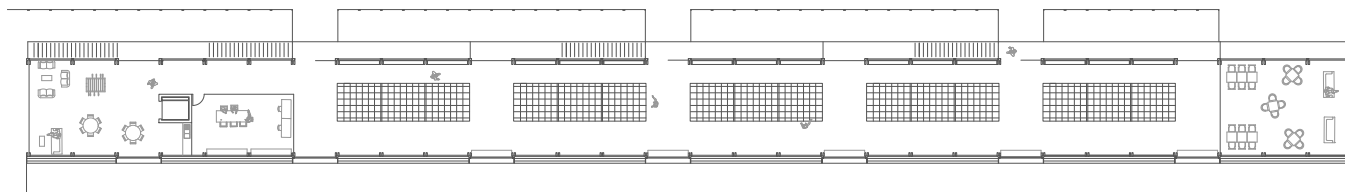
Répartition du programme

1) Au premier niveau se trouve l'espace de préparation des plantes avant le séchage. C'est à cet endroit que les plantes qui viennent d'être récoltées sont amenées. Elles sont déposées sur la plateforme extérieure avant d'être triées par petits paquets à l'intérieur. Comme nous l'avons vu dans la partie précédente, l'étape suivante consiste en l'effeuillage des feuilles de ményanthe et au battage des sommités fleuries de la reine des prés pour obtenir le produit qui sera séché. Le tri se fait à l'aide de tamis vibrants. L'espace du premier niveau est utilisé uniquement durant la période de récolte. C'est un espace libre qui n'est pas occupé par des équipements lourds. Ainsi, hors-saison, l'espace peut facilement être libéré pour être transformé en un lieu d'exposition temporaire, de conférences et de sensibilisation aux tourbières et aux espèces qui y vivent. C'est pourquoi le programme de préparation des plantes a été placé au premier niveau, directement en lien avec la passerelle cyclable et piétonne.

2) La deuxième étape du programme est le séchage des plantes. Elle se situe au dernier niveau du bâtiment pour que l'effet de cheminée créé par la forme de la toiture serve à la circulation de l'air dans l'espace de séchage. Le séchoir est divisé en cinq unités de séchage différentes, qui peuvent fonctionner indépendamment les unes des autres. Le nombre d'unités est justifié par rapport au nombre de jours de séchage. En effet, puisque les plantes sèchent en cinq jours, le jour 1, la première unité de séchage est remplie, le jour 2, la deuxième unité de séchage est remplie et ainsi de suite. Le jour 6, les plantes sèches de la première unité de séchage sont retirées pour laisser la place à de nouvelles plantes fraîches.

3) La dernière étape du processus est le stockage des plantes séchées qui se situe au deuxième niveau. Le stockage est situé en dessous du niveau de séchage pour permettre aux caissons d'être vidés grâce à une trappe située dans le plancher. Les plantes séchées arrivent directement dans un entonnoir pour être ensuite conditionnées dans des sachets alimentaires kraft qui sont eux-mêmes placés dans des fûts métalliques. L'espace de séchage est un espace sombre et protégé de l'humidité qui doit permettre la conservation des plantes toute l'année.

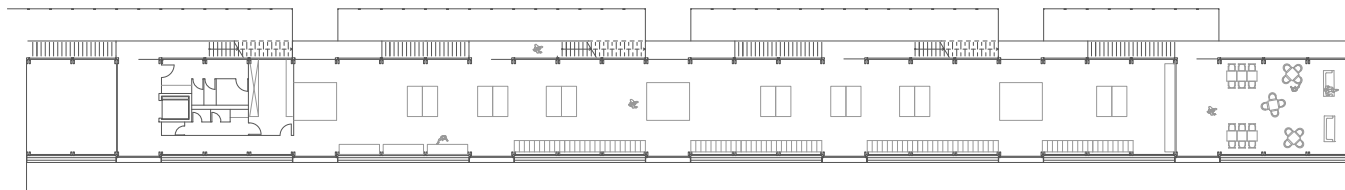
2)



NIVEAU 3

0 10 m

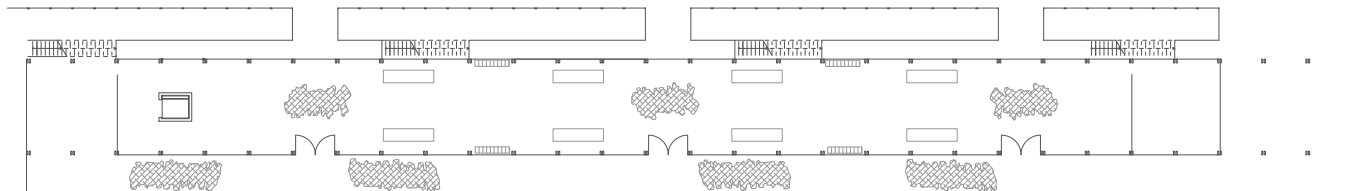
3)



NIVEAU 2

0 10 m

1)

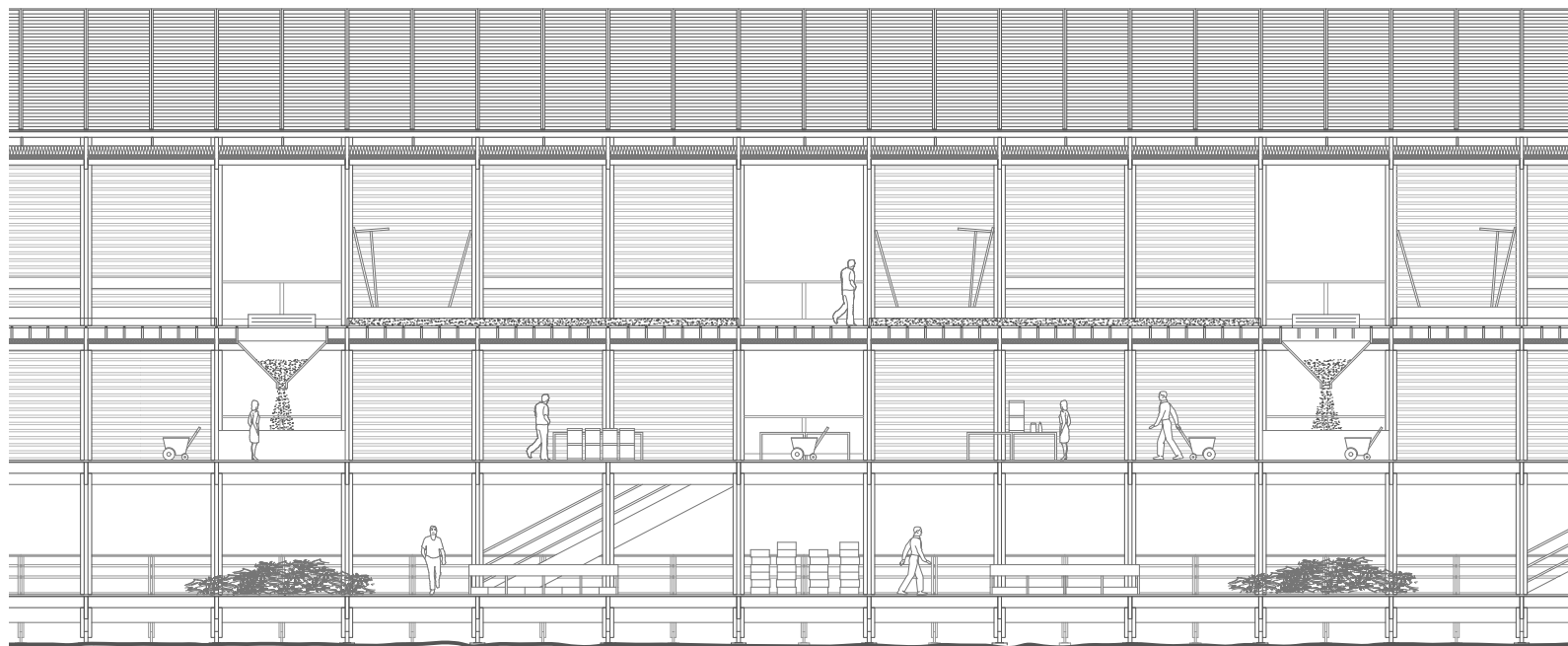


NIVEAU 1

0 10 m

V- LE PROJET D'ARCHITECTURE : TROIS BÂTIMENTS, TROIS SITES, UN SEUL PROJET

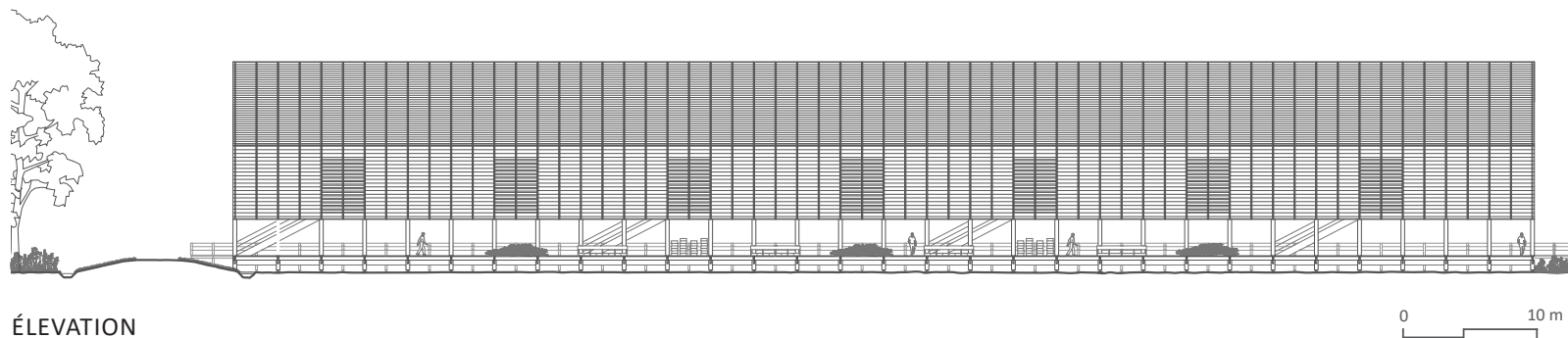
Relations entre les trois niveaux



ÉCHELLE : 1/200

0 4 m

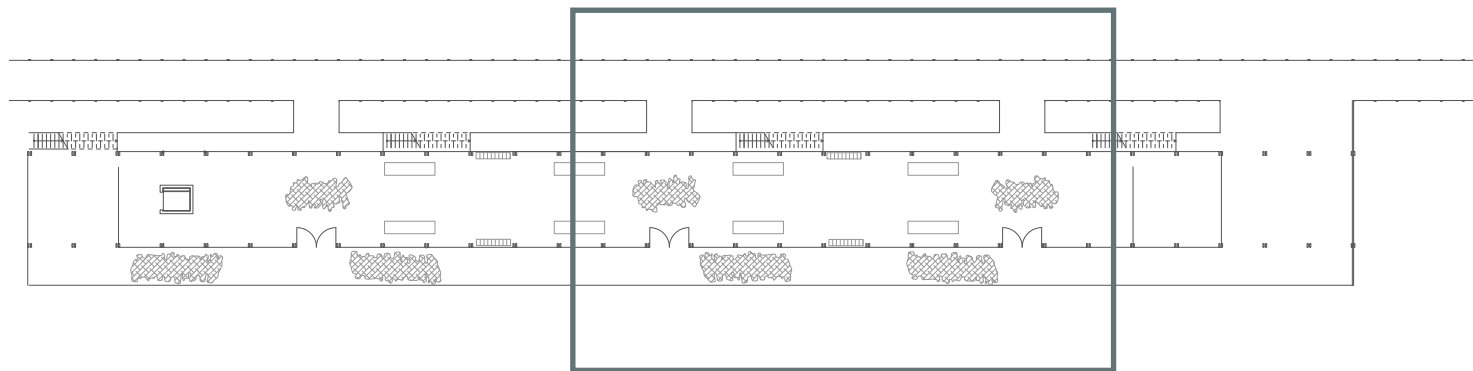
Composition

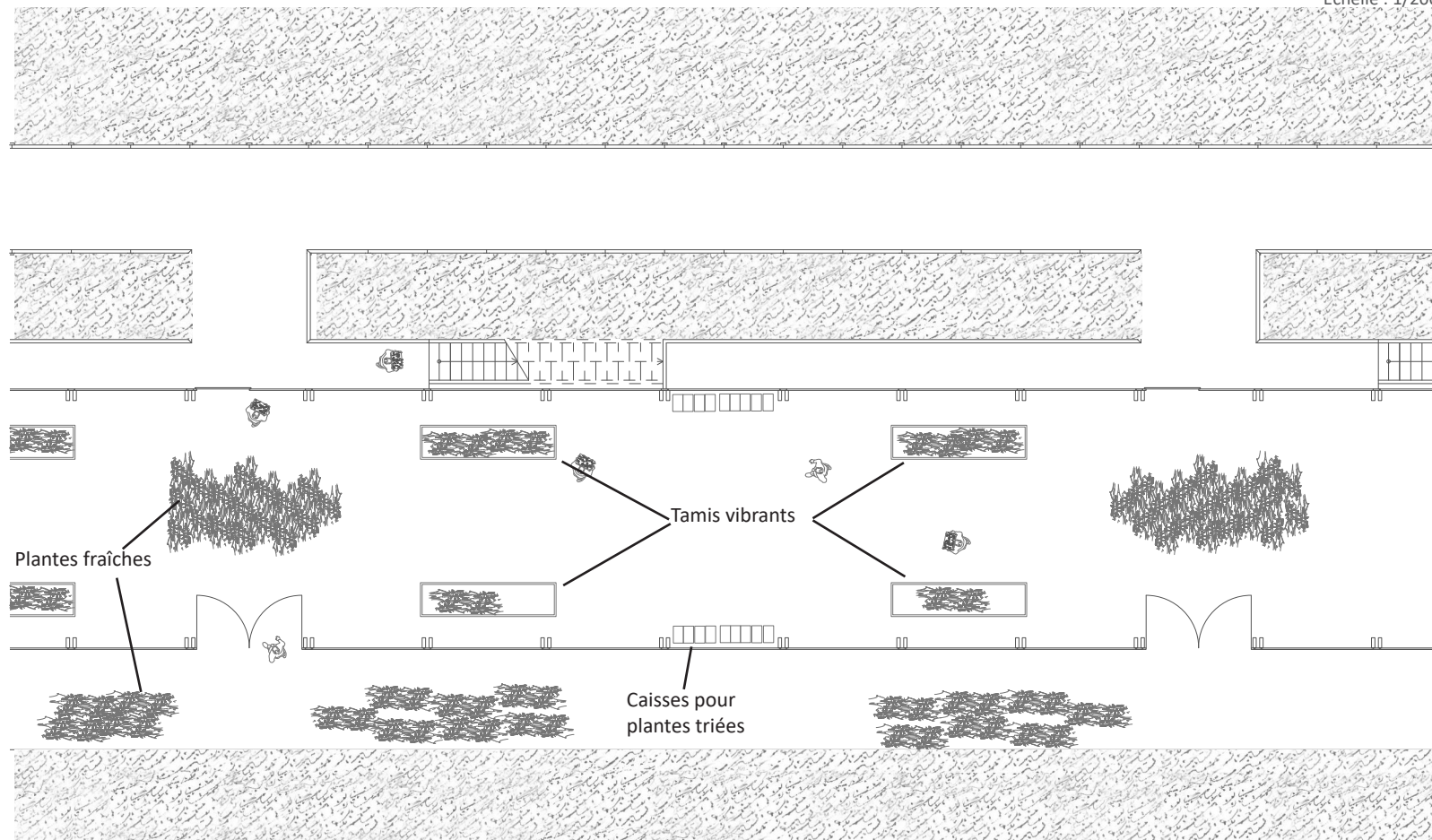


Sur chaque niveau du bâtiment, les ouvertures sont placées aux mêmes endroits pour donner au bâtiment un rythme vertical régulier. Les deux niveaux supérieurs sont très fermés en raison des fonctions qu'ils abritent. En effet, le séchage et le stockage des plantes doivent se faire à l'abri de la lumière pour ne pas altérer la qualité des plantes. Sur l'élévation sud, nous pouvons voir que la façade est principalement opaque, accueillant les surfaces de capteurs solaires. Les ouvertures sont, quant à elles, recouvertes par un claustra pour filtrer la lumière du sud. Sur la façade nord, l'ensemble du mur est constitué de vitrage, recouvert majoritairement par un claustra pour filtrer une partie de la lumière. Seules quelques ouvertures ne

