



Edition
2024

PRODUIRE DU HOUBLON EN HAUTS-DE-FRANCE



Le SOMMAIRE

1	LE HOUBLON	4 - 6
	1. La plante : <i>Humulus lupulus</i> L.	4
	2. Les principaux usages du houblon	5
	3. La composition des cônes	5
2	LE HOUBLON DANS LE MONDE, EN FRANCE ET EN HAUTS-DE-FRANCE	7 - 9
	1. Le houblon dans le monde	7
	2. Le houblon en France	8
	3. Les Hauts-de-France, une région de production historique	9
3	LES ACTEURS DE LA FILIÈRE EN HAUTS-DE-FRANCE ...	10 - 12
4	LES VARIÉTÉS DE HOUBLON	13 - 16
	1. Des spécificités à connaître	13
	2. Les critères de choix d'une variété	14
	3. Les variétés cultivées en Hauts-de-France	15
5	LA STRUCTURE D'UNE HOUBLONNIÈRE	17 - 19
	1. L'échafaudage	17
	2. Les différents types de houblonnières	18
	3. La hauteur d'une houblonnière	19
6	LES CRITÈRES DE CHOIX DE LA PARCELLE	20
7	L'ITINÉRAIRE TECHNIQUE DU HOUBLON	21 - 35
	1. Généralités	21
	2. La plantation	23
	3. La taille	23
	4. La mise en place des fils	24
	5. La mise au fil	24
	6. La gestion de la fertilité du sol	25
	7. Le travail du sol	27
	8. Le suivi sanitaire	27
	9. Les besoins en eau et l'irrigation	31
	10. La récolte	32
	11. Le séchage	33
	12. Du stockage à la commercialisation	35
8	LA CERTIFICATION DES HOUBLONS	36 - 37
9	LE MATÉRIEL DU HOUBLONNIER	38 - 39
	1. Le matériel de culture	38
	2. Le matériel de récolte	39
10	INDICATEURS TECHNIICO-ÉCONOMIQUES	40 - 41
	1. Les charges	40
	2. Les aides en région Hauts-de-France	41



Le PRÉAMBULE

Les Hauts-de-France sont une région historique de production du houblon en France. Après avoir connu une forte baisse du nombre de producteurs (il ne restait que 6 planteurs dans les années 2010), la filière retrouve des couleurs. Le développement des brasseries dans la région, qu'elles soient artisanales ou industrielles et l'engouement de celles-ci pour l'approvisionnement local ont permis de redynamiser le marché régional. Désormais, les producteurs historiques agrandissent leurs parcelles et de nouveaux producteurs s'installent notamment en agriculture biologique.

Ce livret prend son origine dans le cadre du projet "Préservation et valorisation des variétés locales et sauvages de houblons des Hauts de France". Celui-ci est porté par l'Université de Lille (UMRt BioEcoAgro), via des financements européens et régionaux. Réalisé avec plusieurs partenaires de la région, ce projet vise notamment à caractériser le potentiel brassicole des houblons sauvages présents en région Hauts-de-France, et à développer la production de houblon régionale.

Ce livret décrit de manière générale les techniques de production houblonnières des Hauts-de-France, avec leurs spécificités locales et historiques (variétés, double tuteurage, organisation des acteurs locaux...). Elles diffèrent, pour certains aspects, des techniques utilisées en Alsace où est concentrée la majeure partie de l'activité française ou de celles des néo-houblonniers, nouveaux producteurs s'installant dans d'autres bassins de production français.

Ce recueil de connaissances continuera d'évoluer au fil du temps, via les expériences acquises. Il s'adresse aux houblonniers et aux porteurs de projets d'installation en houblon en Hauts-de-France, et de façon plus générale, à toute personne s'intéressant à la culture du houblon.

Les financeurs du projet :



Les partenaires techniques du projet :



Avec la participation de :



Auteurs :

Aurélien Honoré et Anne-Hélène Martin - Chambre d'agriculture du Nord-Pas de Calais ; Gabriel Lefèvre et Céline Rivière - Université de Lille



2/ LES PRINCIPAUX USAGES DU HOUBLON

Le houblon est une plante d'intérêt pour plusieurs usages. Connue pour son utilisation en brasserie, il est également intéressant pour une utilisation dans le domaine pharmaceutique.

1/ LA PLANTE : *Humulus lupulus* L.

Le houblon est une plante de la famille des Cannabaceae. Il s'agit d'une plante volubile sans vrille, vivace, qui atteint environ 6 m. Cette liane s'enroule à l'aide de poils crochus situés aux angles de la tige autour de tout support disponible tels que végétation ou fil de culture, dans le sens des aiguilles d'une montre.

Cette liane herbacée à tige rude est dioïque, c'est-à-dire que les fleurs mâles et femelles sont généralement portées sur des plants différents, même si des cas d'hermaphrodisme existent.

Les inflorescences femelles sont en cônes formés d'involucre foliacé membraneux et présentent contrairement

aux inflorescences mâles un grand nombre de glandes à lupuline, constituant de ce fait le produit commercial. Les fleurs mâles produisent de grandes quantités de pollen transporté par le vent. Les pieds sauvages mâles poussant à proximité des houblonnières sont en général éliminés afin d'éviter la fécondation des fleurs

femelles et la production de graines. Ces graines ne sont pas souhaitées car elles diminuent la qualité du produit final. Les feuilles très rudes au toucher peuvent être entières cordées à profondément palmatifides généralement à 3-5, voire 7 lobes (Tison & de Foucaut 2014, Lauber, Wagner & Gyax 2018, Neve 1991).

USAGES BRASSICOLES :

En Hauts-de-France, la quasi-totalité du houblon produit sert à la fabrication de bière. Il faut, en moyenne 120 g de cônes secs pour faire un hectolitre de bière. Certaines bières, notamment les IPA contiennent 300 à 500 g de houblon et parfois plus par hectolitre. Le houblon peut être utilisé sous forme de cônes, de pellets, mais aussi sous forme d'extraits.

Le houblon confère arômes et amertumes à la bière, mais présente également des propriétés bactériostatiques empêchant le développement de germes nuisibles à la qualité de la bière. Enfin, le houblon a aussi un impact sur d'autres paramètres tels que la tenue de la mousse ou le trouble.

USAGES PHARMACEUTIQUES :

Certaines préparations à base de cônes de houblon ont un usage traditionnel reconnu par l'Agence Européenne du Médicament pour soulager les symptômes légers de stress mental et pour favoriser le sommeil (EMA, 2014). Le houblon est aussi traditionnellement employé pour lutter contre les troubles digestifs fonctionnels et pour stimuler l'appétit.

Cette plante est par ailleurs reconnue pour un certain nombre de ses activités biologiques, notamment antimicrobiennes, anti-oxydantes et anti-inflammatoires. Le houblon peut être utilisé pour lutter contre certains symptômes de la ménopause.