V- LE PROJET D'ARCHITECTURE : TROIS BÂTIMENTS, TROIS SITES, UN SEUL PROJET

Espaces de tri des plantes récoltées



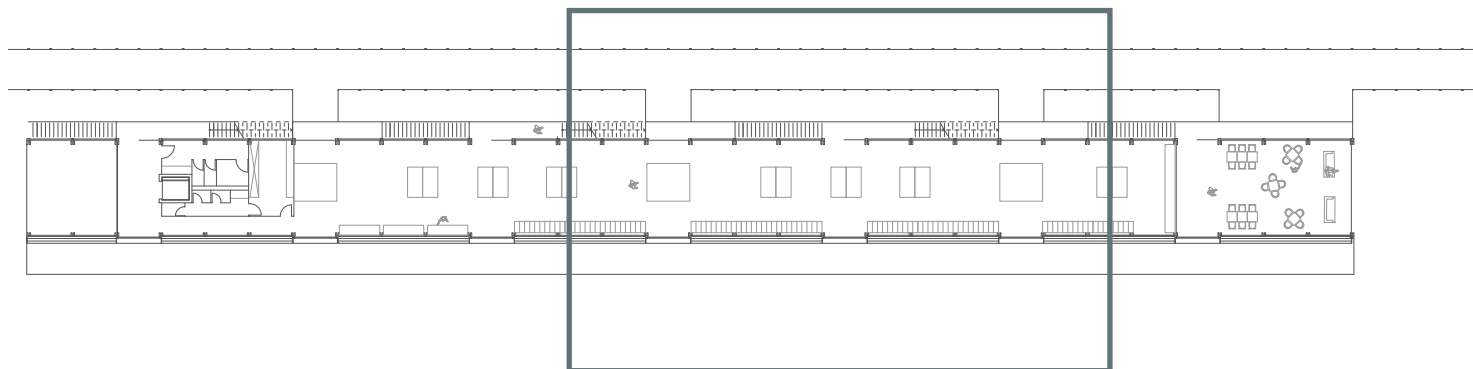


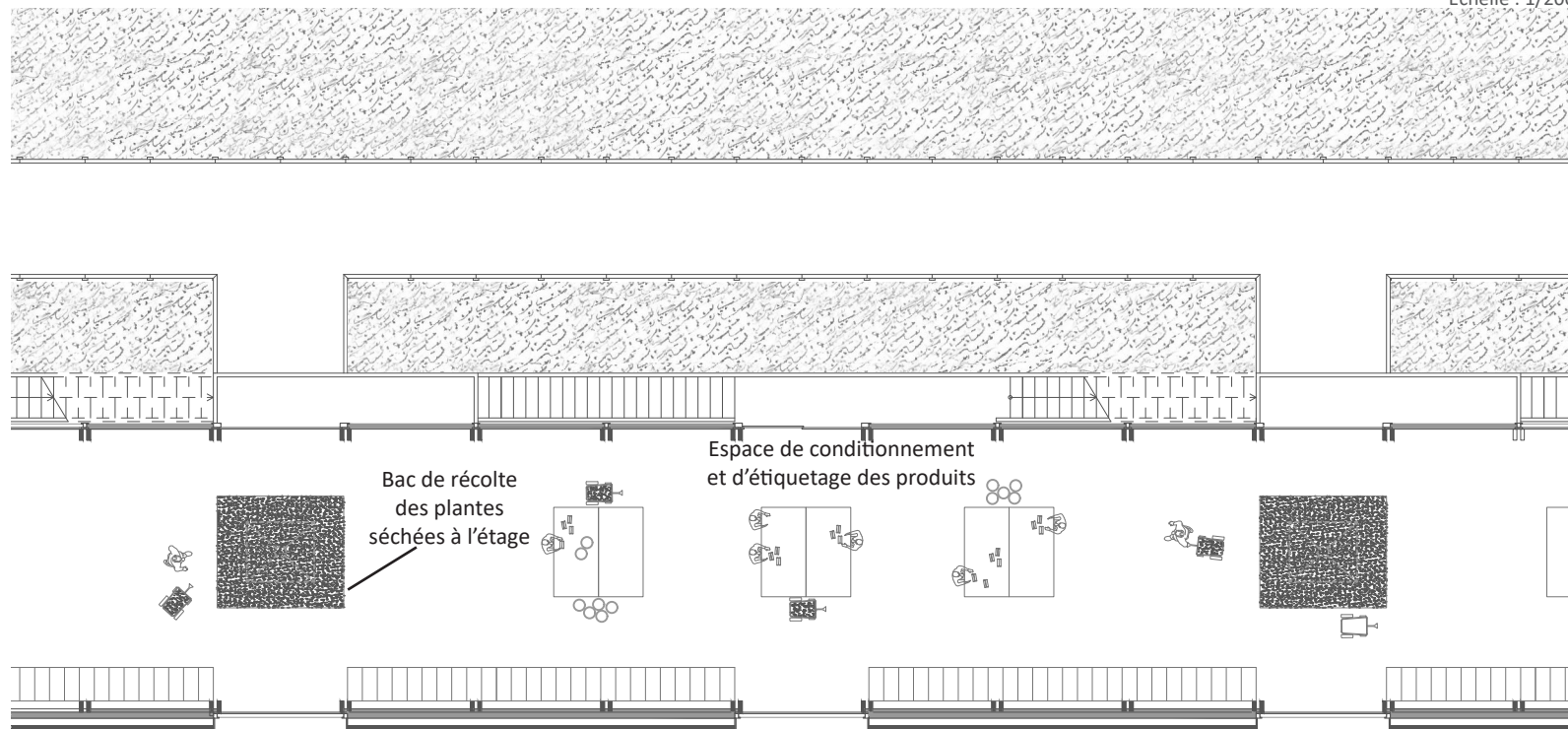
NIVEAU 1

0 4 m

V- LE PROJET D'ARCHITECTURE : TROIS BÂTIMENTS, TROIS SITES, UN SEUL PROJET

Espaces de conditionnement et de stockage des plantes séchées



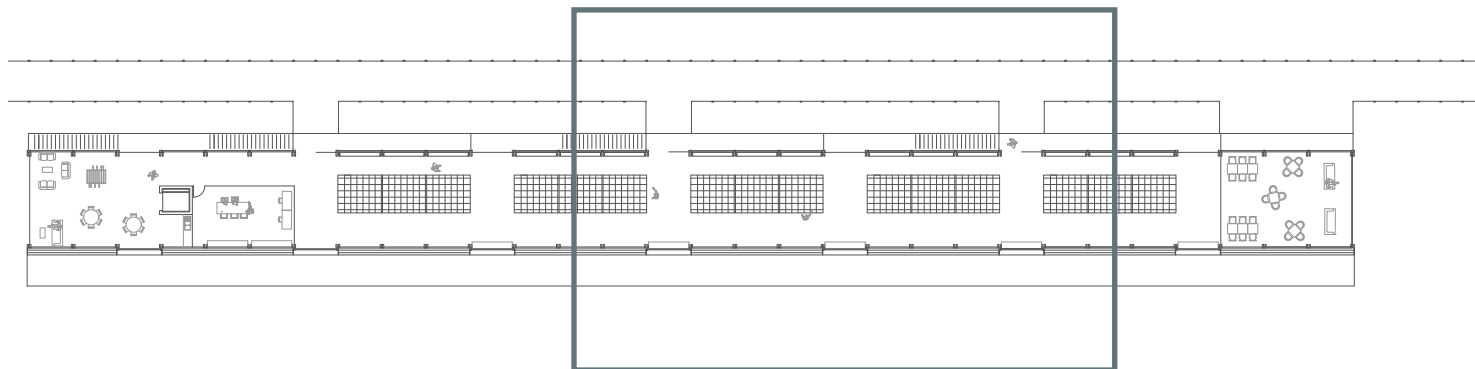


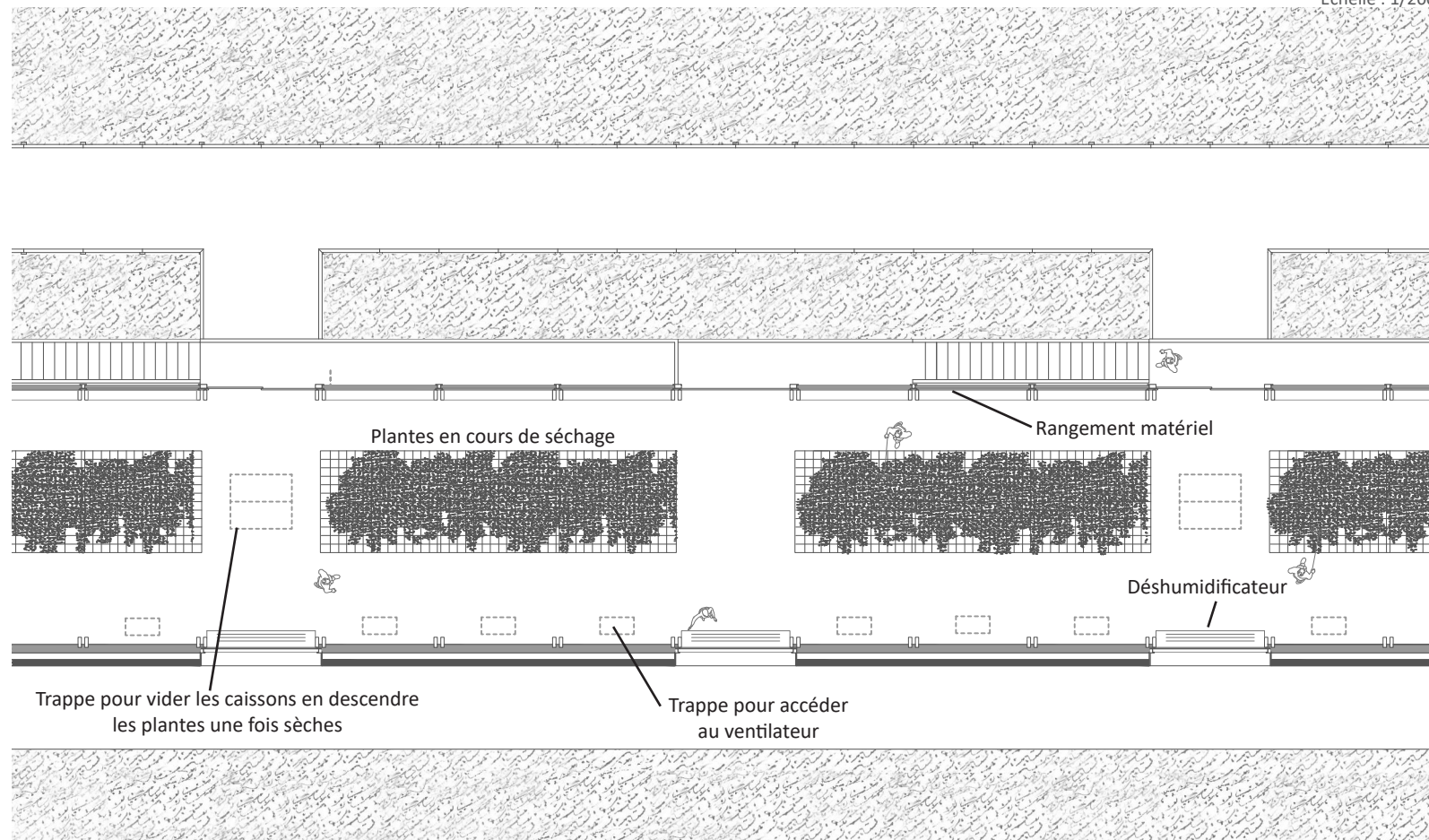
NIVEAU 2

0 4 m

V- LE PROJET D'ARCHITECTURE : TROIS BÂTIMENTS, TROIS SITES, UN SEUL PROJET

Espaces de séchage des plantes sur caissons



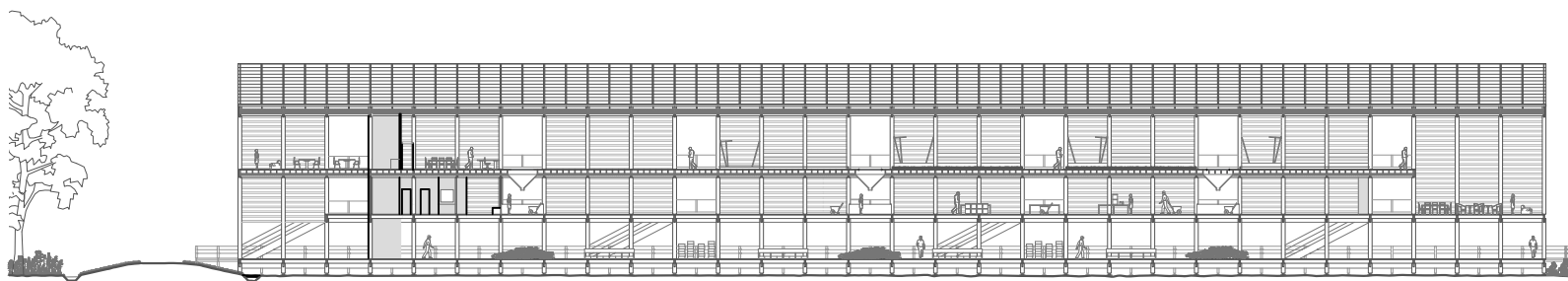


NIVEAU 3

V- LE PROJET D'ARCHITECTURE : TROIS BÂTIMENTS, TROIS SITES, UN SEUL PROJET

Les fonctions annexes

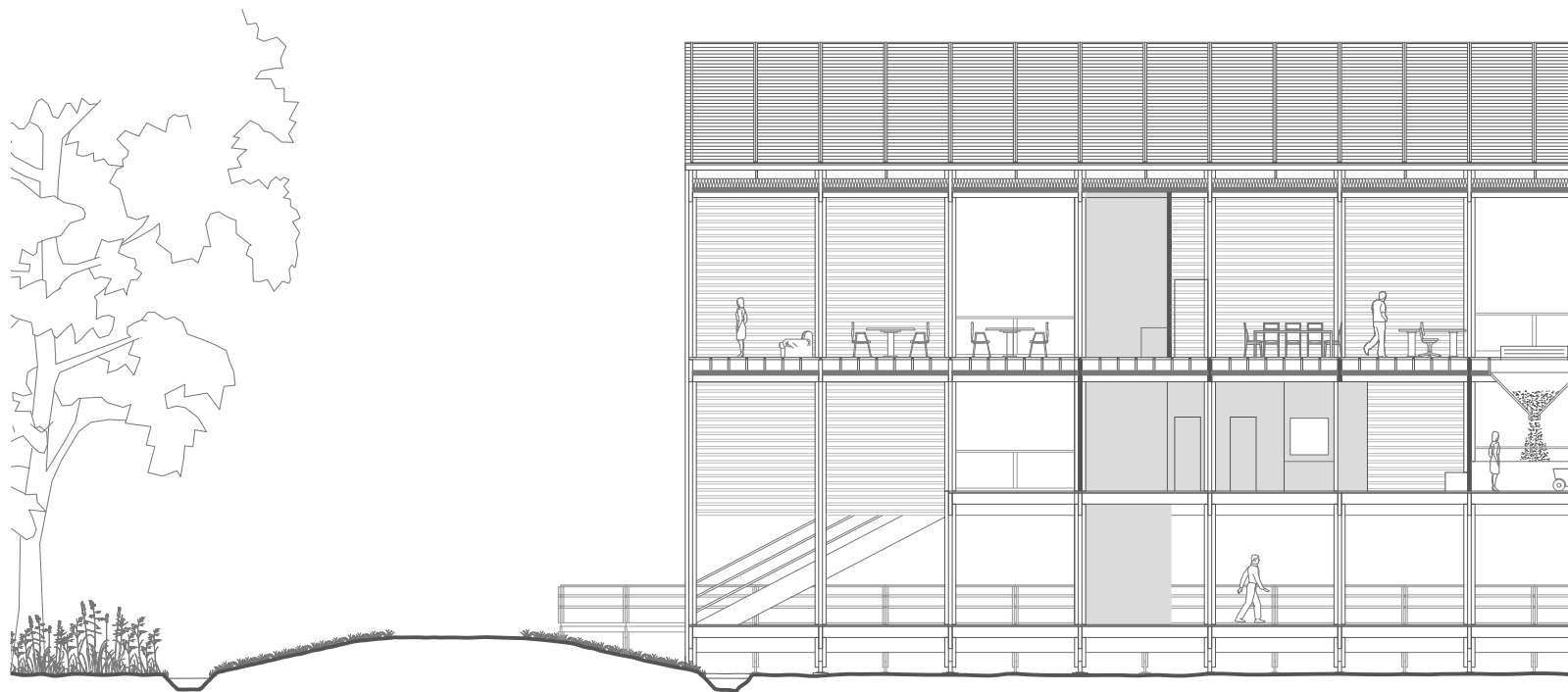
Les extrémités du séchoir sont marquées par des jeux de plateaux permettant de créer des doubles hauteurs et des façades complètement vitrées. Elles abritent les fonctions annexes au processus de séchage : un espace de détente et des vestiaires pour les travailleurs, un espace de bureau pour gérer la gestion de l'activité, des sanitaires, des espaces d'accueil pour le grand public à chaque extrémité et un espace d'observation des tourbières, accessible aux visiteurs toute l'année.



Coupe longitudinale

0 10 m

A l'extrémité du bâtiment, du côté ouest, se trouve un porche d'entrée en double hauteur qui permet d'entrer dans le bâtiment directement depuis la voie verte sans emprunter la passerelle. Au premier étage se situent les sanitaires ainsi que l'espace de vestiaire pour les travailleurs. Enfin, au dernier étage se trouvent le bureau et l'espace de détente directement ouvert sur les tourbières.

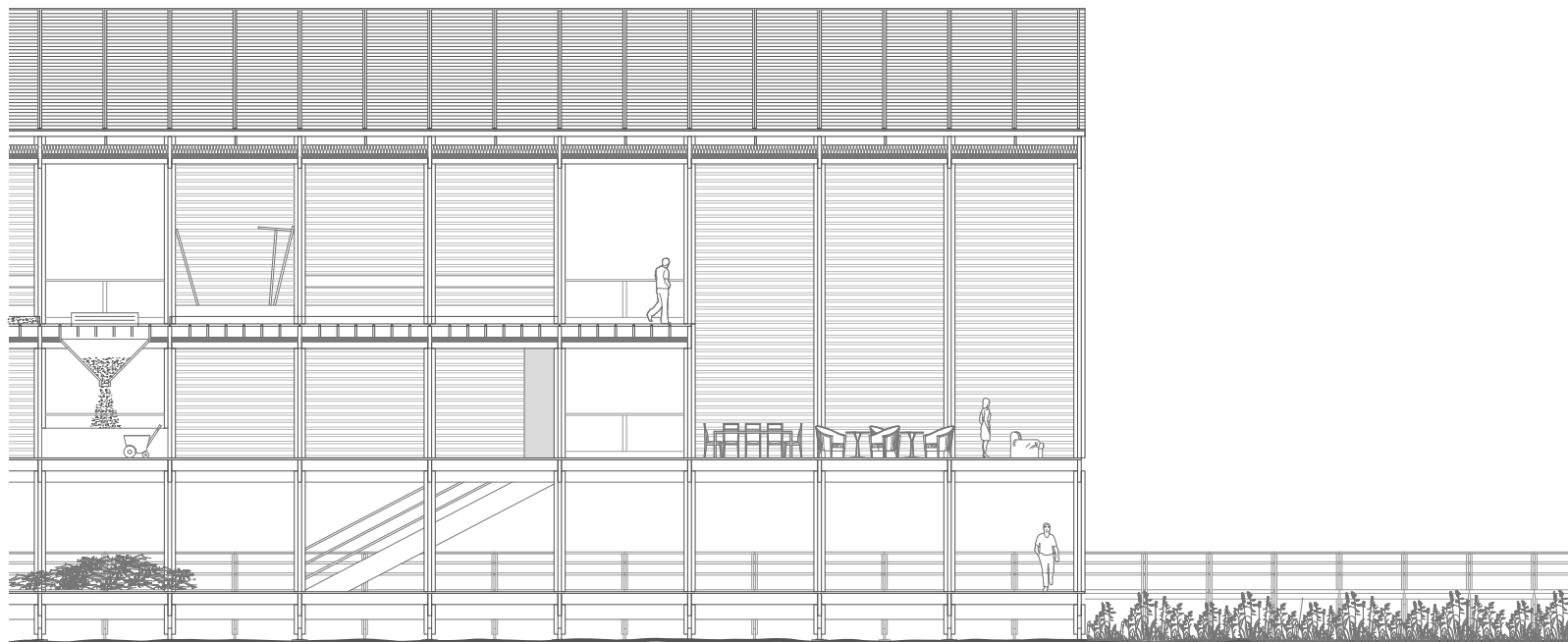


EXTREMITÉ OUEST DU SÉCHOIR

0 4 m

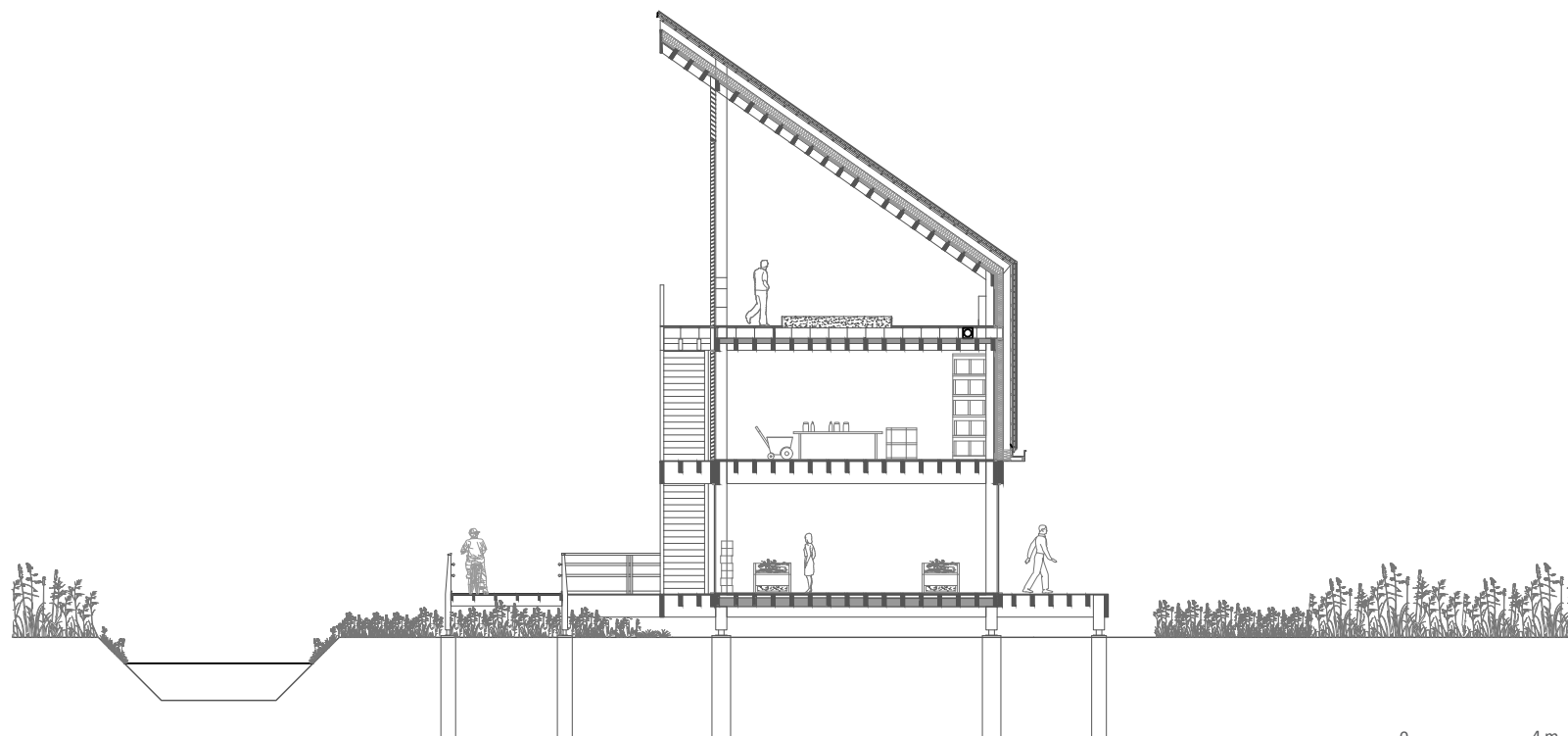
V- LE PROJET D'ARCHITECTURE : TROIS BÂTIMENTS, TROIS SITES, UN SEUL PROJET

A l'extrémité du bâtiment, du côté est, se trouve un espace extérieur couvert qui articule l'entrée dans le bâtiment depuis la passerelle. Au premier étage se situe le lieu d'observation des tourbières. C'est un espace en double hauteur accessible directement depuis l'escalier extérieur relié à la passerelle sans passer par l'intérieur du séchoir.



EXTREMITÉ EST DU SÉCHOIR

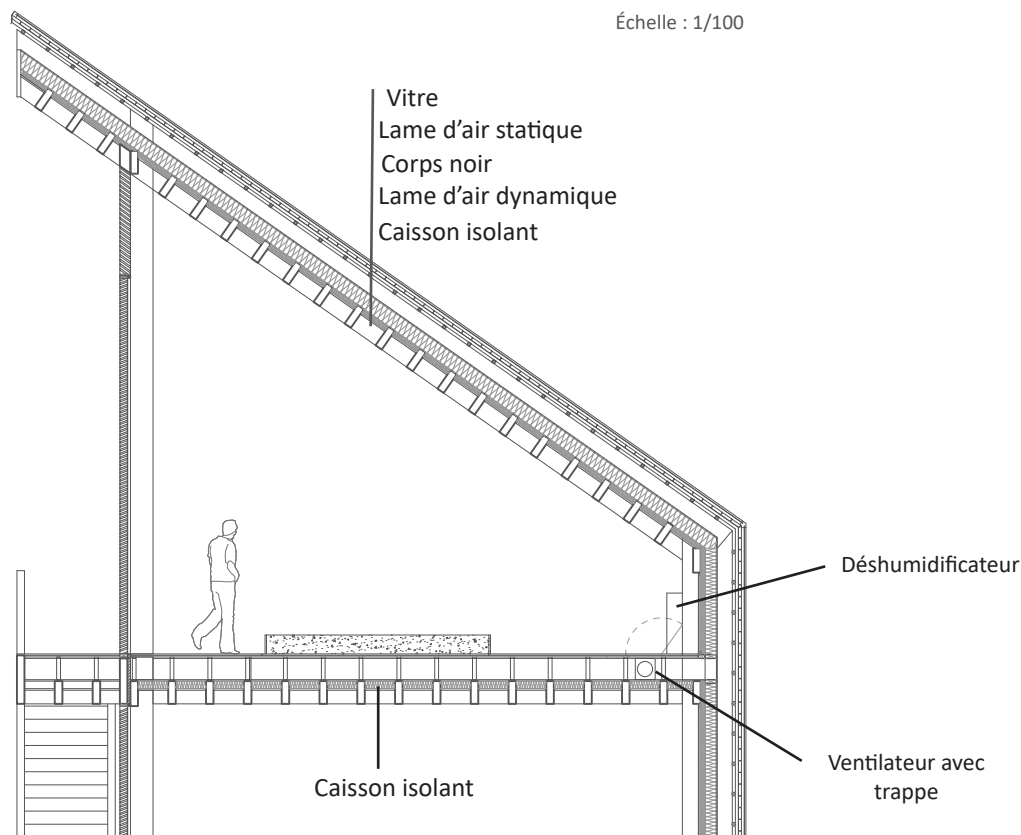
0 4 m



COUPE TRANSVERSALE

0 4 m

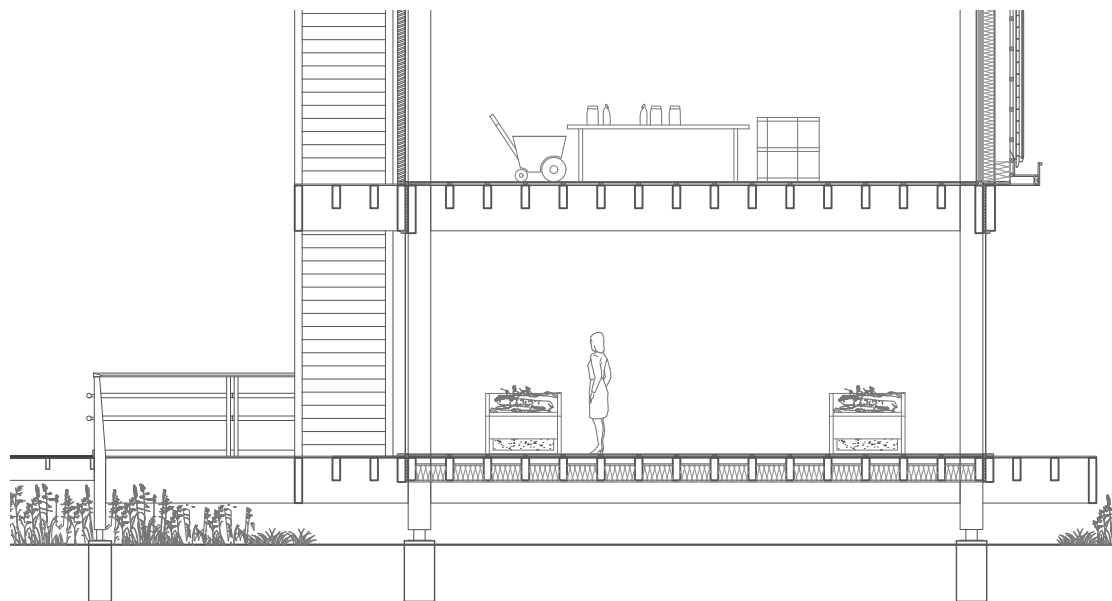
V- LE PROJET D'ARCHITECTURE : TROIS BÂTIMENTS, TROIS SITES, UN SEUL PROJET



La toiture et le mur forment un seul et même ensemble qui constitue le capteur solaire. Le bardage en bois brûlé est le corps noir du système. Il est recouvert par un vitrage. L'ensemble va permettre de générer de la chaleur à partir du rayonnement solaire. La chaleur créée dans la lame d'air dynamique est envoyée sous les caissons de séchage grâce à des ventilateurs. Une trappe d'accès est présente dans le plancher pour pouvoir intervenir en cas de panne. Le système de capteur solaire est complété par un déshumidificateur qui peut être actionné si l'humidité dans le séchoir est trop importante, notamment la nuit avec l'évaporation négative.

COUPE DÉTAILLÉE

0 2 m



COUPE DÉTAILLÉE

Échelle : 1/100



Au deuxième niveau, là où sont stockées les plantes séchées, un système d'ouverture dans le mur permet de laisser entrer la chaleur accumulée dans le capteur solaire pour réchauffer la pièce. Cela permet d'assurer la conservation des plantes séchées, notamment en hiver où les températures peuvent être assez basses et où la chaleur des capteurs ne sert plus à sécher les plantes.

V- LE PROJET D'ARCHITECTURE : TROIS BÂTIMENTS, TROIS SITES, UN SEUL PROJET

B - Le lieu de transformation des plantes : la distillerie

La distillerie s'implante sur le site de l'ancienne gare de Guînes qui était en activité lorsque la voie de chemin de fer Calais-Anvin était en service. Cette implantation, proche à la fois du centre de Guînes et de la voie verte, symbolise le lien entre le centre-bourg de Guînes et ses tourbières.





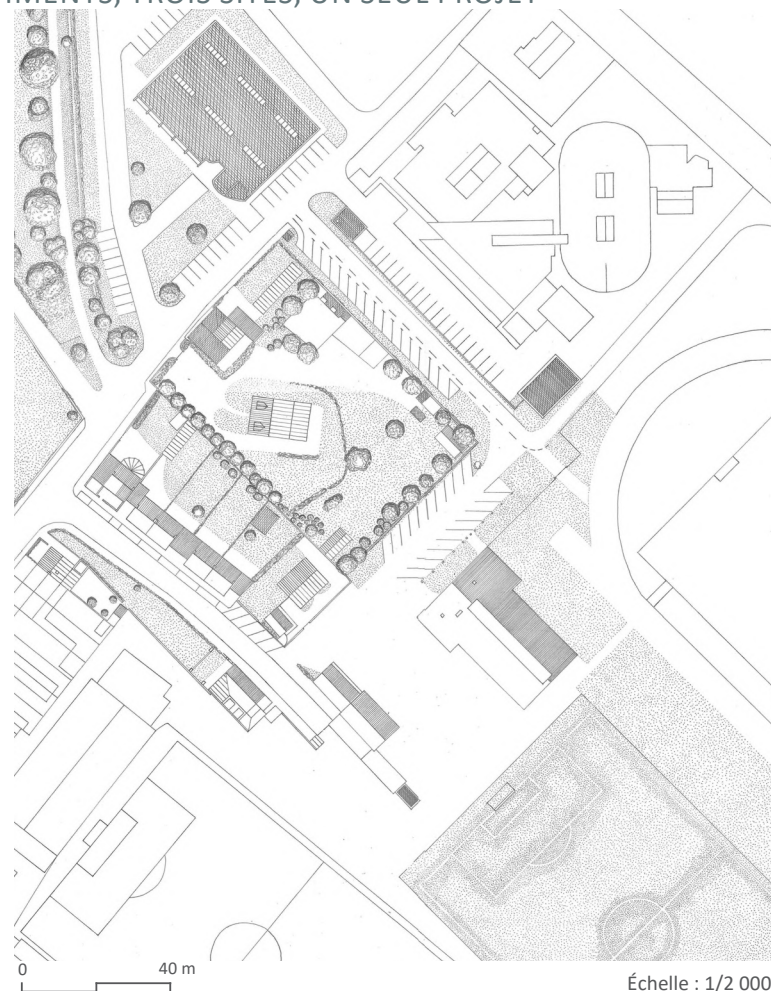
0 600 m

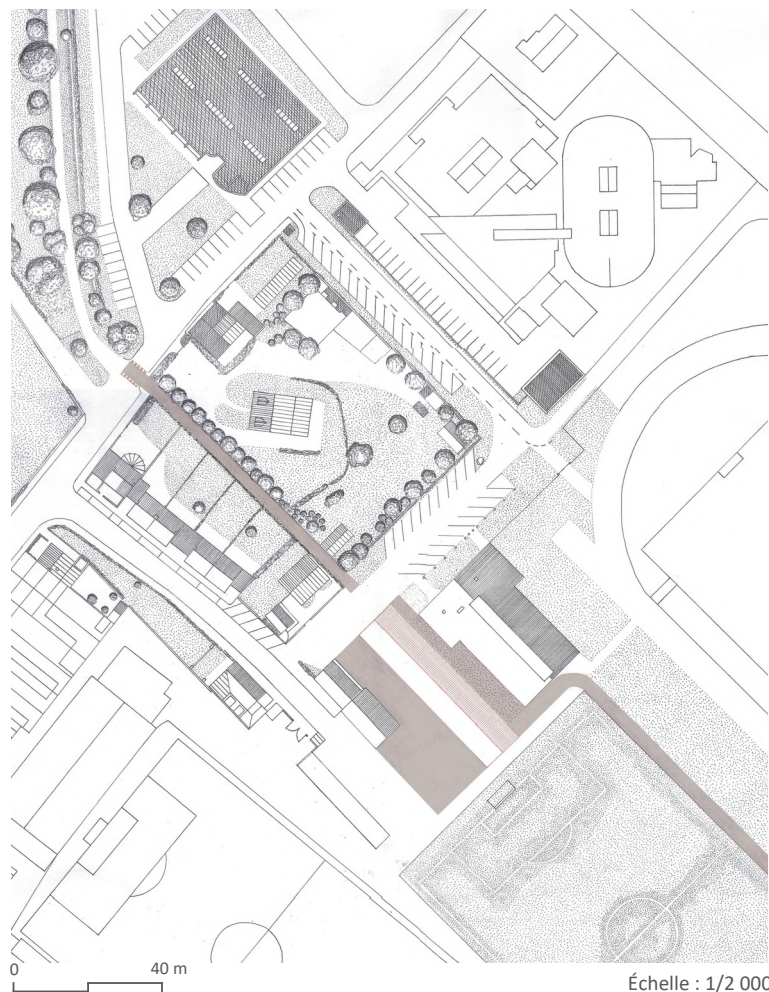
Échelle : 1/30 000

V- LE PROJET D'ARCHITECTURE : TROIS BÂTIMENTS, TROIS SITES, UN SEUL PROJET

Implantation

Auparavant, la ligne de chemin de fer traversait le territoire de Guînes. Aujourd'hui, l'ancien tracé a été recouvert par de nouvelles constructions ou des parcelles agricoles qui se sont agrandies. Le tronçon qui reliait la fin de la voie verte actuelle (en haut à gauche du plan) jusque l'ancienne gare a totalement été effacé par l'urbanisation. Un îlot d'habitations individuelles a été construit sur le tracé et de nombreux équipements ont été implantés tout autour. Le site est entouré d'équipements sportifs tels que des terrains de foot, des terrains de tennis, une piste d'athlétisme, une salle de gym ainsi qu'un hôpital. Les deux bâtiments constituant la gare, sont aujourd'hui laissés à l'abandon. Ils peinent à trouver leur place au milieu des autres infrastructures qui ne les a pas pris en compte. L'exemple le plus marquant est le vestiaire servant aux joueurs du terrain de foot qui a été adossé à la façade d'un des bâtiments de l'ancienne gare, obstruant complètement ses ouvertures.





L'intervention sur ce site a pour but de relier à nouveau la voie verte à la gare afin de créer une continuité dans le parcours entre les séchoirs et le lieu de distillation. Ainsi, une percée est effectuée dans l'îlot et le fond de parcelle des habitations est utilisé pour poursuivre le tracé de la voie verte. Cette dernière débouche sur la place de la distillerie. Le parcours emprunté par les promeneurs et cyclistes passe sous la structure rythmée du nouveau bâtiment qui est surélevé par rapport au niveau du sol. Les passants ont ainsi le choix de continuer la balade ou bien de s'arrêter à la distillerie. Le tracé de la véloroute est légèrement modifié pour emprunter le chemin de la gare.

Le nouveau bâtiment accueille les alambics pour la distillation, l'atelier de transformation du ményanthe et des huiles essentielles de reine des prés en produits cosmétiques et l'espace de mise en bouteille et d'étiquetage des produits. L'ancien bâtiment de la gare qui servait pour les marchandises est réutilisé comme espace de stockage des plantes provenant des séchoirs et des produits transformés sur place. Le bâtiment de la gare qui accueillait les usagers devient un atelier ouvert au public pour confectionner des produits à partir des plantes aromatiques et médicinales. Le vestiaire qui obstruait la gare est, quant à lui, détruit pour être construit plus loin.

C- Le lieu de vente et de dégustation des produits issus des plantes : l'herboristerie

L'herboristerie s'implante à Ardres, à la jonction de deux grands axes du territoire qui sont l'Avenue du lac et le Canal d'Ardres qui s'arrête à la limite du centre-bourg. L'eau continue ensuite de circuler en souterrain pour apparaître à certains endroits sur l'ancien tracé des fortifications. La jonction des deux axes débouche sur une place, qui symbolise le lien entre le centre-bourg d'Ardres et la trame bleue qui constitue son territoire.





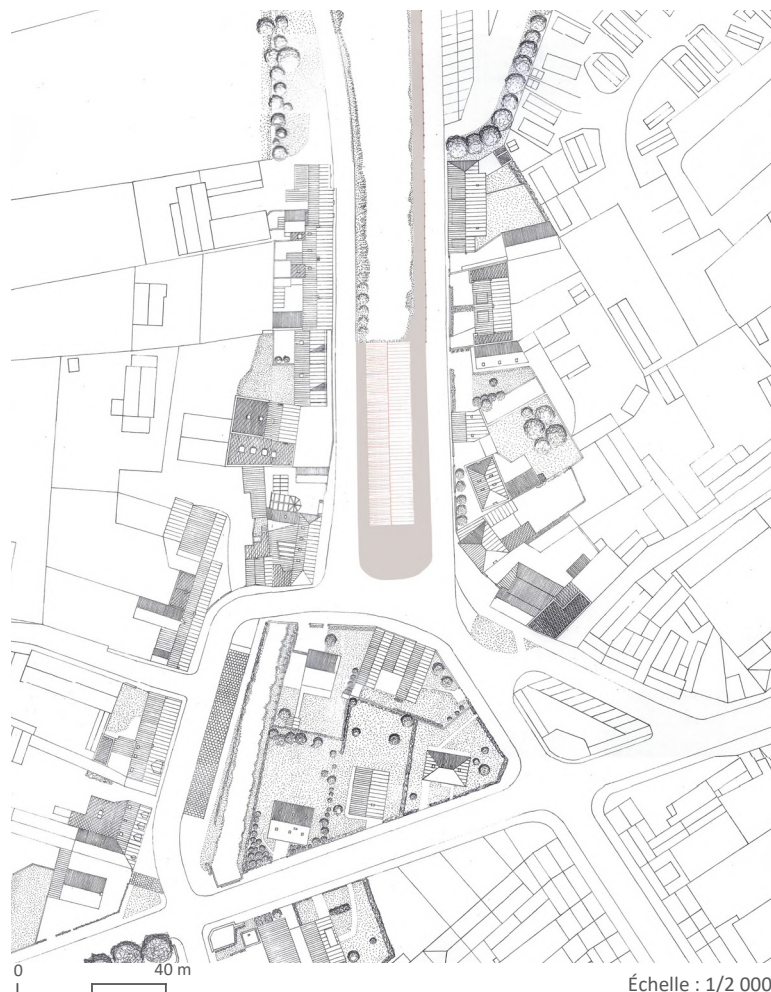
Échelle : 1/30 000

V- LE PROJET D'ARCHITECTURE : TROIS BÂTIMENTS, TROIS SITES, UN SEUL PROJET

Implantation

Actuellement, la place qui se situe à l'embouchure du Canal d'Ardres est un parking. Pourtant, il s'agit d'un grand espace qui occupe une place stratégique entre le centre-bourg d'Ardres et son lac. De plus, quelques commerces et restaurants s'établissent autour de cette place. Elle a ainsi le potentiel de constituer un lieu de rassemblement pour les habitants. Lors de mon entretien avec Gilles Noyon, ancien architecte travaillant sur le territoire d'Ardres, j'ai appris qu'il y avait eu un projet de construction d'office de Tourisme sur cette place, mais ce dernier n'a jamais été réalisé.





L'intervention sur ce site a pour but d'implanter un lieu de vente et de dégustation des produits issus des plantes aromatiques et médicinales tout en conservant l'opportunité que cette place a d'être un lieu de rassemblement. Ainsi, le lieu de vente et de dégustation est surélevé du sol, créant une halle totalement dégagée au rez-de-chaussée. La surélévation permet à l'espace de dégustation d'avoir une vue dégagée orientée vers le lac et de libérer la vue sur le canal depuis la halle. La place sur laquelle est implanté le bâtiment est élargie pour accueillir la piste cyclable et piétonne de trois mètres qui est créée le long de l'Avenue du lac. L'espace de parking est totalement supprimé, laissant place à un espace public piéton. Les places de stationnement pour les voitures sont reportées vers l'espace de parking pratiquement inutilisé plus au nord vers le lac (en haut du plan).

V- LE PROJET D'ARCHITECTURE : TROIS BÂTIMENTS, TROIS SITES, UN SEUL PROJET

Ce travail de fin d'études avait pour objectif de trouver un levier de revitalisation du centre-bourg qui s'appuie sur les spécificités de son territoire en partant de l'hypothèse que l'intervention à grande échelle est la plus efficace pour changer durablement les dynamiques de territoire. Il a fallu, dans un premier temps, comprendre quelles étaient ces dynamiques de territoire et quels étaient le rôle passé des centres-bourgs et l'intérêt de leur revitalisation.

Dans un second temps, l'analyse du centre-bourg d'Ardres et de son bassin de vie a permis d'identifier un levier de revitalisation : la présence de l'eau depuis plusieurs millénaires entraînant l'apparition de tourbières et le développement d'une biodiversité rare constitutive d'un élément patrimonial fort. Les trames bleue et verte s'étendent sur le territoire et relient directement les centres-bourgs d'Ardres et de Guînes. A la suite de cette découverte, il convenait d'axer le sujet de recherche, non plus sur la revitalisation du centre-bourg d'Ardres, mais sur la revitalisation des centres-bourgs d'Ardres et de Guînes grâce à leur territoire partagé. Le parti pris dans ce travail de fin d'étude est qu'un projet établissant la liaison entre les deux centres-bourgs permet de leur redonner une place centrale dans leur territoire et de les revitaliser. Cette revitalisation inclue une dimension plurielle, économique, écologique et sociale

en apportant une attractivité pour ses habitants tout en valorisant les écosystèmes du territoire.

Après la découverte et l'analyse des enjeux liés aux tourbières, le projet architectural mis en place propose d'allier la conservation des services écosystémiques des tourbières, essentiels d'un point de vue environnemental, à la valorisation économique du site, facteur de revitalisation pour les centres-bourgs. Une économie locale autour de la culture de plantes aromatiques et médicinales est ainsi créée à l'échelle de leur bassin de vie d'Ardres et de Guînes. Au-delà de l'objectif de ce mémoire, de revitalisation, s'ajoute la prise en compte que la paludiculture permet de continuer à générer des revenus économiques tout en préservant les terres des tourbières. Très peu répandue actuellement, elle s'avère une solution prometteuse pour l'avenir. Les freins actuels à sa mise en place sont les politiques d'aménagement du territoire ainsi que le manque de subventions pour aider les pouvoirs publics ou les agriculteurs à mettre en place ce type d'agriculture.

Enfin, ce projet d'architecture a pour ambition de s'inscrire dans une démarche de développement durable, à travers, non seulement, la mise en place d'une agriculture respectueuse de l'environnement mais aussi d'une économie locale en circuit court, valorisant la matière à chaque étape

du processus, de la récolte à la vente des produits transformés. Nous avons évoqué dans ce travail de recherche la valorisation de l'hydrolat obtenu lors de la distillation. Il serait pertinent dans la continuité de ce travail de recherche de développer plus en profondeur la valorisation d'autres matières, comme les résidus de distillation qui peuvent servir à alimenter les chaudières à biomasse pour de nouveaux cycles de distillation.

ANNEXES

ANNEXE 1 - SÉLECTION DES PLANTES AROMATIQUES ET MÉDICINALES CULTIVÉES EN PALUDICULTURE

ANNEXE 1 - sélection des plantes aromatiques et médicinales cultivées en paludiculture

«Liste des 148 plantes médicinales libérées (en vente libre) en France», (consultée le 03/11/24), [En ligne], Adresse URL : https://www.passerelleco.info/spip.php?page=article&id_article=407

NOMS FRANÇAIS	NOMS SCIENTIFIQUES et synonymes	FAMILLE	PARTIES UTILISÉES de la plante	FORMES de préparation
Acacia à gomme.	Acacia senegal (L.) Willd. et autres espèces d'acacias d'origine africaine.	Fabaceae	Exsudation gommeuse = gomme arabique.	En l'état En poudre Extrait sec aqueux
Ache des marais.	Apium graveolens L.	Apiaceae	Souche radicante.	En l'état En poudre
Achillée millefeuille. Millefeuille.	Achillea millefolium L.	Asteraceae	Sommité fleurie.	En l'état
Agar-agar.	Gelidium sp., Euchema sp., Gracilaria sp.	Rhodophyceae	Mucilage = gélose.	En l'état En poudre
Ail.	Allium sativum L.	Liliaceae	Bulbe.	En l'état En poudre
Airelle myrtille.	Voir : Myrtille.			