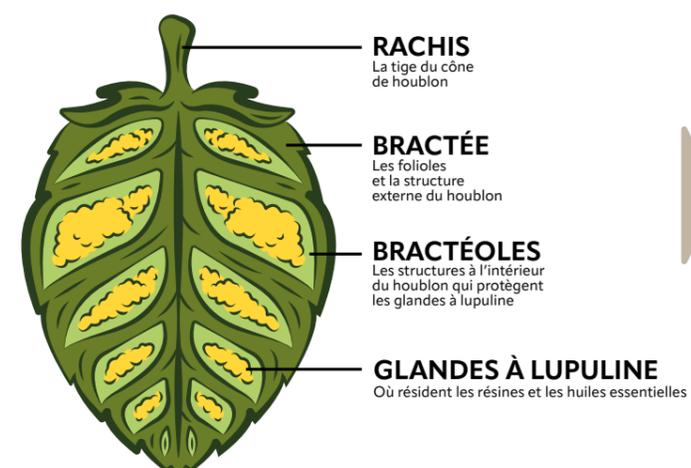
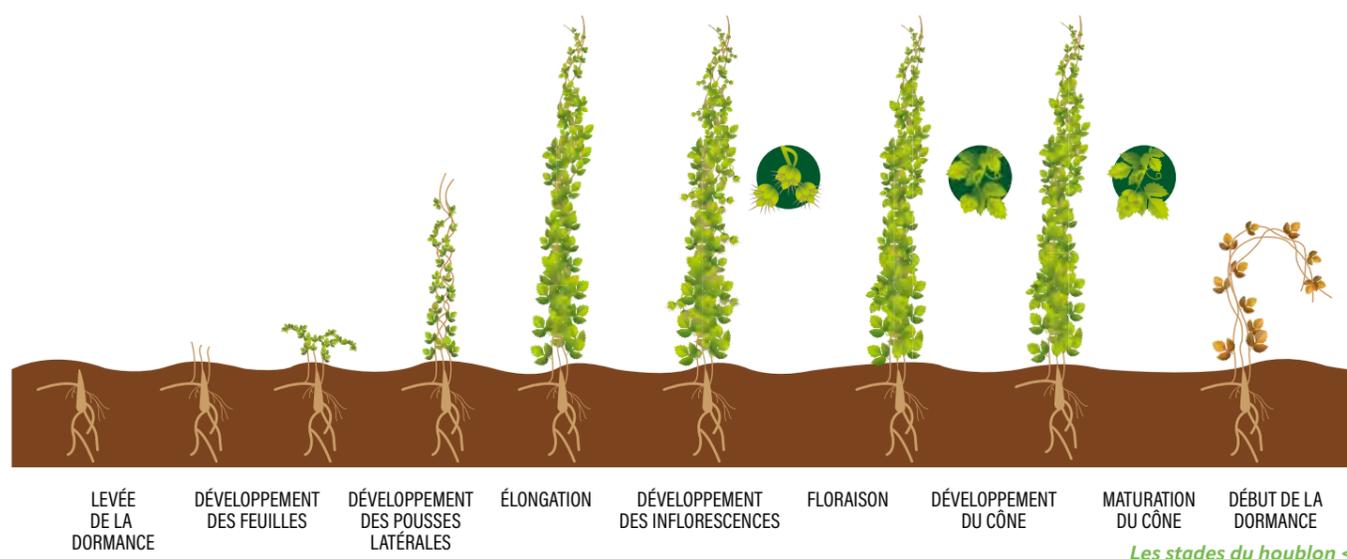
Cette activité pharmacologique est en particulier liée à la 8-prénylnaringénine reconnue comme un puissant phytoestrogène. Enfin, des études précliniques plus récentes montrent aussi des effets protecteurs du houblon, et en particulier du xanthohumol, contre les maladies cardiovasculaires et le diabète de type 2 (Bocquet et al., 2018).

D'autres débouchés potentiels existent tels que la cosmétique, les compléments alimentaires, le textile ou le biocontrôle. Ces débouchés sont parfois moins connus et dans certains cas en cours d'investigations.

Lors de sa croissance active au printemps, les tiges peuvent croître de 8 à 10 cm par jour. En Hauts-de-France, la floraison a lieu en juillet et le développement des cônes, ou conaison, en août. Une souche en conditions d'exploitation peut rester en place une trentaine d'années.

3/ LA COMPOSITION DES CÔNES

Les glandes à lupuline et huiles essentielles situées à la base des cônes de houblon concentrent la production de composés d'intérêt pour le brassage. Ce sont les résines amères qui pèsent pour 5 à 20% du poids des cônes matures.



COMPOSITION	TENEUR (%)
Résines totales	15-30
Huile essentielle	0.5-3
Protéines	15
Monosaccharides	2
Tanins	4
Pectines	2
Acides aminés	0.1
Cires	Traces-25
Cendres	8
Humidité	10
Cellulose, etc	43

> Le cône de houblon. (Source : <http://www.rolling-beers.fr>)

> Composition d'un cône de houblon (Source : Almaguer et al., 2014)

On y trouve, entre autres :

- des acides amers dits alpha (humulone, cohumulone, adhumulone...) et bêta (lupulone, colupulone, adlupulone...) qui sont des acylphloroglucinols prénylés. Les acides alpha isomérisés en acides iso-alpha au cours du brassage, solubles dans l'eau, sont particulièrement recherchés pour l'amertume qu'ils apportent à la bière.

- des huiles essentielles, qui comprennent plus de 400 molécules représentées par des monoterpènes et sesquiterpènes non-oxygénés (principalement β -myrcène, α -humulène et β -caryophyllène) et oxygénés, des hydrocarbures, ainsi que des composés aromatiques soufrés précurseurs de thiols conférant à la

bière d'autres notes aromatiques. Le β -myrcène est le monoterpène majoritaire (30 à 60 % de l'huile essentielle de houblon). L' α -humulène et le β -caryophyllène peuvent représenter jusqu'à 51 % et 15 % de l'huile essentielle respectivement (Bocquet et al., 2018).

Ces deux composés sont généralement utilisés comme marqueurs de la qualité aromatique du houblon.

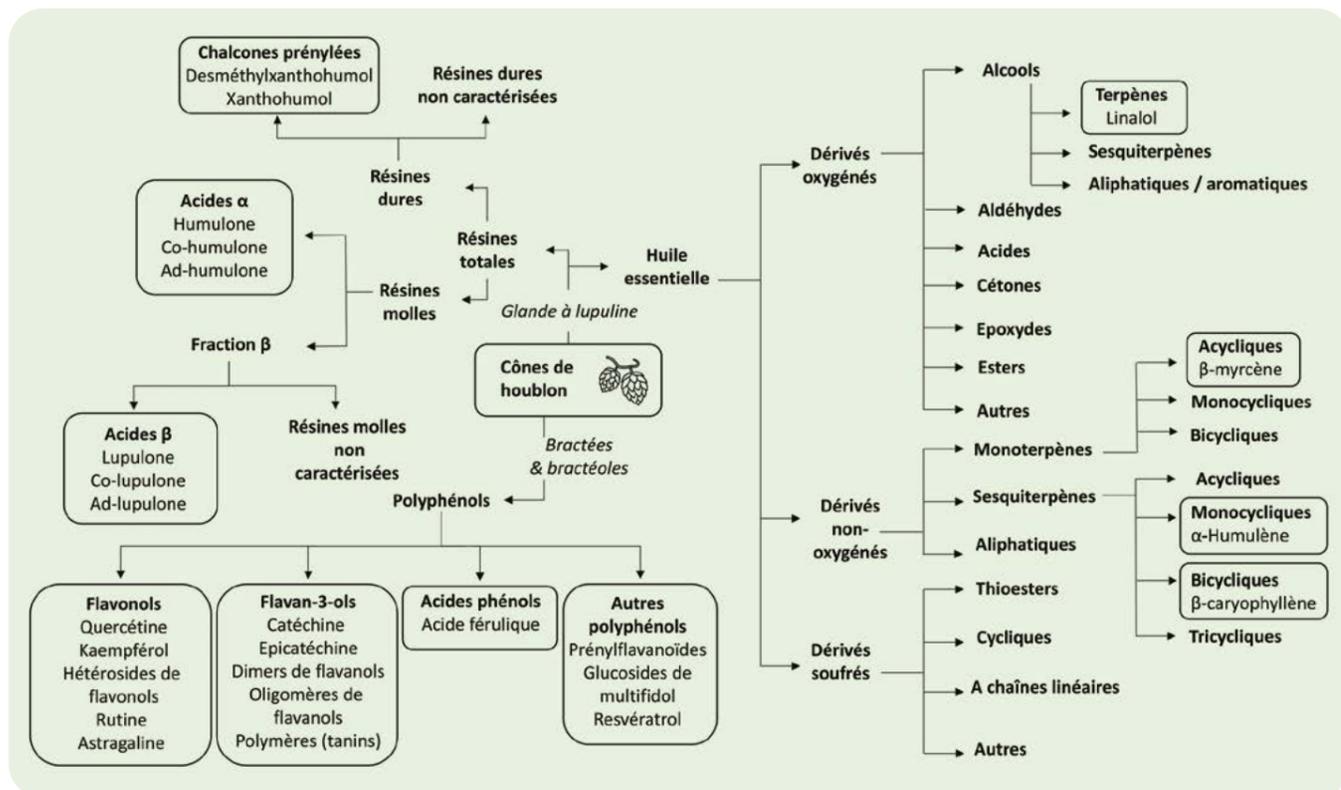
D'autres terpènes peuvent aussi être quantifiés comme le *trans*- β -farnésène, sesquiterpène acyclique, utilisé comme indicateur pour déterminer si un houblon possède des caractéristiques "nobles" ou le linalol, alcool monoterpénique.

- des flavonoïdes prénylés, en

particulier chalcones (xanthohumol et dérivés) et flavanones (6- et 8-prénylnaringénine, isoxanthohumol).

- d'autres polyphénols plus classiques (flavonols, flavan-3-ols et tanins, acides phénols...)

- des protéines.



La composition d'un cône de houblon. (Source : Université de Lille, d'après Paguet et al., 2022) <

Les paramètres génétiques influent sur la composition chimique du houblon. Une variété présente des arômes distincts d'une autre. Chaque variété peut être caractérisée par son profil aromatique.