ANNEXE 1 - SÉLECTION DES PLANTES AROMATIQUES ET MÉDICINALES CULTIVÉES EN PALUDICULTURE

Ajowan.	<i>Carum copticum</i> Benth. et Hook. f. (= <i>Psychotis ajowan</i> DC.).	Apiaceae	Fruit.	En l'état En poudre
Alchémille.	<i>Alchemilla vulgaris</i> L. (sensu latiore).	Rosaceae	Partie aérienne.	En l'état
Alkékenge. Coqueret.	<i>Physalis alkekengi</i> L.	Solanaceae	Fruit.	En l'état
Alliaire.	<i>Sisymbrium alliaria</i> Scop.	Brassicaceae	Plante entière.	En l'état En poudre
Aloès des Barbades.	<i>Aloe barbadensis</i> Mill. (= <i>Aloe vera</i> L.).	Liliaceae	Mucilage.	En l'état En poudre
Amandier doux.	<i>Prunus dulcis</i> (Mill.) D. Webb var. <i>dulcis</i> .	Rosaceae	Graine, graine mondée.	En l'état En poudre
Ambrette.	<i>Hibiscus abelmoschus</i> L.	Malvaceae	Graine.	En l'état En poudre
Aneth.	<i>Anethum graveolens</i> L. (= <i>Peucedanum graveolens</i> Benth. et Hook.).	Apiaceae	Fruit.	En l'état. En poudre
Aneth fenouil.	Voir : Fenouil doux.			
Angélique. Angélique officinale.	<i>Angelica archangelica</i> L. (= <i>Archangelica officinalis</i> Hoffm.).	Apiaceae	Fruit.	En l'état En poudre

ANNEXE 1 - SÉLECTION DES PLANTES AROMATIQUES ET MÉDICINALES CULTIVÉES EN PALUDICULTURE

Anis. Anis vert.	<i>Pimpinella anisum</i> L.	Apiaceae	Fruit.	En l'état En poudre
Anis étoilé.	Voir : Badianier de Chine.			
Ascophyllum.	<i>Ascophyllum nodosum</i> Le Jol.	Phaeophyceae	Thalle.	En l'état En poudre Extrait sec aqueux
Aspérule odorante.	<i>Galium odoratum</i> (L.) Scop. (= <i>Asperula odorata</i> L.).	Rubiaceae	Partie aérienne fleurie.	En l'état
Aspic. Lavande aspic.	<i>Lavandula latifolia</i> (L. f.) Medik.	Lamiaceae	Sommité fleurie.	En l'état
Astragale à gomme. Gomme adragante.	<i>Astragalus gummifer</i> (Labill.) et certaines espèces du genre <i>Astragalus</i> d'Asie occidentale.	Fabaceae	Exsudation gommeuse = gomme adragante.	En l'état En poudre Extrait sec aqueux
Aubépine. Epine blanche.	<i>Crataegus laevigata</i> (Poir.) DC., <i>C. monogyna</i> Jacq. (Lindm.) (= <i>C. oxyacanthoides</i> Thuill.).	Rosaceae	Fruit.	En l'état

ANNEXE 1 - SÉLECTION DES PLANTES AROMATIQUES ET MÉDICINALES CULTIVÉES EN PALUDICULTURE

Aunée. Aunée officinale.	<i>Inula helenium</i> L.	Asteraceae	Partie souterraine.	En l'état En poudre
Avoine.	<i>Avena sativa</i> L.	Poaceae	Fruit.	En l'état En poudre
Badianier de Chine. Anis étoilé.	<i>Illicium verum</i> Hook. f.	Magnoliaceae	Fruit = badiane de Chine ou anis étoilé.	En l'état, non fragmenté
Badiane de Chine.				
Balsamite odorante. Menthe coq.	<i>Balsamita major</i> Desf. (= <i>Chrysanthemum balsamita</i> [L.] Baill.).	Asteraceae	Feuille, sommité fleurie.	En l'état
Bardane (grande).	<i>Arctium lappa</i> L. (= <i>A. majus</i> [Gaertn.] Bernh.) (= <i>Lappa major</i> Gaertn.).	Asteraceae	Feuille, racine.	En l'état
Basilic. Basilic doux.	<i>Ocimum basilicum</i> L.	Lamiaceae	Feuille.	En l'état En poudre
Baumier de Copahu. Baume de Copahu.	<i>Copaifera officinalis</i> L., <i>C. guyanensis</i> Desf., <i>C. lansdorfii</i> Desf.	Fabaceae	Oléo-résine dite baume de copahu » .	En l'état

ANNEXE 1 - SÉLECTION DES PLANTES AROMATIQUES ET MÉDICINALES CULTIVÉES EN PALUDICULTURE

Bétoine.	Stachys officinalis (L.) Trevis. (= Betonica officinalis L.).	Lamiaceae	Feuille.	En l'état
Bigaradier.	Voir : Oranger amer.			
Blé.	Triticum aestivum L. et cultivars (= T. vulgare Host) (= T. sativum Lam.).	Poaceae	Son.	En l'état En poudre
Bouillon blanc.	Verbascum thapsus L., V. densiflorum Bertol. (= V. thapsiforme Schrad.), V. phlomoides L.	Scrophulariaceae	Corolle mondée.	En l'état
Bourrache.	Borago officinalis L.	Boraginaceae	Fleur.	En l'état
Bruyère cendrée.	Erica cinerea L.	Ericaceae	Fleur.	En l'état
Camomille allemande.	Voir : Matricaire.			
Camomille romaine.	Chamaemelum nobile (L.) All. (= Anthemis nobilis L.).	Asteraceae	Capitule.	En l'état
Camomille vulgaire.	Voir : Matricaire.			

ANNEXE 1 - SÉLECTION DES PLANTES AROMATIQUES ET MÉDICINALES CULTIVÉES EN PALUDICULTURE

Canéficier.	<i>Cassia fistula</i> L.	Fabaceae	Pulpe de fruit.	En l'état
Cannelier de Ceylan. Cannelle de Ceylan.	<i>Cinnamomum zeylanicum</i> Nees.	Lauraceae	Ecorce de tige raclée = cannelle de Ceylan.	En l'état En poudre
Cannelier de Chine. Cannelle de Chine.	<i>Cinnamomum aromaticum</i> Nees, <i>C. cassia</i> Nees ex Blume.	Lauraceae	Ecorce de tige = cannelle de Chine.	En l'état En poudre
Capucine.	<i>Tropaeolum majus</i> L.	Tropaeolaceae	Feuille.	En l'état
Cardamome.	<i>Elettaria cardamomum</i> (L.) Maton.	Zingiberaceae	Fruit.	En l'état En poudre
Caroubier. Gomme caroube.	<i>Ceratonia siliqua</i> L.	Fabaceae	Graine mondée = gomme caroube.	En l'état En poudre
Carragaheen. Mousse d'Irlande.	<i>Chondrus crispus</i> Lingby.	Gigartinaceae	Thalle.	En l'état
Carthame.	<i>Carthamus tinctorius</i> L.	Asteraceae	Fleur.	En l'état
Carvi. Cumin des prés.	<i>Carum carvi</i> L.	Apiaceae	Fruit.	En l'état En poudre
Cassissier. Groseille noir.	<i>Ribes nigrum</i> L.	Grossulariaceae	Feuille, fruit.	En l'état

ANNEXE 1 - SÉLECTION DES PLANTES AROMATIQUES ET MÉDICINALES CULTIVÉES EN PALUDICULTURE

Centaurée (petite).	Centaurium erythraea Raf. (= Erythraea centaurium [L.] Persoon)			
	(= C. minus Moench)	Gentianaceae	Sommité fleurie.	En l'état
	(= C. umbellatum Gilib.).			
Cerisier griottier.	Voir : Griottier.			
Chicorée.	Cichorium intybus L.	Asteraceae	Feuille, racine.	En l'état
Chiendent (gros). Chiendent pied de poule.	Cynodon dactylon (L.) Pers.	Poaceae	Rhizome.	En l'état
Chiendent. Chiendent (petit).	Elytrigia repens [L.] Desv. ex Nevski (= Agropyron repens [L.] Beauv.) (= Elymus repens [L.] Goudl.).	Poaceae	Rhizome.	En l'état
Citronnelles.	Cymbopogon sp.	Poaceae	Feuille.	En l'état En poudre
Citrouille.	Voir : Courge citrouille.			
Clou de girofle.	Voir : Giroflier.			

ANNEXE 1 - SÉLECTION DES PLANTES AROMATIQUES ET MÉDICINALES CULTIVÉES EN PALUDICULTURE

Cochléaire.	Cochlearia officinalis L.	Brassicaceae	Feuille.	En l'état
Colatier.	Voir : Kolatier.			
Coquelicot.	Papaver rhoeas L., P. dubium L.	Papaveraceae	Pétale.	En l'état
Coqueret.	Voir : Alkékenge.			
Coriandre.	Coriandrum sativum L.	Apiaceae	Fruit.	En l'état En poudre
Courge citrouille. Citrouille.	Cucurbita pepo L..	Cucurbitaceae	Graine.	En l'état
Courge. Potiron.	Cucurbita maxima Lam.	Cucurbitaceae	Graine.	En l'état
Criste marine. Perce-pierre.	Crithmum maritimum L..	Apiaceae	Partie aérienne.	En l'état
Cumin des prés.	Voir : Carvi.			
Curcuma long.	Curcuma domestica Vahl (= C. longa L.).	Zingiberaceae	Rhizome.	En l'état En poudre

ANNEXE 1 - SÉLECTION DES PLANTES AROMATIQUES ET MÉDICINALES CULTIVÉES EN PALUDICULTURE

Cyamopsis. Gomme guar.	Cyamopsis tetragonolobus (L.) Taub.	Fabaceae	Graine mondée = gomme guar.	En l'état En poudre
Guar.				Extrait sec aqueux
Eglantier. Cynorrhodon. Rosier sauvage.	Rosa canina L., R. pendulina L. et autres espèces de Rosa.	Rosaceae	Pseudo-fruit = cynorrhodon.	En l'état
Eleuthérocoque.	Eleutherococcus senticosus Maxim.	Araliaceae	Partie souterraine.	En l'état
Estragon.	Artemisia dracunculus L.	Asteraceae	Partie aérienne.	En l'état En poudre
Eucalyptus. Eucalyptus globuleux.	Eucalyptus globulus Labill.	Myrtaceae	Feuille.	En l'état
Fenouil amer.	Foeniculum vulgare Mill. var. vulgare.	Apiaceae	Fruit.	En l'état En poudre
Fenouil doux. Aneth fenouil.	Foeniculum vulgare Mill. var. dulcis.	Apiaceae	Fruit.	En l'état En poudre
Fenugrec.	Trigonella foenum-graecum L.	Fabaceae	Graine.	En l'état En poudre
Févier.	Voir : Gléditschia.			

ANNEXE 1 - SÉLECTION DES PLANTES AROMATIQUES ET MÉDICINALES CULTIVÉES EN PALUDICULTURE

Figuier.	<i>Ficus carica</i> L.	Moraceae	Pseudo-fruit.	En l'état
Frêne.	<i>Fraxinus excelsior</i> L., <i>F. oxyphylla</i> M. Bieb.	Oleaceae	Feuille.	En l'état
Frêne à manne.	<i>Fraxinus ornus</i> L.	Oleaceae	Suc épaissi dit manne ».	En l'état En poudre
Fucus.	<i>Fucus serratus</i> L., <i>F. vesiculosus</i> L.	Fucaceae	Thalle.	En l'état En poudre
Galanga (grand).	<i>Alpinia galanga</i> (L.) Willd.	Zingiberaceae	Rhizome.	En l'état En poudre
Galanga (petit).	<i>Alpinia officinarum</i> Hance.	Zingiberaceae	Rhizome.	En l'état En poudre
Genévrier. Genièvre.	<i>Juniperus communis</i> L.	Cupressaceae	Cône femelle dit baie de genièvre ».	En l'état
Gentiane. Gentiane jaune.	<i>Gentiana lutea</i> L.	Gentianaceae	Partie souterraine.	En l'état En poudre
Gingembre.	<i>Zingiber officinale</i> Roscoe.	Zingiberaceae	Rhizome.	En l'état En poudre
Ginseng. Panax de Chine.	<i>Panax ginseng</i> C.A. Meyer (= <i>Aralia quinquefolia</i> Decne. et Planch.).	Araliaceae	Partie souterraine.	En l'état En poudre Extrait sec aqueux

ANNEXE 1 - SÉLECTION DES PLANTES AROMATIQUES ET MÉDICINALES CULTIVÉES EN PALUDICULTURE

Giroflier.	Syzygium aromaticum (L.) Merr. et Perry (= Eugenia caryophyllus (Sprengel) Bull. et Harr.).	Myrtaceae	Bouton floral = clou de girofle.	En l'état En poudre
Gléditschia. Févier.	Gleditschia triacanthos L., G. ferox Desf.	Fabaceae	Graine.	En l'état En poudre Extrait sec aqueux
Gomme adragante.	Voir : Astragale à gomme.			
Gomme arabique.	Voir : Acacia à gomme.			
Gomme caroube.	Voir : Caroubier.			
Gomme de sterculia.	Voir : Sterculia.			
Gomme guar.	Voir : Cyamopsis.			
Gomme Karaya.	Voir : Sterculia.			
Gomme M'Bep.	Voir : Sterculia.			
Griottier. Cerisier griottier. Queue de cerise.	Prunus cerasus L., P. avium (L.) L.	Rosaceae	Pédoncule du fruit = queue de cerise.	En l'état

ANNEXE 1 - SÉLECTION DES PLANTES AROMATIQUES ET MÉDICINALES CULTIVÉES EN PALUDICULTURE

Groseiller noir.	Voir : Cassissier.			
Guar.	Voir : Cyamopsis.			
Guarana.	Voir : Paullinia.			
Guimauve.	Althaea officinalis L.	Malvaceae	Feuille, fleur, racine.	En l'état En poudre (racine)
Hibiscus.	Voir : Karkadé.			
Houblon.	Humulus lupulus L.	Cannabaceae	Inflorescence femelle dite cône de houblon ».	En l'état
Jujubier.	Ziziphus jujuba Mill. (= Z. sativa Gaertn.) (= Z. vulgaris Lam.)	Rhamnaceae	Fruit privé de graines.	En l'état
Karkadé. Oseille de Guinée. Hibiscus.	Hibiscus sabdariffa L.	Malvaceae	Calice et calicule.	En l'état

ANNEXE 1 - SÉLECTION DES PLANTES AROMATIQUES ET MÉDICINALES CULTIVÉES EN PALUDICULTURE

Kolatier. Colatier.	Cola acuminata (P. Beauv.) Schott et Endl. (= Sterculia acuminata P. Beauv.),	Sterculiaceae	Amande dite noix de kola ».	En l'état En poudre
Kola.	C. nitida (Vent.) Schott et Endl.			
	(= C. vera K. Schum.) et variétés.			
Lamier blanc. Ortie blanche.	Lamium album L.	Lamiaceae	Corolle mondée, sommité fleurie.	En l'état
Laminaire.	Laminaria digitata J.P. Lamour., L. hyperborea (Gunnerus) Foslie, L. cloustonii Le Jol.	Laminariaceae	Stipe, thalle.	En l'état Extrait sec aqueux (thalle)
Laurier commun. Laurier sauce.	Laurus nobilis L.	Lauraceae	Feuille.	En l'état En poudre
Lavande. Lavande vraie.	Lavandula angustifolia Mill. (= L. vera DC.).	Lamiaceae	Fleur, sommité fleurie.	En l'état
Lavande aspic.	Voir : Aspic.			
Lavande stoechas.	Lavandula stoechas L.			
Lavande vraie.	Voir : Lavande.			

ANNEXE 1 - SÉLECTION DES PLANTES AROMATIQUES ET MÉDICINALES CULTIVÉES EN PALUDICULTURE

Lavandin Grosso ».	Lavandula × intermedia Emeric ex Loisel.	Lamiaceae	Fleur, sommité fleurie.	En l'état
Lemongrass de l'Amérique centrale.	Cymbopogon citratus (DC.) Stapf.	Poaceae	Feuille.	En l'état En poudre
Lemongrass de l'Inde.	Cymbopogon flexuosus (Nees ex Steud.) J.F. Wats.	Poaceae	Feuille.	En l'état En poudre
Lichen d'Islande.	Cetraria islandica (L.) Ach. sensu latiore.	Parmeliaceae	Thalle.	En l'état
Lierre terrestre.	Glechoma hederacea L. (= Nepeta glechoma Benth.).	Lamiaceae	Partie aérienne fleurie.	En l'état
Lin.	Linum usitatissimum L.	Linaceae	Graine.	En l'état En poudre
Livèche.	Levisticum officinale Koch.	Apiaceae	Feuille, fruit, partie souterraine.	En l'état En poudre
Macis.	Voir : Muscadier aromatique.			
Marjolaine. Origan marjolaine.	Origanum majorana L. (= Majorana hortensis Moench).	Lamiaceae	Feuille, sommité fleurie.	En l'état En poudre
Maté. Thé du Paraguay.	Ilex paraguariensis St.-Hil. (= I. paraguayensis Lamb.).	Aquifoliaceae	Feuille.	En l'état Extrait sec aqueux

ANNEXE 1 - SÉLECTION DES PLANTES AROMATIQUES ET MÉDICINALES CULTIVÉES EN PALUDICULTURE

Maté. Thé du Paraguay.	Ilex paraguariensis St.-Hil. (= I. paraguayensis Lamb.).	Aquifoliaceae	Feuille.	En l'état Extrait sec aqueux
Matricaire. Camomille allemande.	Matricaria recutita L. (= Chamomilla recutita [L.] Rausch.)	Asteraceae	Capitule.	En l'état
Camomille vulgaire.	(= M. chamomilla L.).			
Mauve.	Malva sylvestris L.	Malvaceae	Feuille, fleur.	En l'état
Mélisse.	Melissa officinalis L.	Lamiaceae	Feuille, sommité fleurie.	En l'état
Menthe coq.	Voir : Balsamite odorante.			
Menthe poivrée.	Mentha × piperita L.	Lamiaceae	Feuille, sommité fleurie.	En l'état
Menthe verte.	Mentha spicata L. (= M. viridis L.).	Lamiaceae	Feuille, sommité fleurie.	En l'état
Ményanthe. Trèfle d'eau.	Menyanthes trifoliata L.	Menyanthaceae	Feuille.	En l'état
Millefeuille.	Voir : Achillée millefeuille.			
Mousse d'Irlande.	Voir : Carragaheen.			

ANNEXE 1 - SÉLECTION DES PLANTES AROMATIQUES ET MÉDICINALES CULTIVÉES EN PALUDICULTURE

Moutarde junciforme.	<i>Brassica juncea</i> (L.) Czern.	Brassicaceae	Graine.	En l'état En poudre
Muscadier aromatique. Macis. Muscade.	<i>Myristica fragrans</i> Houtt. (= <i>M. moschata</i> Thunb.).	Myristicaceae	Graine dite muscade » ou noix de muscade », arille dite macis ».	En l'état En poudre (graine)
Myrte.	<i>Myrtus communis</i> L.	Myrtaceae	Feuille.	En l'état
Myrtille. Airelle myrtille.	<i>Vaccinium myrtillus</i> L.	Ericaceae	Feuille, fruit.	En l'état
Olivier.	<i>Olea europaea</i> L.	Oleaceae	Feuille.	En l'état
Oranger amer. Bigaradier.	<i>Citrus aurantium</i> L. (= <i>C. bigaradia</i> Duch.) (= <i>C. vulgaris</i> Risso).	Rutaceae	Feuille, fleur, péricarpe dit écorce » ou zeste.	En l'état En poudre (péricarpe)
Oranger doux.	<i>Citrus sinensis</i> (L.) Pers. (= <i>C. aurantium</i> L.).	Rutaceae	Péricarpe dit écorce » ou zeste.	En l'état En poudre
Origan.	<i>Origanum vulgare</i> L.	Lamiaceae	Feuille, sommité fleurie.	En l'état En poudre
Origan marjolaine.	Voir : Marjolaine.			

ANNEXE 1 - SÉLECTION DES PLANTES AROMATIQUES ET MÉDICINALES CULTIVÉES EN PALUDICULTURE

Ortie blanche.	Voir : Lamier blanc.			
Ortie brûlante.	Urtica urens L.	Urticaceae	Partie aérienne.	En l'état
Ortie dioïque.	Urtica dioica L.	Urticaceae	Partie aérienne.	En l'état
Oseille de Guinée	Voir : Karkadé.			
Panax de Chine	Voir : Ginseng.			
Papayer.	Carica papaya L.	Caricaceae	Suc du fruit, feuille.	En l'état En poudre (suc du fruit)
Passerose.	Voir : Rose trémière.			
Paullinia. Guarana.	Paullinia cupana Kunth. (= P. sorbilis Mart.).	Sapindaceae	Graine, extrait préparé avec la graine = guarana.	En l'état En poudre (extrait)
Pensée sauvage. Violette tricolore.	Viola arvensis Murray, V. tricolor L.	Violaceae	Fleur, partie aérienne fleurie.	En l'état
Perce-pierre.	Voir : Criste marine.			
Piment de Cayenne. Piment enragé.	Capsicum frutescens L.	Solanaceae	Fruit.	En l'état En poudre
Piment (petit).				

ANNEXE 1 - SÉLECTION DES PLANTES AROMATIQUES ET MÉDICINALES CULTIVÉES EN PALUDICULTURE

Pin sylvestre.	<i>Pinus sylvestris</i> L.	Pinaceae	Bourgeon.	En l'état
Pissenlit. Dent de lion.	<i>Taraxacum officinale</i> Web.	Asteraceae	Feuille, partie aérienne.	En l'état
Pommier.	<i>Malus sylvestris</i> Mill. (= <i>Pyrus malus</i> L.).	Rosaceae	Fruit.	En l'état
Potiron.	Voir : Courge.			
Prunier.	<i>Prunus domestica</i> L.			
Queue de cerise.	Voir : Griottier.			
Radis noir.	<i>Raphanus sativus</i> L. var. <i>niger</i> (Mill.) Kerner.	Brassicaceae	Racine.	En l'état
Raifort sauvage.	<i>Armoracia rusticana</i> Gaertn., B. Mey. et Scherb. (= <i>Cochlearia armoracia</i> L.).	Brassicaceae	Racine.	En l'état En poudre
Réglisse.	<i>Glycyrrhiza glabra</i> L.	Fabaceae	Partie souterraine.	En l'état En poudre Extrait sec aqueux
Reine-des-prés. Ulmaire.	<i>Filipendula ulmaria</i> (L.) Maxim. (= <i>Spiraea ulmaria</i> L.).	Rosaceae	Fleur, sommité fleurie.	En l'état

ANNEXE 1 - SÉLECTION DES PLANTES AROMATIQUES ET MÉDICINALES CULTIVÉES EN PALUDICULTURE

Romarin.	<i>Rosmarinus officinalis</i> L.	Lamiaceae	Feuille, sommité fleurie.	En l'état En poudre
Ronce.	<i>Rubus</i> sp.	Rosaceae	Feuille.	En l'état
Rose trémière. Passerose.	<i>Alcea rosea</i> L. (= <i>Althaea rosea</i> L.).	Malvaceae	Fleur.	En l'état
Rosier à roses pâles.	<i>Rosa centifolia</i> L.	Rosaceae	Bouton floral, pétale.	En l'état
Rosier de Damas.	<i>Rosa damascena</i> Mill.	Rosaceae	Bouton floral, pétale.	En l'état
Rosier de Provins. Rosier à roses rouges.	<i>Rosa gallica</i> L.	Rosaceae	Bouton floral, pétale.	En l'état
Rosier sauvage.	Voir : Eglantier.			
Safran.	<i>Crocus sativus</i> L.	Iridaceae	Stigmate.	En l'état En poudre
Sarriette des jardins.	<i>Satureja hortensis</i> L.	Lamiaceae	Feuille, sommité fleurie.	En l'état En poudre
Sarriette des montagnes.	<i>Satureja montana</i> L.	Lamiaceae	Feuille, sommité fleurie.	En l'état En poudre
Sauge d'Espagne.	<i>Salvia lavandulifolia</i> Vahl.	Lamiaceae	Feuille, sommité fleurie.	En l'état En poudre

ANNEXE 1 - SÉLECTION DES PLANTES AROMATIQUES ET MÉDICINALES CULTIVÉES EN PALUDICULTURE

Sauge officinale.	Salvia officinalis L.	Lamiaceae	Feuille.	En l'état
Sauge sclarée. Sclarée toute-bonne.	Salvia sclarea L.	Lamiaceae	Feuille, sommité fleurie.	En l'état En poudre
Sauge trilobée.	Salvia fruticosa Mill. (= S. triloba L. f.).	Lamiaceae	Feuille.	En l'état En poudre
Seigle.	Secale cereale L.	Poaceae	Fruit, son.	En l'état En poudre
Serpolet. Thym serpolet.	Thymus serpyllum L. sensu latiore.	Lamiaceae	Feuille, sommité fleurie.	En l'état En poudre
Sterculia. Gomme Karaya.				En l'état En poudre
Gomme M'Bep.	Sterculia urens Roxb., S. tomentosa Guill. et Perr.	Sterculiaceae	Exsudation gommeuse = gomme de Sterculia, gomme Karaya, gomme M'Bep.	Extrait sec aqueux
Gomme de Sterculia.				
Sureau noir.	Sambucus nigra L.	Caprifoliaceae	Fleur, fruit.	En l'état
Tamarinier de l'Inde.	Tamarindus indica L.	Fabaceae	Pulpe de fruit.	En l'état En poudre
Temoe-lawacq.	Curcuma xanthorrhiza Roxb.	Zingiberaceae	Rhizome.	En l'état

ANNEXE 1 - SÉLECTION DES PLANTES AROMATIQUES ET MÉDICINALES CULTIVÉES EN PALUDICULTURE

Thé du Paraguay.	Voir : Maté.			
Théier. Thé.	Camellia sinensis (L.) Kuntze (= C. thea Link) (= Thea sinensis (L.) Kuntze).	Theaceae	Feuille.	En l'état Extrait sec aqueux
Thym.	Thymus vulgaris L., T. zygis L.	Lamiaceae	Feuille, sommité fleurie.	En l'état En poudre
Thym serpolet.	Voir : Serpolet.			
Tilleul.	Tilia platyphyllos Scop., T. cordata Mill. (= T. ulmifolia Scop.) (= T. parvifolia Ehrh. ex Hoffm.) (= T. sylvestris Desf.), T. × vulgaris Heyne ou mélanges.	Tiliaceae	Aubier, inflorescence.	En l'état
Trèfle d'eau.	Voir : Ményanthe.			
Ulmaire.	Voir : Reine-des-prés.			

ANNEXE 1 - SÉLECTION DES PLANTES AROMATIQUES ET MÉDICINALES CULTIVÉES EN PALUDICULTURE

Verveine odorante.	Aloysia citrodora Palau (= Aloysia triphylla (L'Hérit.) Britt.) (= Lippia citriodora H.B.K.).	Verbenaceae	Feuille.	En l'état
Vigne rouge.	Vitis vinifera L.	Vitaceae	Feuille.	En l'état
Violette.	Viola calcarata L., V. lutea Huds., V. odorata L.	Violaceae	Fleur.	En l'état
Violette tricolore.	Voir : Pensée sauvage.			

ANNEXE 1 - SÉLECTION DES PLANTES AROMATIQUES ET MÉDICINALES CULTIVÉES EN PALUDICULTURE

Listes des 75 plantes présentes dans les zones humides (« Les plantes des zones humides et leurs usages thérapeutiques », André Caudron et Bruno de Foucault, 2008)

- Ache des marais (*Apium graveolens* L.)
- Achillée sternutatoire (*Achillea ptarmica* L.)
- Aconit napel (*Aconitum napellus* L.)
- Acore (*Acorus calamus* L.)
- Anémone sylvie (*Anemone nemorosa* L.)
- Angélique, grande (*Angélica archangelica* L.)
- Ansérine (*Potentilla anserina* L.)
- Alune gultineux (*Alnus glutinosa* L.)
- Benoîte des ruisseaux (*Geum rivale* L.)
- Berle à larges feuilles (*Sium latifolium* L.)
- Bident tripartit (*Bidens tripartita* L.)
- Bourdaine (*Frangula alnus* Mill. = *F.dodonei* Ard., *Rhamnus frangula* L.)
- Bryone (*Bryonia dioica* Jacq.)
- Butome (*Butomus umbellatus* L.)
- Canne de Provence (*Arundo donax* L.)
- Canneberge (*Vaccinium oxycoccos* L.)
- Cardamine des prés (*Cardamine pratensis* L.)
- Cassissier (*Ribes nigrum* L.)
- Ciguë aquatique (*Cicuta virosa* L.)
- Colchine d'automne (*Colchicum autumnale* L.)
- Comaret des marais (*Potentilla palustris* L.)

ANNEXE 1 - SÉLECTION DES PLANTES AROMATIQUES ET MÉDICINALES CULTIVÉES EN PALUDICULTURE

- Consoude (*Symphytum officinale* L.)
- Cresson de cheval (*Veronica beccabunga* L.)
- Cresson des fontaines (*Nasturtium officinale* R.Br.)
- Douce-amère (*Solanum dulcamara* L.)
- Droséra (*Drosera rotundifolia* L.)
- Épiaire des marais (*Stachys palustris* L.)
- Épilobe hirsute (*Epilobium hirsutum* L.)
- Eupatoire chanvrine (*Eupatorium cannabinum* L.)
- Ficaire (*Ficaria ranunculoides* Roth = *Ranunculus ficaria* L.)
- Gattilier (*Vitex agnus-castus* L.)
- Germandrée aquatique (*Teucrium scordium* L.)
- Grasette (*Pinguicula vulgaris* L.)
- Gratiole (*Gratiola officinalis* L.)
- Houblon (*Humulus lupulus* L.)
- Hydrocotyle (*Hydrocotyle vulgaris* L.)
- Inule aunée (*Inula helenium* L.)
- Iris jaune (*Iris pseudacorus* L.)
- Ledon des marais (*Ledum palustre* L.)
- Limnanthème (*Nymphoides peltata* O.Kuntze = *Limnanthemum nymphoides* L.)
- Lycopé (*Lycopus europaeus* L.)
- Lysimaque commune (*Lysimachia vulgaris* L.)
- Lysimaque nummulaire (*Lysimachia nummularia* L.)
- Massettes (*Typha latifolia* L.)
- Menthe aquatique (*Mentha aquatica* L.)

ANNEXE 1 - SÉLECTION DES PLANTES AROMATIQUES ET MÉDICINALES CULTIVÉES EN PALUDICULTURE

- Menthe pouliot (*Mentha pulegium* L.)
- Ményanthe ou Trèfle d'eau (*Menyanthes trifoliata* L.)
- Mimule (*Mimulus* (*Mimulus* *guttatus* DC.)
- Myrte des marais (*Myrica gale* L.)
- Nénuphar blanc (*Nymphaea alba* L.)
- Oenanthe aquatique (*Oenanthe aquatica* L.)
- Parnassie (*Parnassia palustris*)
- Pédiculaire des marais (*Pedicularis palustris* L.)
- Pétasite officinal (*Petasites hybridus* L.)
- Peuplier noir (*Populus nigra* L.)
- Phragmite (*Phragmites australis* Cav.)
- Pied de veau (*Arum maculatum* L.)
- Pigamon jaune (*Thalictrum flavum* L.)
- Plantain d'eau (*Alisma plantago-aquatica* L.)
- Poivre d'eau (*Persicaria hydropiper* L.)
- Populage (*Caltha palustris* L.)
- Potentille rampante (*Potentilla reptans* L.)
- Pulicaire dysentérique (*Pulicaria dysenterica* L.)
- Reine des prés (*Filipendula ulmaria* L.)
- Renoncule scélérate (*Ranunculus sceleratus* L.)
- Sagittaire (*Sagittaria sagittifolia* L.)
- Salicaire (*Lythrum salicaria* L.)
- Saule blanc (*Salix alba* L.)
- Scrophulaire aquatique (*Scrophularia auriculata* L.)

ANNEXE 1 - SÉLECTION DES PLANTES AROMATIQUES ET MÉDICINALES CULTIVÉES EN PALUDICULTURE

- Scutellaire toque (*Scutellaria galericulata* L.)
- Souchet long (*Cyperus longus* L.)
- Succise (*Succisa pratensis* Moench)
- Tamaris (*Tamarix* sp.)
- Valériane officinale (*Valeriana officinalis* L.)
- Viorne obier (*Viburnum opulus* L.)

ANNEXE 1 - SÉLECTION DES PLANTES AROMATIQUES ET MÉDICINALES CULTIVÉES EN PALUDICULTURE

Listes des plantes paludicoles et leurs usages («Paludicultural plants and utilisation options» (selection), Griefswald Mire Centre, 19/10/2019(brochure téléchargée le 20/01/25), [En ligne], Adresse URL : https://griefswaldmoor.de/files/dokumente/Infopapiere_Briefings/202102_Listofpaludiculturalplantsandutilisationoptions_19-10-2019)

	English name	Latin name	Most promising uses	Other uses
Uptake of cultivation very likely	Peat moss	<i>Sphagnum</i> spp.	• Founder material for restoration and Sphagnum farming • Orchid cultivation • Horticultural growing media replacing peat • substrates for carnivorous plants, for vivaria with amphibians, reptiles and spiders, • substrate for hanging baskets, wreathes and vegetation walls	• Insulation and packaging material • Food preservation • Medical dressings, diapers, and sanitary towels • <i>Sphagnum</i> extracts as source of natural sunscreen
	Sundew	<i>Drosera rotundifolia</i>	• Medicinal uses	• Vegetarian rennet for cheese making
	Cattail, Bulrush	<i>Typha angustifolia</i> , <i>Typha latifolia</i>	• Insulation material • Filling material (seed hairs) • Construction material • Packaging and disposable tableware • Horticultural growing media replacing peat • Fodder • Pollen for feeding predatory mites (pest control in glasshouses)	• Combustion • Biogas • Extraction of proteins
	Reed	<i>Phragmites australis</i>	• Thatching material • Insulation material • Construction material • Packaging and disposable tableware • Fodder • Combustion	• Paper • Biogas • Liquid fuels • Extraction of proteins • Silicon from reed leaves for high-performance energy storage devices
	Giant cane	<i>Arundo donax</i>	• Combustion	• Biogas
	Reed Manna Grass	<i>Glyceria maxima</i>	• Fodder	• Biogas • Extraction of proteins

ANNEXE 1 - SÉLECTION DES PLANTES AROMATIQUES ET MÉDICINALES CULTIVÉES EN PALUDICULTURE

	Reed canary grass	<i>Phalaris arundinacea</i>	• Packaging and disposable tableware • Panels • Fodder • Bedding • Combustion	• Paper • Biogas • Liquid fuels • Extraction of proteins
	Sedges	<i>Carex</i> spp.	• Packaging and disposable tableware • Panels • Fodder • Bedding • Combustion	• Paper • Biogas • Liquid fuels • Extraction of proteins
	Alder	<i>Alnus glutinosa</i>	• Timber for carpentry, interior fittings, furniture • Veneer • Combustion	
	Willow	<i>Salix</i> spp.	• Fodder • Weaving material (e.g. baskets)	
	Bog Myrtle	<i>Myrica gale</i>	• insect repellent • flavour (e.g. beer) • medicinal uses, cosmetics	
	Cranberry	<i>Vaccinium oxycoccos</i>	• Food (e.g. berries, juice)	
	Black Chokeberry	<i>Aronia melanocarpa</i>	• Food (e.g. berries, juice)	Medicinal uses
Plants for paludiculture	Wild rice	<i>Zizania aquatica</i> , <i>Z. palustris</i>	Cereal	
	Japanese Millet	<i>Echinochloa esculenta</i>	• Food • fodder	
	Celery	<i>Apium graveolens</i>	Vegetable	
	Water Pepper	<i>Persicaria hydropiper</i>	Spicy leaf vegetable	
	Holy Grass	<i>Hierochloe odorata</i>	Flavour (e. g. for drinks)	
	Calamus	<i>Acorus calamus</i>	Flavour (e.g. for drinks), cosmetics	
	Water mint	<i>Mentha aquatica</i>	• Flavour, tea • Perfumery	
	• Cloudberry • Blueberry	• <i>Rubus chamaemorus</i> • <i>Vaccinium myrtillus</i>	• Food (e.g. jam, juice)	

ANNEXE 1 - SÉLECTION DES PLANTES AROMATIQUES ET MÉDICINALES CULTIVÉES EN PALUDICULTURE

Further promising p	• Bogbean, buckbean • Meadowsweet • Valerian • Butterbur • Garden Angelica • Alder Buckthorn • Gypsywort • Water Dropwort	• <i>Menyanthes trifoliata</i> • <i>Filipendula ulmaria</i> • <i>Valeriana officinale</i> • <i>Petasites hybridus</i> • <i>Angelica archangelica</i> • <i>Frangula alnus</i> • <i>Lycopus europaeus</i> • <i>Oenanthe aquatica</i>	Medicinal plants (e.g. pharmaceuticals, cosmetics)	
	Duckweed fern	<i>Azolla filiculoides</i>	• Fodder • Fertiliser (N-fixation)	• Food • Protein extraction
	Duckweed	<i>Lemna</i> spp.	• Fodder	• Protein extraction

Plantes communes aux 3 listes

- Ache des marais (*Apium graveolens* L.)
- Angélique, grande (*Angélica archangelica* L.)
- Ményanthe ou Trèfle d'eau (*Menyanthes trifoliata* L.)
- Reine des prés (*Filipendula ulmaria* L.)

ANNEXE 2 - LE SÉCHAGE DES PLANTES AROMATIQUES ET MÉDICINALES

ANNEXE 2 : Le séchage des plantes aromatiques et médicinales

Le séchage des plantes à parfum aromatiques et médicinales (PPAM)

Toutes les informations présentées dans cette annexe proviennent de : CLAUDET, Emilie. « Séchage des plantes aromatiques et médicinales », Inter Bio Corse, Fiche technique 2023 (téléchargée le 04/03/25), [En ligne], Adresse URL : https://interbiocorse.org/wp-content/uploads/2025/01/FicheTechnique_PPAM23.pdf

Procéder au séchage d'une plante à parfum aromatique et médicinale consiste à extraire l'eau qui est contenue dans la plante. Le séchage se fait généralement par évaporation de l'eau dans l'air. Le processus de séchage repose sur différents paramètres tels que la température de l'air, son flux, son débit, sa pression et le temps de séchage. Avant d'être séchée, une plante fraîche possède un taux d'humidité compris entre 70% et 90%. Un des enjeux majeurs du séchage est d'obtenir un produit qui est stabilisé dans l'air, qui conserve ses principes actifs sans risque de dégradation dans le temps. Pour cela, le taux d'humidité

de la plante doit être abaissé à 12%. Les différentes étapes du processus de séchage sont la préparation des plantes, le séchage et le stockage des plantes sèches.

La préparation des plantes avant le séchage

Pour certaines plantes dont la feuille est la partie utilisée à des fins aromatiques et médicinales, on procède à un effeuillage du produit afin de ne garder que les feuilles. L'effeuillage peut se faire avant ou après le séchage, avec des avantages et des inconvénients pour chacune des techniques. Il existe également la méthode du découpage de la plante fraîche.

Pour les plantes dont les matières valorisées sont de petites feuilles, des fruits ou des fleurs, la méthode choisie pour la préparation de la plante sera le battage. Cette méthode consiste à séparer mécaniquement les différents éléments de la plante (tiges/feuilles, pédicelles/fruits, réceptacle du capitule/ligules). Une fois les différents éléments séparés, ils doivent être triés. Cette méthode est particulièrement adaptée aux plantes de la famille des Lamiacées, des Apiacées et des Astéracées. Le battage peut être manuel (tamis) ou mécanisé (batteuse).

ANNEXE 2 - LE SÉCHAGE DES PLANTES AROMATIQUES ET MÉDICINALES

EFFEUILLAGE AVANT SECHAGE

Avantages :

- Séchage facile
- Pas de tri nécessaire après séchage
- Pas de pertes de matière

Inconvénients

- Temps de travail assez long
- Granulométrie obtenue peu adaptée à la production de mélange de tisane

EFFEUILLAGE APRES SECHAGE

Avantages :

- Plus rapide que l'effeuillage en frais
- Possibilité de procéder à l'effeuillage hors saison

Inconvénients :

- Produit plus fragile à manipuler : brisures
- Granulométrie obtenue peu adaptée à la production de mélange de tisane

DECOUPAGE EN FRAIS

Avantages :

- Séchage rapide
- Granulométrie adaptée à la production de mélange de tisane
- Temps de travail réduit

Inconvénients :

- Tri nécessaire avant ou après séchage
- Pertes de matière première

ANNEXE 2 - LE SÉCHAGE DES PLANTES AROMATIQUES ET MÉDICINALES

Le séchage

Les différentes phases

Le processus de séchages des plantes aromatiques et médicinales se compose de trois phases. Tout d'abord, il y a la mise en température de la plante. Il s'agit de la période durant laquelle la plante adaptera sa température pour atteindre la température ambiante à l'intérieur du séchoir. Ensuite, il y a l'évaporation rapide, la phase durant laquelle la plupart de l'eau présente dans la plante va s'évaporer. Enfin, la troisième phase est l'évaporation lente. Plus la disponibilité en eau de la plante est faible, moins elle parvient à s'évaporer. C'est pourquoi la faible quantité d'eau restante dans la plante va s'évaporer très lentement. La dernière phase est donc la plus longue.

La durée de séchage

La durée de séchage varie en fonction de plusieurs paramètres tels que le taux d'humidité de la plante, la température du séchoir, la ventilation... En général, le temps de séchage ne dépasse pas cinq jours. Le processus de séchage se termine lorsque la température d'entrée est égale à la température de sortie du séchoir. Mais l'évaporation n'est pas toujours continue. Il faut faire attention aux phénomènes d'évaporation négative qui peuvent subvenir pendant la nuit, notamment dans le cas de l'utilisation d'un séchoir solaire. Ainsi, la plante peut reprendre de l'humidité pendant la nuit. C'est pourquoi il est conseillé de bien fermer les arrivées d'air la nuit et de placer de la masse thermique qui emmagasinera de la chaleur la journée et la restituera la nuit au sein du séchoir.

ANNEXE 2 - LE SÉCHAGE DES PLANTES AROMATIQUES ET MÉDICINALES

Les paramètres déterminants le séchage

L'air

L'air est composé de vapeur d'eau. Il est caractérisé par une température(°C) et une humidité relative (HR). Le taux d'humidité relative correspond au pourcentage de vapeur d'eau contenue dans un mètre carré d'air par rapport au maximum de vapeur d'eau que ce même mètre carré d'air peut contenir pour une température donnée. L'humidité absolue (HA) est la quantité totale de vapeur contenue dans l'air. Elle s'exprime en g/m³. Plus la température de l'air augmente, plus il sera capable de se charger en eau. C'est pourquoi il est important que l'air soit plutôt chaud pour sécher les plantes. Il permettra d'extraire davantage d'eau contenue dans les plantes.

Le débit de l'air dans le séchoir

Le débit se calcule grâce à la formule suivante : $Q_v = v \times S$

Q_v = débit volumique en [m³/s]

v = vitesse du fluide en [m/s]

S = Section de passage en [m²]

Le débit de l'air dépend notamment dans la pression dans le système de séchoir et de la surface traversée par le

flux d'air. Plus la surface d'entrée d'air dans le système est petite, plus la vitesse de l'air augmente.

Il existe deux types de flux dans un séchoir :

Séchoir à flux d'air horizontal : Séchoir pièce : les plantes sont balayées par un courant d'air passant au-dessus et en dessous des claies)

- DEBIT : Le débit d'air nécessaire est assez faible
- PRESSION : Pas d'obstacle donc pas de pression
- Ventilateurs adaptés au système : ventilateurs hélicoïdaux

Séchoir à flux d'air vertical : Séchoir caisson : l'air est contraint de traverser les grilles supportant les plantes et l'épaisseur de plantes chargées sur chaque grille.

- DEBIT : le débit d'air doit être plus important que pour le séchoir à flux horizontal. Le débit d'air maximum est de 1000m³/h par m².
- PRESSION : Il faut une pression nécessaire pour traverser la grille et les plantes. La pression nécessaire pour que l'air traverse la grille de séchage est estimée à 100 Pa et 1 mètre de hauteur de chargement de plante nécessite 400 à 800 Pa selon la densité de la plante.
- Ventilateurs adaptés au système : ventilateurs centrifuges

ANNEXE 2 - LE SÉCHAGE DES PLANTES AROMATIQUES ET MÉDICINALES

Les différents types de séchoirs

L'armoire simple

L'armoire simple est constituée de claies de séchage superposées et espacées d'une vingtaine de centimètres. Elle n'est pas équipée de système de circulation d'air mais un déshumidificateur est placé dans l'armoire avec les claies. Ce séchoir a un encombrement et un coût très faible. Il est facile à concevoir et à gérer. En revanche, le temps de séchage est assez important et les claies ne peuvent sécher que de faibles couches de plantes. Ce système de séchage n'est donc pas adapté pour traiter une grande quantité de plantes. La ventilation est également trop faible pour sécher les plantes coupées.