2 Le HOUBLON dans le monde, en France et en Hauts-de-France



1/ LE HOUBLON DANS LE MONDE

Les surfaces consacrées au houblon au niveau mondial ont progressé depuis 2013, pour un total de 62 802 ha en 2022, associées à la recherche de cultivars plus aromatiques riches en huiles essentielles et moins amers. Aujourd'hui, les principales zones de culture du houblon sont situées dans l'hémisphère nord, en Europe (Allemagne, République tchèque, Pologne et Slovaquie), représentant 52% de la superficie mondiale (32 418 ha) et aux États-Unis (25 156 ha). Il existe aussi une production non-négligeable en Chine (2 424 ha), ainsi qu'en Nouvelle-Zélande (1 400 ha) et en Australie (919 ha) pour l'hémisphère sud. La France est actuellement le 10e producteur mondial (BaartHaas, 2023).

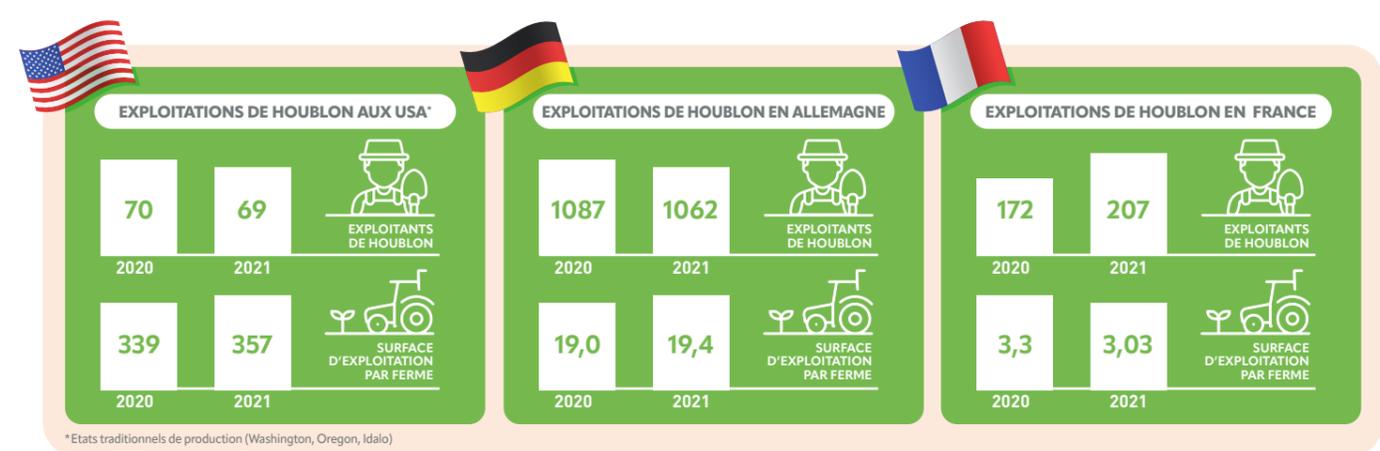
La production mondiale de houblon était estimée à 106 584 tonnes en

2022 (48 997 tonnes en Europe), correspondant à une production de 10 835 tonnes d'acides alpha (14 173 tonnes en 2021). Ainsi, malgré une très faible diminution des surfaces au niveau mondial en 2022 (-0,2%), la production mondiale de houblon a par contre assez fortement chuté (-18,5%), impactant fortement l'Union Européenne en raison du dérèglement climatique avec une période de sécheresse accrue (BaartHaas, 2023). Le réchauffement climatique conduit à une hétérogénéité de la production d'une année à l'autre et est devenu une problématique non négligeable. Des modèles prédictifs annoncent un déclin de 4 à 18% des rendements de houblon et de 20 à 31% des teneurs en alphas d'ici 2050 en Europe. Des mesures d'adaptation sont ainsi préconisées par certaines études comme l'irrigation, l'ombrage, le déplacement de plantations entre

régions et l'augmentation des surfaces en variétés de houblons aromatiques d'au moins 20% en Europe (Mozny et al., 2008 et 2023).

Les systèmes de production des pays producteurs sont assez divers. Les surfaces moyennes d'exploitations varient de quelques ha à plusieurs centaines en fonction des pays producteurs.

Ainsi, en 2021, d'après le rapport BaartHaas, le système de production américain totalisait 24 633 ha de houblons répartis en 69 exploitations de 357 ha en moyenne. L'Allemagne totalisait une surface assez proche de celle des États-Unis, avec 20 602 ha, mais répartis très différemment en 1062 exploitants de 19,9 ha. La France de son côté totalisait 627 ha répartis en 207 exploitations de 3,03 ha en moyenne.