CLAUDET, Emilie. «Séchage des plantes aromatiques et médicinales», Inter Bio Corse, Fiche technique 2023 (téléchargée le 04/03/25), [En ligne], Adresse URL : https://interbiocorse.org/wp-content/uploads/2025/01/FicheTechnique_PPAM23.pdf

ANNEXE 2 - LE SÉCHAGE DES PLANTES AROMATIQUES ET MÉDICINALES

L'armoire à flux d'air contraint

Comme son nom l'indique, ce séchoir est équipé d'un système de circulation d'air. L'air est chauffé en bas du système grâce à des capteurs solaires puis un ventilateur amène l'air à traverser la zone où sont entreposées des claies pour ressortir en haut du séchoir.

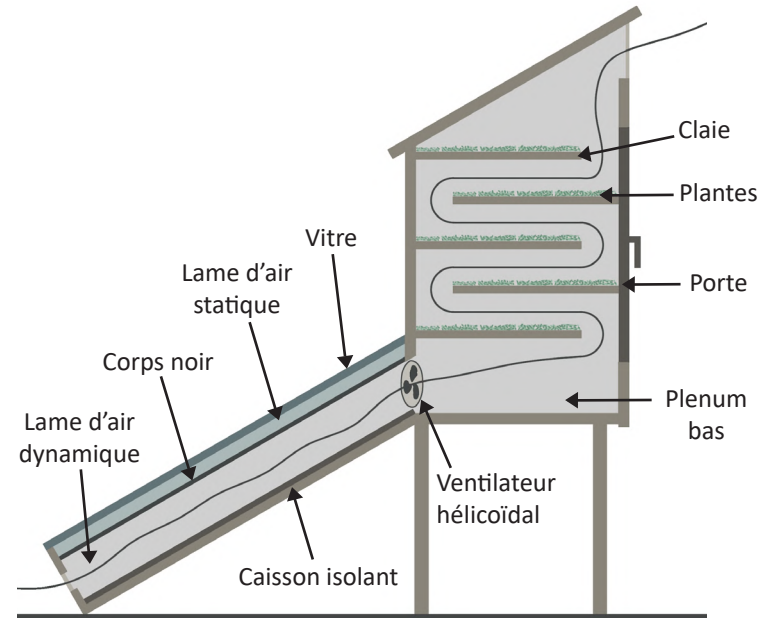
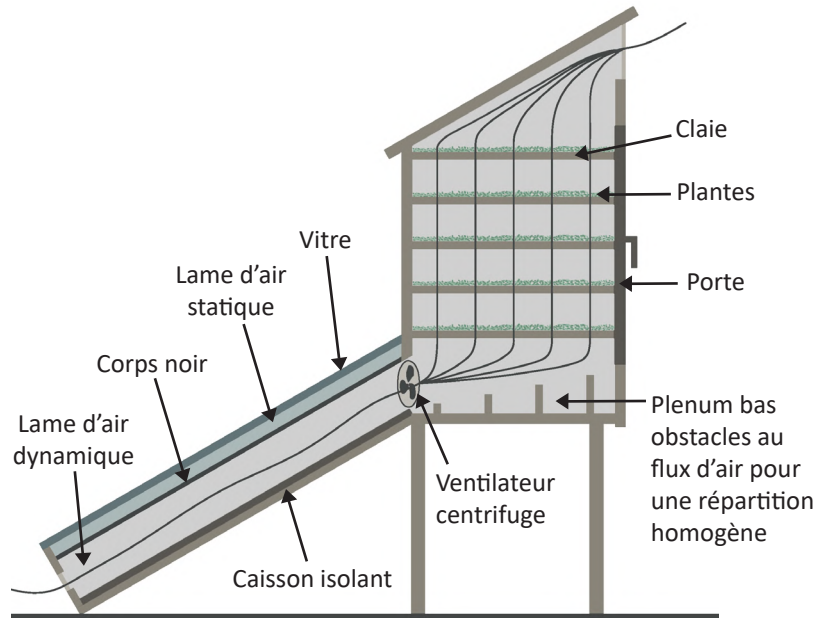
Il existe deux logiques de circulation d'air pour ce type de séchoir :

- Le flux d'air traverse directement les claies et les plantes verticalement. Dans ce cas, le système de ventilation nécessite une pression assez forte. En bas de l'armoire se trouvent des obstacles qui permettent à l'air amené par le ventilateur de se répartir de manière homogène dans le séchoir
- Le flux d'air balaye les plantes au-dessus et en dessous des claies en parcourant un serpentín jusqu'en haut du système. Dans ce cas, la pression de l'air est très faible.

Bien que la circulation de l'air de ce système se base sur le déplacement naturel de l'air chaud du bas vers le haut, un ventilateur permet une meilleure homogénéité dans la circulation de l'air. Les avantages de l'armoire à flux contraint sont la capacité importante de chargement des plantes, l'encombrement limité du système, la rapidité et

l'homogénéité du séchage et la possibilité de coupler des apports énergétiques différents. En revanche, la conception et la gestion de ce système sont assez complexes et les coûts peuvent être importants (gaines, régulateurs de température, automatisation, etc.)

ANNEXE 2 - LE SÉCHAGE DES PLANTES AROMATIQUES ET MÉDICINALES



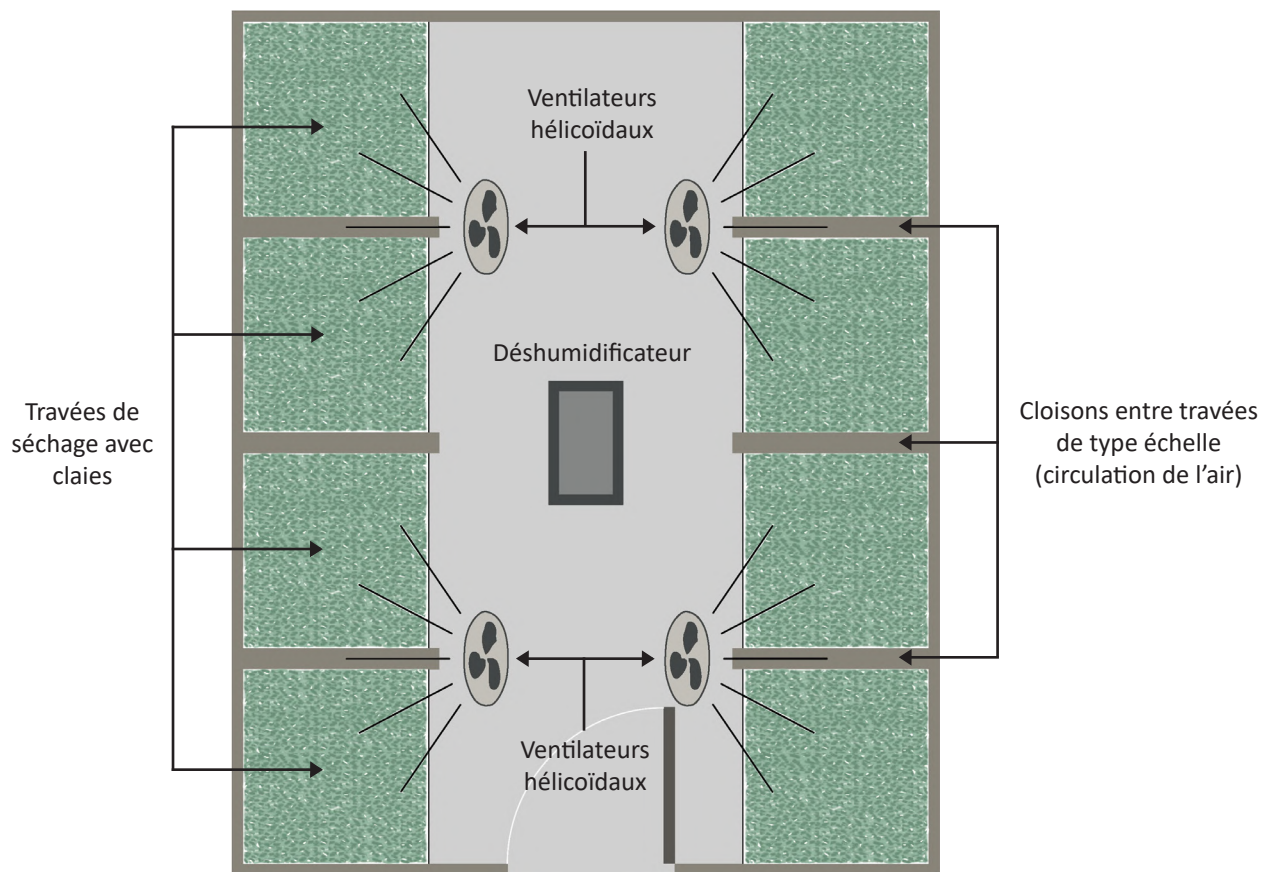
Production personnelle. Schémas inspirés de : CLAUDET, Emilie. «Séchage des plantes aromatiques et médicinales», Inter Bio Corse, Fiche technique 2023 (téléchargée le 04/03/25), [En ligne], Adresse URL : https://interbiocorse.org/wp-content/uploads/2025/01/FicheTechnique_PPAM23.pdf

ANNEXE 2 - LE SÉCHAGE DES PLANTES AROMATIQUES ET MÉDICINALES

Le séchoir pièce

Il s'agit d'une pièce comportant plusieurs travées de claies ou des échelles de claies sur des chariots roulants. La pièce est équipée d'un déshumidificateur et de plusieurs ventilateurs hélicoïdaux. Les cloisons entre les différentes travées sont de type échelle pour permettre la bonne circulation de l'air dans toute la pièce. Le séchoir pièce a une capacité de chargement importante, la conception et la gestion sont relativement simples et le séchage est homogène. En revanche, il s'agit d'un système qui a un encombrement très important et les plantes doivent être disposées en couches fines sur les claies. Le temps de travail pour sécher les plantes est relativement important.

ANNEXE 2 - LE SÉCHAGE DES PLANTES AROMATIQUES ET MÉDICINALES



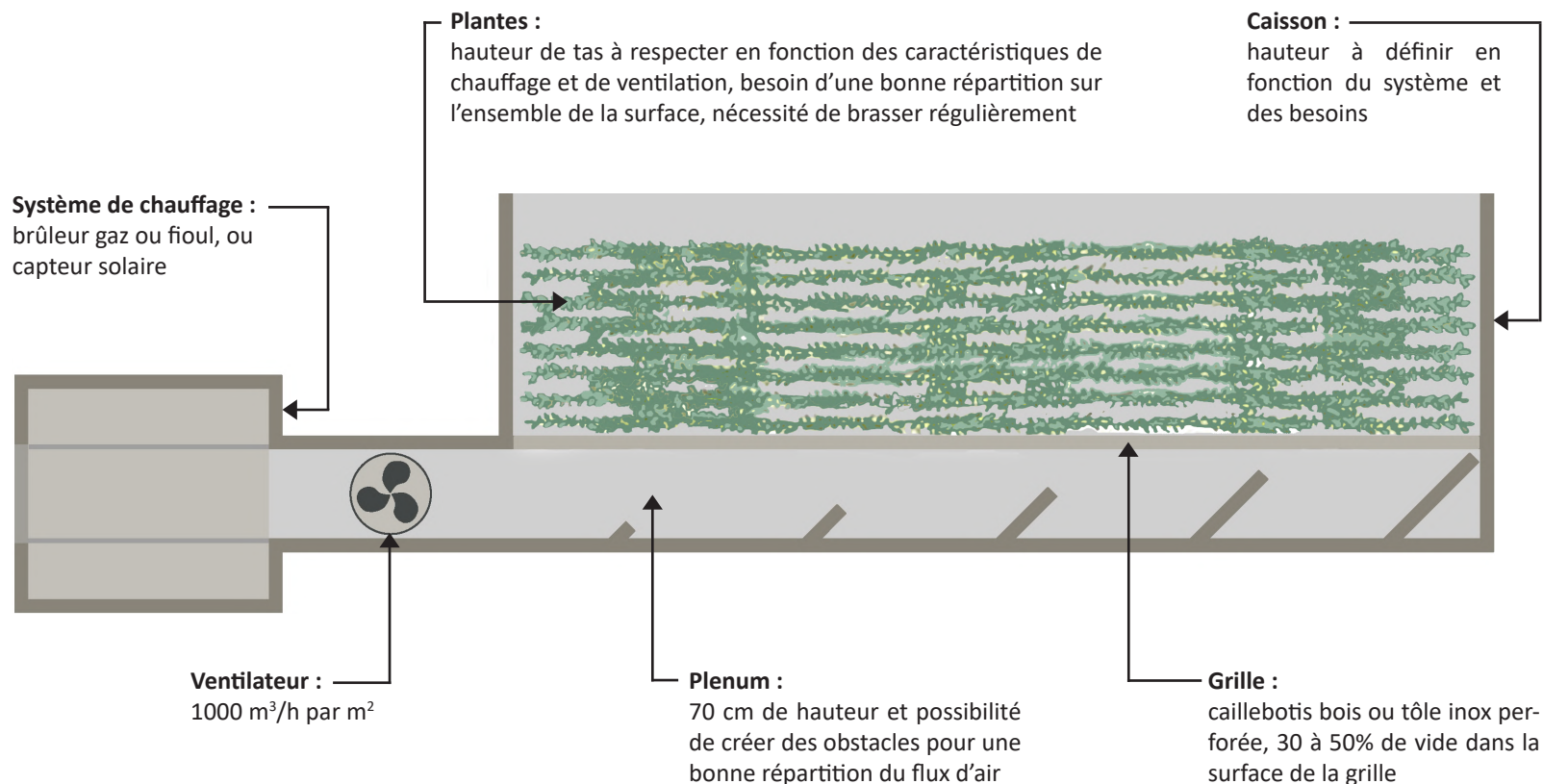
Production personnelle. Schéma inspiré de : CLAUDET, Emilie. «Séchage des plantes aromatiques et médicinales», Inter Bio Corse, Fiche technique 2023 (téléchargée le 04/03/25), [En ligne], Adresse URL : https://interbiocorse.org/wp-content/uploads/2025/01/FicheTechnique_PPAM23.pdf

ANNEXE 2 - LE SÉCHAGE DES PLANTES AROMATIQUES ET MÉDICINALES

Le séchoir « caisson »

Le séchoir caisson se compose d'un caisson ouvert, d'un support de séchage (caillebotis bois ou grille inox) et d'un système de ventilation avec ou sans chauffage. Le support de séchage est placé à 60-70 cm du sol. Ce type de séchoir nécessite un ventilateur. L'arrivée d'air se situe sous le support de séchage. En fonction des périodes de récolte, il est possible d'ajouter un générateur d'air chaud. Ce système est utilisé pour traiter de grandes quantités d'une même plante en une seule fois. La manutention est beaucoup moins importante que pour les séchoirs à claies. Mais il est nécessaire de retourner régulièrement le végétal pour obtenir un séchage homogène. « Les séchoirs de forme rectangulaire sont deux fois plus efficaces qu'un séchoir de forme carré par rapport aux passages préférentiels d'air. » La capacité de chargement de ce système est la plus importante. Le fait de pouvoir traiter de grandes quantités de plantes à la fois permet d'avoir un temps de travail par kilogramme de plante très faible. En revanche, la qualité de séchage est difficile à obtenir. Ce système ne convient pas aux petites structures de séchage car il est mono-spécifique.

ANNEXE 2 - LE SÉCHAGE DES PLANTES AROMATIQUES ET MÉDICINALES



Production personnelle. Schéma inspiré de : CLAUDET, Emilie. «Séchage des plantes aromatiques et médicinales», Inter Bio Corse, Fiche technique 2023 (téléchargée le 04/03/25), [En ligne], Adresse URL : https://interbiocorse.org/wp-content/uploads/2025/01/FicheTechnique_-PPAM23.pdf

ANNEXE 2 - LE SÉCHAGE DES PLANTES AROMATIQUES ET MÉDICINALES

Les systèmes de chauffage de l'air d'un séchoir

L'énergie solaire

L'utilisation de l'énergie solaire pour faire fonctionner un séchoir est une solution idéale pour les projets de séchages localisés dans des régions où le taux d'ensoleillement est élevé. Pour les régions avec un taux d'ensoleillement moins important, l'utilisation de l'énergie solaire ne pourra se faire qu'une seule partie de l'année ou bien elle devra être couplée à un autre système de chauffage. L'énergie solaire peut être utilisée comme système de chauffage de l'air au sein du séchoir grâce à la mise en place d'un capteur solaire. Ce dernier est constitué d'une entrée d'air, située en bas, et d'une sortie d'air située en haut, qui amène l'air en bas du séchoir. L'entrée et la sortie d'air permettent une convection naturelle puisque l'air chaud se déplace vers le haut. L'air extérieur froid entrant dans le système du capteur solaire est chauffé en traversant le capteur, traverse ensuite les plantes et ressort, chargé d'humidité, en haut du séchoir. L'emplacement du capteur solaire joue un rôle important. Il doit être orienté de sorte à recevoir le maximum de rayons solaires (exposé sud, inclinaison optimale, pas d'ombre portée d'arbres et de bâtiments à proximité, etc).

Le débit et la vitesse de l'air dans le séchoir seront déterminés en fonction de la longueur de la cheminée de sortie. Il faut également faire attention à répartir uniformément les plantes sur les claies pour éviter l'effet « cheminée ». L'air aura tendance à emprunter le chemin où il traverse le moins de matière, où la pression est moins forte. Ainsi, les plantes ne seraient pas séchées uniformément. Pour garantir une plus grande efficacité du système, il est préférable d'ajouter un ventilateur à la sortie des capteurs solaires. Le flux d'air sera ainsi plus constant et mieux réparti. Les obstacles à la sortie du capteur rendent aussi le séchage plus uniforme. Un des risques majeurs du séchoir fonctionnant aux capteurs solaires est l'évaporation négative. Le capteur solaire fonctionne uniquement lors de la période d'ensoleillement. Il faut ainsi empêcher l'air froid et humide de la nuit ou des périodes sans ensoleillement de circuler dans le séchoir. Dans le cas contraire, les plantes reprendront de l'humidité et n'arriveront pas à sécher. Une des solutions face à ce problème est la fermeture de l'entrée d'air extérieur grâce à une trappe et le placement de matériaux ayant une forte masse thermique à la sortie du capteur (galets, briques de terres comprimées, etc.). Une autre solution consiste à coupler le capteur solaire avec un autre système de séchage.

ANNEXE 2 - LE SÉCHAGE DES PLANTES AROMATIQUES ET MÉDICINALES

La combustion (bois, gaz, fioul)

Les réchauffeurs d'air à combustion ont l'avantage d'être très efficaces et peuvent être intéressants en complément de l'énergie solaire pour prolonger la période de séchage. La combustion entraîne cependant des émissions importantes de CO₂. Il est préférable de privilégier l'utilisation du bois car il a l'avantage d'être un combustible renouvelable.

Les batteries électriques de chauffage

« Il s'agit d'un système qui utilise des résistances chauffantes pour réchauffer l'air dans un réseau de gaines ». De la même manière que pour les réchauffeurs à combustion, ces batteries électriques de chauffage peuvent être couplées à l'énergie solaire pour prolonger la période de chauffage.

Les systèmes de déshumidificateurs

« Le déshumidificateur fonctionne sur le principe de la condensation d'un air humide. L'air humide qui a traversé les plantes est condensé sur bloc froid. L'eau est récupérée dans un bac et l'air est réinjecté dans les plantes après avoir été réchauffé. » . Il existe différents types de déshumidificateurs.

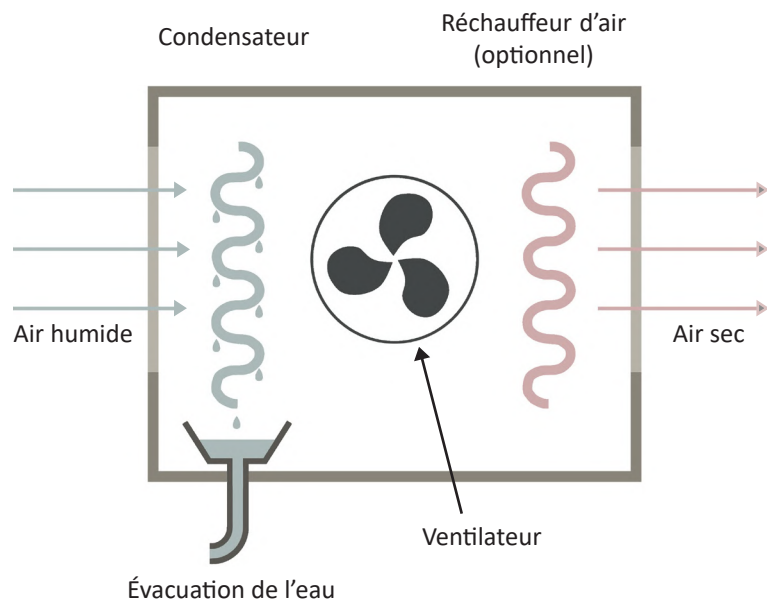
Le déshumidificateur « mobile »

Il est souvent utilisé pour un usage domestique, pour réguler le taux d'humidité des pièces humides. Il est facilement déplaçable et peu encombrant. C'est le déshumidificateur que l'on retrouve dans les séchoirs de type « armoire à claies » qui ne nécessitent pas d'entrée et de sortie d'air.

Le déshumidificateur « fixe »

Ce type de déshumidificateur est couramment utilisé pour un usage professionnel pour réguler le taux d'humidité des locaux avec de grands volumes. Il est fixe et non déplaçable. Il peut être utilisé avec des séchoirs de type « armoires à claies », mais dans ce cas, il est placé à l'extérieur de l'armoire de séchage. Ce système fonctionne en circuit fermé et nécessite un ventilateur.

ANNEXE 2 - LE SÉCHAGE DES PLANTES AROMATIQUES ET MÉDICINALES



Les associations possibles :

Capteur solaire + déshumidificateur :

Dans ce cas de figure, il faut mettre en place deux circuits d'air différenciés : un circuit fermé pour le déshumidificateur et un autre avec une entrée d'air ambiant réchauffé (solaire) et une sortie d'air humide. Le passage d'un circuit à l'autre peut être géré automatiquement par un binôme thermostat/hygrostat.

Solaire + réchauffeur d'air :

Dans ce cas de figure, seule l'arrivée d'air sera double. Pour utiliser un réchauffeur d'air, on effectue généralement la prise d'air à l'intérieur du bâtiment car la différence thermique est moins importante.

Production personnelle. Schéma inspiré de : CLAUDET, Emilie. «Séchage des plantes aromatiques et médicinales», Inter Bio Corse, Fiche technique 2023 (téléchargée le 04/03/25), [En ligne], Adresse URL : https://interbiocorse.org/wp-content/uploads/2025/01/FicheTechnique_PPAM23.pdf

ANNEXE 2 - LE SÉCHAGE DES PLANTES AROMATIQUES ET MÉDICINALES

Le stockage des plantes après séchage

Pour assurer une bonne conservation des plantes séchées, l'espace de séchage doit être un lieu propre, à l'abri de l'humidité, de la lumière et des insectes et rongeurs. Les principaux risques liés au stockage des plantes sont l'humidité, qui peut entraîner des moisissures, des pertes d'arôme et des décolorations et les mites alimentaires.

Pour éviter la dégradation des produits, les plantes séchées doivent être placées dans des sacs kraft alimentaires de 50 à 70 litres, qui sont fermés et placés dans des fûts alimentaires métalliques ou plastiques. Les fûts de stockage peuvent contenir chacun plusieurs sacs kraft de plantes. Pour éviter toute reprise d'humidité pendant le stockage, le taux d'humidité de la pièce de stockage doit régulièrement être contrôlé pour ne jamais dépasser 50%.

ANNEXE 3 - LES PROCÉDÉS D'EXTRACTION DES HUILES ESSENTIELLES

ANNEXE 3 : Les procédés d'extraction des huiles essentielles

Toutes les informations présentées dans cette annexe proviennent de : BOUKHATEM, Mohamed Nadjib. FERHAT, Amine. KAMELI, Addelkrim. « Méthodes d'extraction et de distillation des huiles essentielles », Revue Agrobiologia, 03/09/2019, (document téléchargé le 18/04/25), [En ligne], Adresse URL : https://agrobiologia.net/online/wp-content/uploads/2020/01/18-1653-1659_-BOUKHATEM-et-al_.pdf

La distillation

Les huiles essentielles et leur extraction

« Les huiles essentielles sont des sécrétions naturelles élaborées par le végétal et contenues dans les cellules ou les parties de la plante comme celles des fleurs (rose), sommités fleuries (lavande), feuilles (citronnelle), écorces (cannelier), racines (iris), fruits (vanillier), bulbes (ail), rhizomes (gingembre) ou graines (muscade). Pour certaines HE comme celles de lavande ou de sauge, c'est la plante entière qui est utilisée. Seules les parties sécrétrices ou les

plus concentrées de la plante sont récoltées à la période de rendement optimum : avant la floraison (menthes), pendant (lavandes) et après celle-ci (plantes à graines) ou encore après la rosée du matin (fleurs fragiles) ».

Seulement 10% des espèces végétales sont dites « aromatiques » et sécrètent des huiles essentielles. Certaines familles de plantes sont plus disposées à cette production comme la famille des dicotylédones et celle des monocotylédones. L'extraction d'une l'huile essentielle a pour but de capter et de recueillir les produits volatils, subtils et les plus fragiles qu'élabore le végétal, et cela sans en altérer la qualité. « Une fois la cuticule cireuse des poches épidermiques brisée, l'essence s'en échappe et plusieurs molécules odorantes se dispersent dans l'air ambiant ». Les quantités d'huiles essentielles produites par les plantes sont très faibles, ainsi le rendement de l'extraction est minime, généralement inférieur à 2%. Ce pourcentage varie en fonction des plantes.

ANNEXE 3 - LES PROCÉDÉS D'EXTRACTION DES HUILES ESSENTIELLES

Les méthodes d'extraction

1- Extraction par entraînement à la vapeur d'eau (vapo-distillation)

L'entraînement à la vapeur d'eau consiste à injecter de la vapeur d'eau dans un ballon contenant le végétal à distiller. Les composés volatils sont entraînés et extraits de la plante par la vapeur. La vapeur saturée d'huile essentielle passe ensuite à l'état liquide dans un condenseur puis est décantée dans un essencier. Ce dernier permet de séparer le liquide en une phase aqueuse, appelée hydrolat, et une phase huileuse, l'huile essentielle. Dans cette méthode d'extraction, il n'y a pas de contact direct entre l'eau à l'état liquide et la matière végétale ni entre l'eau et les molécules aromatiques. Cela permet d'éviter les phénomènes d'hydrolyse et de dégradation qui pourraient nuire à la qualité de l'huile essentielle.

2- Extraction par hydrodistillation

L'extraction par hydrodistillation consiste à immerger le végétal dans l'eau. L'ensemble est porté à ébullition. Comme pour le mode d'extraction précédent, la vapeur contenant les composés volatils est condensée puis décantée. Ce procédé présente des inconvénients, principalement

du au contact de l'eau en ébullition avec la matière végétale. Certains organes végétaux comme les fleurs sont trop fragiles et ne supportent pas cette méthode d'extraction. L'hydrodistillation entraîne ainsi une dégradation de certaines molécules aromatiques. Mais cette technique peut être intéressante car « le contact direct des constituants de l'huile essentielle avec l'eau occasionne des réactions chimiques conduisant à des changements dans la composition finale de l'extrait ».

3- Expression à froid

« [Cette méthode d'extraction] est réservée aux essences volatiles contenues dans les péricarpes d'agrumes en déchirant ces dernières par un traitement mécanique. Elle consiste à rompre ou dilacérer les parois des sacs oléifères contenus dans le mésocarpe situé juste sous l'écorce du fruit, l'épicarpe, pour en recueillir le contenu qui n'a subi aucune modification ».

4- Extraction par solvant organique

Dans cette méthode d'extraction, le végétal est mélangé à un solvant, qui a un pouvoir d'extraction plus élevé que l'eau. Les solvants les plus utilisés sont l'hexane, le cyclohexane et l'éthanol. La technique d'extraction la plus

ANNEXE 3 - LES PROCÉDÉS D'EXTRACTION DES HUILES ESSENTIELLES

courante par solvant consiste à placer dans un extracteur un solvant et la matière végétale à traiter. Le solvant va se charger en molécules aromatiques grâce à des lavages successifs. Ensuite, le solvant contenant les molécules va être envoyé au concentrateur pour y être distillé à pression atmosphérique.

Le solvant choisi pour l'extraction doit être autorisé et posséder une stabilité face à la chaleur, la lumière et l'oxygène. « Sa température d'ébullition sera de préférence basse afin de faciliter son élimination, et il ne devra pas réagir chimiquement avec l'extrait ». Son pouvoir d'extraction étant fort, le solvant entraîne les composés volatils mais également des composés non volatils tels que des cires, des pigments, des acides gras, etc.

« En fonction de la technique et du solvant utilisé, on obtient des hydrolysats (eau comme solvant), des alcoolats (éthanol dilué), des teintures (éthanol/eau), des résinoïdes (extraits éthanoliques concentrés) et des concrètes (extraits à froid et à chaud au moyen de solvants divers) ». L'extraction par solvant organique est restreinte en raison de son coût élevé, des problèmes de sécurité et de toxicité qu'elle peut engendrer. Elle porte aussi atteinte à l'environnement. Cependant, les rendements sont généralement plus importants par rapport aux autres

méthodes d'extraction.

Ces dernières années, deux nouvelles techniques d'extraction ont été mises au point : l'extraction assistée par micro-ondes et l'extraction par le CO₂ supercritique. Ces dernières sont très peu répandues et sont en phase d'expérimentation.

ANNEXE 4 - ENSEMBLE DES CALCULS DE DIMENSIONNEMENT DU PROJET

ANNEXE 4 : Ensemble des calculs de dimensionnement du projet

Superficie cultivée

La surface totale cultivée en paludiculture est de 70 hectares.

-20 hectares sont occupés par le Ményanthe. Il s'agit des espaces dont les conditions du sol sont favorables à sa culture : le bord des marais tourbeux et le long des berges.

-50 hectares sont occupés par la reine de près. Il s'agit des espaces dont les conditions du sol sont favorables à sa culture : les près humide, plus éloigné du contact direct avec l'eau.

Le rendement des cultures

Le Ményanthe :

-Partie de la plante utilisée en phytothérapie et cosmétique :

Feuilles

-Densité :

4 plants par m² --> 40 000 plants par hectare

-Poids des feuilles par plant :

Entre 100 et 200g (en moyenne 150g) --> 0,15 kg x 40 000 plants = 6000 kg/ha, soit 6 tonnes par hectare

20 ha x 6 T/ha = 120 T --> **120 tonnes produites par an**

La Reine des Prés :

-Partie de la plante utilisée en phytothérapie et cosmétique :

Feuilles et sommités fleuries

-Densité :

4 plants par m² --> 40 000 plants par hectare

-Poids des feuilles et sommités fleuries par plant :

Feuilles : 150g

Fleurs : 100g

Total : 250g --> 250g x 40 000 plants = 0,25 kg x 40 000 plants = 10 000 kg/ha, soit 10 tonnes par hectare

50 ha x 10 T/ha = 500 T --> **500 tonnes produites par an**

ANNEXE 4 - ENSEMBLE DES CALCULS DE DIMENSIONNEMENT DU PROJET

Répartition de la production

50% de la production est envoyé au point de vente pour être vendu en tant qu'infusion et 50% est envoyé au lieu de transformation pour macération hydroalcoolique. Pour la fabrication de sachets d'infusion ainsi que pour la macération, le ményanthe doit être séché. Ainsi 100% de la production de ményanthe passe par le processus de séchage. 50% de la production de la Reine des prés est envoyée au point de vente et 50% est distillée pour obtenir de l'huile essentielle. Pendant la période de récolte, aux mois de juin, juillet et août, les fleurs et feuilles sont directement envoyées au point de transformation pour être distillées fraîches. L'autre partie de la production est séchée, soit pour être vendue en infusion, soit pour être conservée et envoyée à la distillerie durant les autres mois de l'année. Ainsi, parmi les 50% de reines des prés destinées à la distillation, 25% ne sont pas séchées (3 mois de production sur 12). Donc 12,5% de la production n'est pas séchée et 87,5% est séchée.

Dimensionnement des séchoirs

Périodes de récoltes :

Mois	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août
Ményanthe	40 T récoltées	40 T récoltées	40 T récoltées		
Reine des prés			166 T récoltées	166 T récoltées	166 T récoltées

Pour dimensionner les séchoirs, il faut connaître le pic de récolte, là où ils devront stocker et sécher la plus grande quantité de plante fraîche. Ce pic se situe en juin.

Quantité de Ményanthe en juin : 100% de 40 T --> 40T

Quantité de Reine des prés en juin : 87,5% de 166 T --> 145 T

Quantité totale de plante fraîche en juin : 185 T

185 T récoltées sur un mois, soit 20 jours ouvrables :
 $185/20 = 9,25 \text{ T/J}$

Le temps de séchage des plantes si situe entre 3 et 5 jours.
Les plantes restent donc au maximum 5 jours dans un séchoir. --> $9,25 \times 5 = 46,25 \text{ T}$

Pour répondre au pic de récolte, les séchoirs doivent avoir une surface de séchage capable de sécher 46,25 tonnes de plantes.

ANNEXE 4 - ENSEMBLE DES CALCULS DE DIMENSIONNEMENT DU PROJET

Le système de séchage utilisé ici est celui du caisson, qui permet de sécher de grande quantité d'une même plante d'un coup. Dans ce système, une plus grande quantité de plante peut être séchée sur un mètre carré. Dans les séchoirs avec claies, 1 kg de plante nécessite 1m² de séchage. Dans les séchoirs de type caisson, nous pouvons superposer les couches de plantes sur une vingtaine de centimètres. Cela donne une capacité de séchage de 20kg par mètre carré.

Pour déterminer la surface de séchage d'un séchoir caisson :
Masse récoltée / masse volumique / hauteur de chargement
= surface de grille nécessaire

La densité des plantes fraîches varie entre 350 kg/m³ et 450 kg/m³ en fonction de la manière dont les plantes sont tassées. Ici, l'objectif étant le séchage et la circulation de l'air à travers les plantes, nous baserons nos calculs sur la densité minimale, soit 350 kg/m³.

$$46\,250 / 350 / 0,20 = 661 \text{ m}^2$$

Pour prévoir la variation de rendement ou l'évolution des parcelles de paludiculture, 10% de la surface de séchage

est ajoutée.

$$10/100 \times 661 = 66,1 \rightarrow 661 + 66,1 = 727,1 \rightarrow 728 \text{ m}^2$$

L'ensemble des séchoirs du projet devront donc avoir une surface de séchage de 728 m².

Dimensionnement de la distillerie : les alambics

Le ményanthe n'est pas distillé.

50% de la reine des prés récoltée est distillée.

83 Tonnes de plantes fraîches sont destinées à la distillation chaque mois.

Durant les mois de récolte, les plantes destinées à la distillation sont distillées fraîches. Ainsi 83 tonnes de plantes fraîches sont distillées par mois en juin, juillet et août.

83/20 jours ouvrables : 4,15 tonnes, soit 4 150 kg de plantes fraîches par jour

Durant les mois hors récolte, les plantes sont séchées avant d'être distillées. Les plantes une fois séchées perdent 80% de leur poids initial. Ainsi, chaque mois hors mois de récolte, 8,3 tonnes de plantes séchées sont distillées par mois.

ANNEXE 4 - ENSEMBLE DES CALCULS DE DIMENSIONNEMENT DU PROJET

8,3/20 jours ouvrables : 0,415 tonnes, soit 415 kg de plantes séchées par jours

La durée de distillation peut varier entre 2 et 4h. Nous pouvons partir du principe que chaque alambic fera deux cycles d'extraction de 4h dans une journée.

Ainsi :

- En juin, juillet et août, la distillerie devra traiter **2075 kg de plantes fraîches par cycle.**

- Le reste de l'année, la distillerie devra traiter **207,5 kg de plantes séchées par cycle.**

Tableau extrait du site Alambic en cuivre, (consulté le 12/04/25), [En ligne], Adresse URL : <https://www.alambicencuivre.com/quel-volume-dalambic>

Modèle d'alambic	30 litres	50 litres	100 litres	150 litres	200 litres	500 litres
Poids de plantes sèches maximum par passe (cas du lavandin)	4 kgs	6 kgs	12 kgs	18 kgs	25 kgs	63 kgs
Poids de plantes humides maximum par passe (cas du lavandin)	15 kgs	25 kgs	50 kgs	80 kgs	100 kgs	250 kgs
Quantité huile essentielle obtenue après une distillation de 1 heure avec un rendement moyen de 2%	10 à 30 cl	12 à 50 cl	25 cl à 1 litre	40 cl à 1.5 litres	2 litres	5 litres

ANNEXE 4 - ENSEMBLE DES CALCULS DE DIMENSIONNEMENT DU PROJET

Selon ce tableau de dimensionnement des alambics :

- 2075 kg de plantes fraîches : $2075/250 = 8,3$

alambics de 500 litres nécessaires dans la distillerie en période de récolte

- 207,5 kg de plantes séchées : $207,5/63 = 3,3$

alambics de 500 litres nécessaires hors période de récoltes.

Les besoins en alambics étant assez éloignés entre les deux périodes, j'ai décidé de modifier les proportions de plantes directement envoyées fraîches à la distillerie et de plantes séchées avant d'être distillées. Cela permet d'avoir une activité mieux répartie dans la distillerie au cours de l'année.

Redimensionnement des alambics avec de nouvelles données

50% de la reine des prés récoltée est distillée.

83 Tonnes de plantes fraîches sont destinées à la distillation chaque mois.

Durant les mois de récolte, 50% des plantes récoltées et destinées à la distillation sont distillées **fraîches** et 50% sont séchées et **stockées avant d'être distillées le reste de l'année.**

Ainsi **41,5** tonnes de plantes fraîches sont distillées par mois en juin, juillet et août.

41,5/20 jours ouvrables : 2,075 tonnes, soit **2075** kg de plantes fraîches par jour

41,5 tonnes de plantes fraîches sont séchées sur 3 mois et sont stockées pour être distillées les 9 mois restant.

41,5 T fraîches --> 8,3 T sèches

$8,3 \text{ T} \times 3 \text{ mois} = 24,9 \text{ --> } 24,9 / 9 \text{ mois} = 2,77 \text{ T /mois}$

$2,77/20$ jours ouvrables : 0,138 tonnes, soit 138 kg de plantes sèches par jour

Il y aura donc 138 kg de plantes sèches à ajouter à chaque jour des neuf mois situés hors saison de récolte.

Durant les mois hors récolte, 100% des plantes sont séchées avant d'être distillées. Ainsi, chaque mois hors mois de récolte, 8,3 tonnes de plantes séchées sont distillées par mois.

$8,3/20$ jours ouvrables : 0,415 tonnes, soit 415 kg de plantes séchées par jours. Il faut ajouter à cela les **138 kg** de plantes séchées en été et réservées à cette période.

ANNEXE 4 - ENSEMBLE DES CALCULS DE DIMENSIONNEMENT DU PROJET

Ainsi, durant la période hors saison, **553 kg** de plantes sèches sont distillés par jour.

Chaque alambic fait 2 cycles d'extraction par jour :

Ainsi :

- En juin, juillet et août, la distillerie devra traiter

1037,5 kg de plantes fraîches par cycle.

- Le reste de l'année, la distillerie devra traiter **276,5 kg** de plantes séchées par cycle.

Selon les données du tableau :

- 1037,5 kg de plantes fraîches : $1037,5/250 = 4,15$ **alambics** de 500 litres nécessaires dans la distillerie en période de récolte

- 276,5 kg de plantes séchées : $276,5/63 = 4,38$ **alambics** de 500 litres nécessaires hors période de récoltes.

Si l'on prend une marge de 10% sur la quantité de plantes à traiter :

$1037,5 \text{ kg} + 10\% = 1140,7 \text{ --> } 4,5$ alambics de 500 L

$276,5 \text{ kg} + 10\% = 304,15 \text{ --> } 4,8$ alambics de 500 L

On prévoira alors 5 alambics de 500 L pour répondre aux besoins de distillation.

Redimensionnement du séchoir avec les nouvelles données

Les proportions de plantes distillées fraîches et sèches ayant changées, cela modifie les quantités de plantes qui vont passer par le séchoir.

Modifications :

« 50% de la production de la Reine des prés est envoyée au point de vente et 50% est distillée pour obtenir de l'huile essentielle. Pendant la période de récolte, aux mois de juin, juillet et août, **50%** des fleurs et feuilles sont directement envoyées au point de transformation pour être distillées fraîches **et 50% sont stockées pour être distillées les autres mois de l'année**. La partie récoltée les autres mois de l'année est entièrement séchée, soit pour être vendue en infusion, soit pour être conservée et envoyée à la distillerie. Ainsi, parmi les 50% de reines des prés destinées à la distillation, 12,5 % ne sont pas séchées (**3 mois/2 --> 1,5 mois** de production sur 12). Donc **6,25%** de la production n'est pas séchée et 93,75% est séchée.»

Quantité de Ményanthe en juin : 100% de 40 T --> 40T

Quantité de Reine des prés en juin : **93,75%** de 166 T --> **156 T**

ANNEXE 4 - ENSEMBLE DES CALCULS DE DIMENSIONNEMENT DU PROJET

Quantité totale de plante fraîche en juin : **196 T**
196 T récoltées sur un mois, soit 20 jours ouvrables :
 $196/20 = 9,8 \text{ T/j}$

Le temps de séchage des plantes se situe entre 3 et 5 jours.
Les plantes restent donc au maximum 5 jours dans un séchoir. --> $9,8 \times 5 = 49 \text{ T}$

Pour répondre au pic de récolte, l'ensemble des séchoirs doit avoir une surface de séchage capable de sécher 49 tonnes de plantes.

Pour déterminer la surface de séchage d'un séchoir caisson :
Masse récolté / masse volumique / hauteur de chargement
= surface de grille nécessaire

$49\,000 / 350 / 0,20 = 700 \text{ m}^2$
Marge de 10% --> $10/100 \times 700 = 70$ --> $700 + 70 = 770 \text{ m}^2$

L'ensemble des séchoirs du projet devront donc avoir une surface de séchage de 770 m².

Le parcours sera ponctué de 5 séchoirs, placés à des endroits stratégiques pour créer une continuité du parcours.

La répartition des séchoirs le long du parcours permet de réduire la distance entre les parcelles et les points de séchage.

$770 \text{ m}^2 / 5 = 154 \text{ m}^2$

Chaque séchoir devra avoir une surface de séchage de 154 m².

Stockage des plantes une fois séchées

Les plantes sont séchées durant la période d'avril à août et stockées dans le séchoir avant d'être envoyées au fur et à mesure de l'année à la distillerie et au point de vente. Il faut donc que la capacité de stockage corresponde à 100% de la production séchée annuelle.

Si nous reprenons le tableau des récoltes et y ajoutons les quantités de plantes mises aux séchoirs :

Mois	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août
Ményanthe	40 tonnes récoltées	40 tonnes récoltées	40 tonnes récoltées		
	100% de la récoltée est destinée aux séchoirs	100% de la récoltée est destinée aux séchoirs	100% de la récoltée est destinée aux séchoirs		
	40 tonnes de plantes fraîches mises aux séchoirs	40 tonnes de plantes fraîches mises aux séchoirs	40 tonnes de plantes fraîches mises aux séchoirs		

ANNEXE 4 - ENSEMBLE DES CALCULS DE DIMENSIONNEMENT DU PROJET

Reine des prés			166 tonnes récoltées	166 tonnes récoltées	166 tonnes récoltées
			93,75% de la récolté est destinée aux séchoirs	93,75% de la récolté est destinée aux séchoirs	93,75% de la récolté est destinée aux séchoirs
			156 tonnes de plantes fraîches mises aux séchoirs	156 tonnes de plantes fraîches mises aux séchoirs	156 tonnes de plantes fraîches mises aux séchoirs

Si l'on additionne ces quantités --> $40 \times 3 + 156 \times 3 = 588$ tonnes.

588 tonnes représentent le poids des plantes fraîches entrant dans les séchoirs. Lors du processus de séchage, les plantes perdent 80% de leur poids. Ainsi, 117,6 tonnes de plantes sèches ressortent chaque année des séchoirs.

Il y a 5 séchoirs --> $117,6 / 5 = 23,52$ T

Chaque séchoir doit stocker 23,52 tonnes de plantes séchées.

Les plantes séchées sont conservées dans un espace à l'abri de la lumière et de l'humidité. Elles sont placées dans des sacs alimentaires en kraft eux-mêmes placés dans des fûts qui peuvent être en kraft, plastiques ou métalliques. Les fûts choisis sont des fûts métalliques d'une capacité de

remplissage de 60L, soit 60 kg de denrée.

$23,52 \text{ T} \rightarrow 23\,520 \text{ kg} \rightarrow 23\,520 / 60 = 392$ --> L'espace de stockage de chaque séchoir doit pouvoir accueillir 400 fûts métalliques.

Ces fûts métalliques mesurent 85 cm de hauteur et 30 cm de diamètre

Un fût de diamètre 30 cm prend une place au sol de $0,18 \text{ m}^2$.
 $0,18 \times 400 = 72 \text{ m}^2$

Dimensionnement stockage plantes sèches dans la distillerie

Imaginons que nous souhaitons avoir à proximité de la distillerie la matière première nécessaire pour distiller durant un mois. 8,3 tonnes de plantes séchées sont distillées par mois. Les fûts métalliques dans lesquels sont stockés les plantes sont des fûts de 60L.

$8\,300 \text{ kg} / 60 = 138,33$ --> 140 fûts

Chaque fût a un diamètre de 30 cm et prend une place au sol de $0,18 \text{ m}^2$.

$140 \times 0,18 = 25,2$

ANNEXE 4 - ENSEMBLE DES CALCULS DE DIMENSIONNEMENT DU PROJET

Pour avoir de la matière première nécessaire pour distiller durant un mois, l'espace de stockage doit faire un minimum 25 m².

Reine des prés : 200 à 500 grammes d'huile essentielle pour une tonne de plante fraîche.

Plante séchée : 200 ml d'huile essentielle pour 1 tonne de plante séchée.

$8,3 \times 200 = 1660 \text{ ml} \rightarrow 1,6 \text{ L par mois}$

$1660 / 10 \text{ ml} = 166 \text{ flacons}$

166 flacons de 10 ml d'environ 5 euros : 830 euros/mois

Le stockage des huiles essentielles et de l'hydrolat

La reine des prés a un rendement en huile essentielle de 200 ml pour une tonne de plantes séchées. La distillation de 8,3 tonnes de plantes sèches par mois donne 1,6 L d'huile essentielle.

Le rendement de la reine des prés sèche en hydrolat est de 20 cl pour un kilogramme de plante. Ainsi, la distillation de 8 300 kg de plantes donne 1660 L d'hydrolat.

Ainsi, la capacité de stockage de la distillerie si les

produits restent sur place un mois avant d'être envoyé au point de vente doit être de 2000 L de produits transformés.

Dimensionnement de l'espace de vente (herboristerie) et de l'espace de dégustation

Le point de vente et de dégustation situé dans le centre-bourg d'Ardres est dimensionné pour recevoir une soixantaine de personnes. Chaque espace est dimensionné en fonction de la répartition du nombre de personnes au mètre carré recommandé.

Espace de vente : $60 \text{ personnes} \times 1 \text{ personne/m}^2 = 60 \text{ m}^2$

Espace de dégustation : $60 \times 1,2 = 72 \text{ m}^2$

Espace de cuisine + distribution + laverie = $60 \times 2 = 120 \text{ m}^2$

Espace de stockage : l'espace de stockage doit être beaucoup moins important que celui de la distillerie car une partie de l'hydrolat n'est pas destiné à l'herboristerie. On estime qu'il doit pouvoir accueillir 1000 L de produit ou l'équivalent en produits cosmétiques.

BIBLIOGRAPHIE

LIVRES

BAUER, Gérard. ROUX, Jean-Michel. La rurbanisation ou la ville éparpillée, Paris, Editions du Seuil, 1976.

LEGER, Jean-Michel. MARIOLLE, Béatrice. « Densifier/Dédensifier : Penser les campagnes urbaines », Parenthèses Eds, 2018.

MOREL-JOURNEL, Christelle. MARTINAIS, Emmanuel. DUCHÊNE, François. GAY, George. ROCHER, Laurence. VILLEMAIN, Éric. « Régénérer une petite ville sous double influence métropolitaine : Le cas de Rive-de-Gier (Loire) », Autrement, Editions Flammarion, Paris, 23/11/2022

LAMBERT. « Chronique de Guînes et d'Ardres » (Éd.1855), Hachette Livre, BnF, 2012.

TRAVAUX DE RECHERCHE

BOUKHATEM, Mohamed Nadjib. FERHAT, Amine. KAMELI, Addelkrim. « Méthodes d'extraction et de distillation des huiles essentielles », Revue Agrobiologia, 03/09/2019, (document téléchargé le 18/04/25), [En ligne], Adresse URL : https://agrobiologia.net/online/wp-content/uploads/2020/01/18-1653-1659_-BOUKHATEM-et-al_.pdf

CAMPBELL-RENAUD, Emilie. « L'exploitation des tourbières dans une perspective de développement durable », Maîtrise en environnement, Université de Sherbrooke, septembre 2014

BROCHURES

CLAUDET, Emilie. « Séchage des plantes aromatiques et médicinales », Inter Bio Corse, Fiche technique 2023 (téléchargée le 04/03/25), [En ligne], Adresse URL : https://interbiocorse.org/wp-content/uploads/2025/01/FicheTechnique_PPAM23.pdf

FAO, ITPS. « Recarbonizing Global Soils : A technical manual of recommended management practices », Food and Agriculture Organization, 2021, Vol.6, p.179, (consultée le 22/03/25), [En ligne], Adresse URL : <https://openknowledge.fao.org/items/96dd525e-5737-425a-bb04-9b03a9c26738>

LEROY, Jean-Claude. Président du Département du Pas-de-Calais. « Le programme d'aide en faveur des territoires ruraux : FARDA 2023-2026 », 05/03/24, (consulté le 03/08/24), [En ligne], Adresse URL : <https://www.pasdecalais.fr/farda-le-departement-du-pas-de-calais-sengage-pour-la-ruralite>

TROUILLET, Fabienne. « Revitalisation des centres-bourgs », Agence d'urbanisme de la région angevine, Pôle information-communication-documentation, décembre 2016, (page consultée le 02/03/2025), [En ligne], Adresse URL : https://www.aurangevine.org/fileadmin/user_upload/Production/Exploration_prospective/MEP_centre_bourg.pdf (p.2)

VAUTIER, Pascal. « Et pourtant elle tourbe, voyage au pays des tourbières », Fédération des Conservatoires d'espaces naturels, Pôle-relais tourbières, 2013, (brochure téléchargée le 21/03/25), [En ligne], Adresse URL : <https://reseau-cen-doc.org/>

SITOGRAPHIE

AL COUTEAUX, « Un monde qui s'urbanise de plus en plus », novembre 2019, (vidéo consultée le 14/03/25), [En ligne], Adresse URL : <https://www.bing.com/videos/riverview/relatedvideo?&q=la+rurbanisation&&mid=8BFAF69CBEB5861B0F58BFAF-69CBEB5861B0F5&mmscn=mtsc&aps=39&FORM=VRDGAR>

ARAGAU, Claire. « Le périurbain : un concept à l'épreuve des pratiques », Géoconfluence, avril 2018, (page consultée le 20/03/25), [En ligne], Adresse URL : <https://geoconfluences.ens-lyon.fr/informations-scientifiques/dossiers-regionaux/france-espaces-ruraux-periurbains/articles-scientifiques/periurbain-concept-pratiques>

BIROU, Alain. « Vocabulaire pratique des sciences sociales », 1966, (consulté sur le CNRTL le 08/04/25), [En ligne], Adresse URL : <https://www.cnrtl.fr/definition/urbanisation>

CABAL, Michel. « Les fortifications d'Ardres du Moyen Âge au XIXe siècle », Association Culturelle et Historique d'Ardres (ACHA), Institut de recherches historiques du Septentrion, s.d., (page consultée le 27/03/25), [En ligne], Adresse URL : <https://books.openedition.org/irhis/822>

CLOUCHEZ. « Coulogne-Guînes : la première voie verte du Calaisis », Vélobus Côte d'Opale, Wordpress, 12/03/2016, (consulté le 02/05/25), [En ligne], Adresse URL : <https://velobuscotedopale.wordpress.com/2016/03/12/coulogne-guines-la-premiere-voie-verte-du-calaisis>

CONSEIL DE L'UNION EUROPÉENNE. « Pacte vert pour l'Europe », 21/02/25, (consultée le 24/03/25), [En ligne], Adresse URL : <https://www.consilium.europa.eu/fr/policies/european-green-deal/>

DEGORRE, Arnaud. « Nord-Pas-de-Calais et Picardie : l'influence des grandes aires urbaines », Statistiques de l'INSEE, 13/01/2015, (consulté le 12/04/25), [En ligne], Adresse URL : <https://www.insee.fr/fr/statistiques/1285215>

GÉOCONFLUENCE, « Périurbanisation », octobre 2003, (page consultée le 19/03/25), [En ligne], Adresse URL : <https://geoconfluences.ens-lyon.fr/glossaire/periurbanisation>

« Guînes », histopale (page consultée le 26/03/25), [En ligne], Adresse URL : <https://histopale.net/les-communes/guines-son-histoire/>

LOUF, Jacques. « Le rôle essentiel de l'eau dans l'histoire de Guînes », Société Historique de Guînes, s.d., (page consultée le 27/02/25), [En ligne], Adresse URL : http://musee-guines.fr/leau_et_guines.htm

ROPERO PORTILLO, Sandra. « Tourbière : définition, schéma et tourbières en France », 7 novembre 2023, (consultée le 08/04/25), [En ligne], Adresse URL : <https://www.projetecolo.com/tourbiere-definition-schema-et-tourbieres-en-france-1794.html#:~:text=Les%20tourbi%C3%A8res%20et%20les%20marais%20sont%20deux%20types,des%20sols%20riches%20en%20mati%C3%A8re%20organique%20appel%C3%A9e%20tourbe.>

Site de la mairie d'Ardres, (consulté le 25/03/25), [En ligne], Adresse URL : <https://mairie-ardres.fr/index.php/ville2/reconnaissance-catastrophe-naturelle>

Site de la mairie de Guînes (consulté le 25/03/25), [En ligne], Adresse URL : <https://www.mairie-guines.fr/actualites/guines-sinistres-inondations>

WETLAND INTERNATIONAL. « A definition of paludiculture in the CAP », 18/02/21, (page consultée le 22/03/25), [En ligne], Adresse URL : <https://europe.wetlands.org/publication/what-does-paludiculture-mean-a-definition/>

ICONOGRAPHIE

Figure 1 : « Pourcentage de la population urbaine au fil des siècles ». Production personnelle. Données du diagramme issues de : AL Couteaux, « Un monde qui s'urbanise de plus en plus », novembre 2019, (vidéo consultée le 14/03/25), [En ligne], Adresse URL : <https://www.bing.com/videos/riverview/relatedvideo?&q=la+rurbanisation&&mid=8BFAF69CBE-BA5861B0F58BFAF69CBEBA5861B0F5&mmscn=mtsc&aps=39&FORM=VRDGAR>

Figure 2 : « Une aire urbaine et ses dynamiques ». Production personnelle.

Figure 3 : « Les migrations pendulaires entre la ville-centre et l'espace périurbain ». Production personnelle

Figure 4 : « Organisations spatiales d'un centre-bourg et d'un lotissement pavillonnaire ». Production personnelle. Plans de la commune d'Ardres au 1/5000ème. Données cadastrales géoservices issues du site de l'Institut National de l'information géographique et forestière (IGN), [En ligne], Adresse URL : <https://geoservices.ign.fr/documentation>

Figure 5 : « Développement urbain actuel ». Production personnelle.

Figure 6 : « Développement urbain avec les centres-bourgs revitalisés ». Production personnelle.

Figure 7 : « Le département du Pas-de-Calais : Pôles urbains et centres-bourgs ». Production personnelle. Plan du département du Pas-de-Calais au 1/1 000 000ème. Données cadastrales géoservices issues du site de l'Institut National de l'information géographique et forestière (IGN), [En ligne], Adresse URL : <https://geoservices.ign.fr/documentation>

Figure 8 : « Les centres-bourgs d'Ardres et de Guînes dans la couronne périurbaine de Calais ». Production personnelle. Plan au 1/200 000ème. Données cadastrales géoservices issues du site de l'Institut National de l'information géographique et forestière (IGN), [En ligne], Adresse URL : <https://geoservices.ign.fr/documentation>

Figure 9 : « Plan du bourg d'Ardres en 1745 ». CABAL, Michel. Extrait du guide « Ardres et son patrimoine », Association Culturelle et Historique d'Ardres (ACHA), 2012, p. 17, (page consultée le 27/03/25, [En ligne], Adresse URL : <https://books.openedition.org/irhis/822>

Figure 10 : « Le bourg de Guînes en 1550 durant l'occupation anglaise ». Archive du British Museum, extraite de LOUF, Jacques. « Le rôle essentiel de l'eau dans l'histoire de Guînes », Société Historique de Guînes, s.d., (page consultée le 27/02/25), [En ligne], Adresse URL : http://musee-guines.fr/leau_et_guines.htm

Figure 11 : « Les anciens rivages du nord de la France entre la transgression Flandrienne (-9000 -3000 avant JC) et la transgression Dunkerquienne (4ème siècle après JC) ». Musée de Guînes. Guînes et les rivages anciens, extrait de LOUF, Jacques. « Guînes, des origines à nos jours », 2007, (page consultée le 27/02/25), [En ligne], Adresse URL : http://musee-guines.fr/rivages_anciens.htm

Figure 12 et 13 : « L'eau au coeur de l'économie ». Cartes postales issues de : LOUF, Jacques. « Le rôle essentiel de l'eau dans l'histoire de Guînes », Société Historique de Guînes, s.d., (page consultée le 27/02/25), [En ligne], Adresse URL : http://musee-guines.fr/leau_et_guines.htm

Figure 14 : « Exploitation de la tourbe au Noirrupt (Vosges, France) ». VAUTIER, Pascal. « Et pourtant elle tourbe, voyage au pays des tourbières », Fédération des Conservatoires d'espaces naturels, Pôle-relais tourbières, 2013, (brochure téléchargée le 21/03/25), [En ligne], Adresse URL : <https://reseau-cen-doc.org/>

Figure 15 : « Dégradation de la tourbière à Baupte (Manche, France) à cause de l'extraction de tourbe ». VAUTIER, Pascal. « Et pourtant elle tourbe, voyage au pays des tourbières », Fédération des Conservatoires d'espaces naturels, Pôle-relais tourbières, 2013, (brochure téléchargée le 21/03/25), [En ligne], Adresse URL : <https://reseau-cen-doc.org/>

Figure 16 : « Les tourbières entre Ardres et Guînes ». Production personnelle. Plan au 1/50 000ème. Données cadastrales géoservices issues du site de l'Institut National de l'information géographique et forestière (IGN), [En ligne], Adresse URL : <https://geoservices.ign.fr/documentation>

Figure 17 : « Les bilans hydriques positifs favorables à l'apparition de tourbières ». Illustration de François GENEVRIER, issue de : AUGÉ, JC. « Tourbières et collectivités territoriales », Fédération des Conservatoires d'espaces naturels, Pôle-relais tourbières, 2013, (brochure téléchargée le 21/03/25), [En ligne], Adresse URL : <https://reseau-cen-doc.org/>

Figure 18 : « Répartition des tourbières dans le monde ». Production personnelle. Données issues de la Fédération des Conservatoires d'espaces naturels, Pôle-relais tourbières, 2013, (brochure téléchargée le 21/03/25), [En ligne], Adresse URL : <https://reseau-cen-doc.org/>

Figure 19 : « Potentialités de présence des tourbières régionales ». Cartographie réalisée par Marie HERAUDE. Issue de : MARESCAUX, Quentin. LEBRUN, Jérémy. GAUDIN, Guillaume. « Plan régional d'actions en faveur des tourbières des Hauts-de-France 2022-2031 », Conservatoires d'espaces naturels, Pôle-relais tourbières, décembre 2021, (brochure téléchargée le 19/03/25), [En ligne], Adresse URL : <https://www.cen-hautsdefrance.org/projets-en-cen/plan-regional-d-action-en-faveur-des-tourbieres-des-hauts-de-france#:~:text=Lepland'actiona,acteurspouvantagir>

Figure 20 : « Les services écosystémiques des tourbières ». Production personnelle.

Figure 21 : « Les dangers qui pèsent sur les tourbières ». Production personnelle.

Figure 22 : « Les possibilités d'utilisation des plantes paludicoles ». Production personnelle.

Figure 23 : « Les tourbières drainées : type de production et impacts sur l'environnement ». Wetland International. « A definition of paludiculture in the CAP », 18/02/21, (page consultée le 22/03/25), [En ligne], Adresse URL : <https://europe.wetlands.org/publication/what-does-paludiculture-mean-a-definition/>

Figure 24 : « Les tourbières avec paludiculture : type de production et impacts sur l'environnement ». Wetland International. « A definition of paludiculture in the CAP », 18/02/21, (page consultée le 22/03/25), [En ligne], Adresse URL : <https://europe.wetlands.org/publication/what-does-paludiculture-mean-a-definition/>

Figure 25 : « Paludiculture de plantes aromatiques et médicinales autour d'un parcours entre Ardres et Guînes ». Production personnelle. Plan au 1/30 000ème. Données cadastrales géoservices issues du site de l'Institut National de l'information géographique et forestière (IGN), [En ligne], Adresse URL : <https://geoservices.ign.fr/documentation>

Figure 26 : « Répartition des séchoirs de plantes aromatiques et médicinales ». Production personnelle. Plans au 1/5000ème. Données cadastrales géoservices issues du site de l'Institut National de l'information géographique et forestière (IGN), [En ligne], Adresse URL : <https://geoservices.ign.fr/documentation>

Figure 27 : « Les espèces paludicoles des tourbières des Hauts-de-France »

Ache des marais : <https://nature-comestible.fr/ache-des-marais-reconnaitre-cueillir-et-savourer-cette-plante-sauvage/>

Angélique : <https://www.herboristerieduvalmont.com/mes-remedes-naturels/4754-angelique-bienfaits-utilisations-et-contre-indications>

Ményanthe : <https://www.promessedefleurs.com/vivaces/vivaces-de-bassin/vivaces-aquatiques/menyanthes-trifoliata.html>

Reine des prés : <https://therapeutesmagazine.com/reine-des-pres/>

Figure 28 : « Les propriétés des plantes cultivées ». Production personnelle. Données du tableau issues de : CAUDRON, André. FOUCAULT, Bruno. « Les plantes des zones humides et leurs usages thérapeutiques », 2008. Le châtel des vivaces, Description botanique et fiche technique du ményanthe, s.d., (consultée le 13/03/25), [En ligne], Adresse URL : <https://www.le-chatel-des-vivaces.com/plantes-aquatiques/729-menyanthes-trifoliata.html> Dieti Natura, Fiche de synthèse de la Reine des prés, s.d., (consultée le 13/03/25), [En ligne], Adresse URL : <https://www.dieti-natura.com/plantes-actifs/reine-des-pres.html>

Figure 29 : « Les différents habitats des tourbières alcalines ». Life Anthropofens. « Répartition des 6 habitats naturels cibles au sein d'une tourbière alcaline », Conservatoire d'Espaces Naturels des Hauts-de-France, s.d., (consulté le 20/04/25), [En ligne], Adresse URL : <https://www.life-anthropofens.fr/les-tourbieres/les-6-habitats-cibles/>

Figure 30 : « Schéma d'un séchoir « caisson » ». Production personnelle. Schéma inspiré de : CLAUDET, Emilie. « Séchage des plantes aromatiques et médicinales », Inter Bio Corse, Fiche technique 2023 (téléchargée le 04/03/25), [En ligne], Adresse URL : https://interbiocorse.org/wp-content/uploads/2025/01/FicheTechnique_-PPAM23.pdf

Figure 31 : « Schéma de fonctionnement d'un capteur solaire dans une armoire à claies ». Production personnelle. Schéma inspiré de : CLAUDET, Emilie. « Séchage des plantes aromatiques et médicinales », Inter Bio Corse, Fiche technique 2023 (téléchargée le 04/03/25), [En ligne], Adresse URL : https://interbiocorse.org/wp-content/uploads/2025/01/FicheTechnique_-PPAM23.pdf

Figure 32 : « Schéma de fonctionnement d'un déshumidificateur ». Production personnelle. Schéma inspiré de : CLAUDET, Emilie. « Séchage des plantes aromatiques et médicinales », Inter Bio Corse, Fiche technique 2023 (téléchargée le 04/03/25), [En ligne], Adresse URL : https://interbiocorse.org/wp-content/uploads/2025/01/FicheTechnique_-PPAM23.pdf

Figure 33 : « Conditionnement des plantes aromatiques et médicinales ». Images extraites de : CLAUDET, Emilie. « Séchage des plantes aromatiques et médicinales », Inter Bio Corse, Fiche technique 2023 (téléchargée le 04/03/25), [En ligne], Adresse URL : https://interbiocorse.org/wp-content/uploads/2025/01/FicheTechnique_-PPAM23.pdf

Figure 34 : « Schéma du processus d'extraction d'huile essentielle à la vapeur d'eau ». Production personnelle inspirée du schéma d'Aura industrie, (consulté le 12/04/25), [En ligne], Adresse URL : <https://distillateur-inox.fr/quel-distillateur/aide-au-choix/>

Figure 35 : « Tableau de dimensionnement des alambics ». Tableau extrait du site Alambic en cuivre, (consulté le 12/04/25), [En ligne], Adresse URL : <https://www.alambicencuivre.com/quel-volume-dalambic>