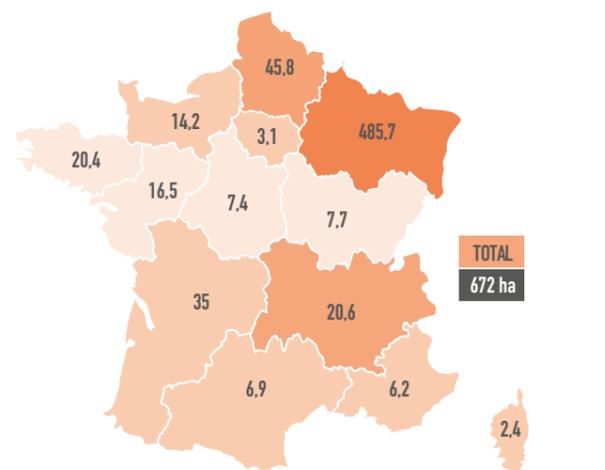


Nombre d'exploitants de houblon et surface d'exploitation par ferme aux USA, en France et en Allemagne < (Source : Rapport BartHaas 2021/2022)

2/ LE HOUBLON EN FRANCE

En 2021, la France totalisait 957 tonnes sur 629 ha répartis en 207 exploitations de 3.03 ha en moyenne. Depuis quelques années, la culture du houblon s'est répandue dans d'autres régions de France, mais les surfaces de production de houblon les plus importantes sont retrouvées dans les 2 régions historiques : Grand Est (72,3% des surfaces) et Hauts-de-France (6,8% des surfaces) (FranceAgriMer, 2022 ; Interhoublon, 2022).

RÉGION	SURFACE EN HECTARES	% SURFACE FRANÇAISE
Grand Est	485,7	72,3
Hauts-de-France	45,8	6,8
Nouvelle Aquitaine	35	5,2
Auvergne Rhône-Alpes	20,6	3,1
Bretagne	20,4	3,0
Pays de la Loire	16,5	2,5
Normandie	14,2	2,1
Bourgogne Franche-Comté	7,7	1,1
Centre Val de Loire	7,4	1,1
Occitanie	6,9	1,0
Provence Alpes-Côte d'Azur	6,2	0,9
Île de France	3,1	0,5
Corse	2,4	0,4
France	671,9	100%



Source: ASP, TéléPac, ASP, Elaboration < FranceAgriMer, données 2022

> Surfaces de houblon cultivées dans les différentes régions de France (en hectares) et pourcentages de de surface française (source : FranceAgriMer, 2022).

Le marché du houblon est un marché mondialisé, soumis aux fluctuations de prix. Le XX^{ème} siècle a été marqué par des périodes de surproduction qui ont contribué à l'affaiblissement de la production française. Cette production a été divisée par 10 par rapport à 1910 où la France totalisait 7 000 ha de production. Dans les années 2000, les coopératives de production de houblon en Alsace et en Flandre française se sont interrogées sur l'avenir de la filière. En 2008, suite à un changement de stratégie de son principal client, la coopérative alsacienne a ainsi perdu un grand nombre de producteurs, contraints d'arracher leurs houblonniers. Dans le Nord, seuls 7 producteurs sont restés en activité, derniers défenseurs d'une tradition bien ancrée malgré les difficultés de la filière.

Heureusement, à partir des années 2010/2015, la tendance s'est inversée; la mode craft beer ou bière artisanale et les bières fortement houblonnées type IPA issues des Etats-Unis ont gagné en popularité dans le Monde et en

France. Le nombre de micro-brasseries artisanales a fortement augmenté, avec jusqu'à 1 nouvelle brasserie créée par jour en France. La France était en 2022 le premier pays européen en nombre de brasseries, avec environ 2 500 brasseries en activité dans tous les départements français métropolitains et d'Outre-mer, et plus de 10 000 références de bières différentes. 70% des bières consommées en France sont produites en France (Brasseurs de France, 2022). Parmi ces brasseries, nombre d'entre elles souhaitent s'approvisionner en houblon local et/ou issu de l'agriculture biologique. Par voie de conséquence, la demande en houblon s'accroît de manière soutenue mais le marché se tend car l'offre française est faible. Pour pallier cette pénurie, l'importation de houblon est importante, principalement d'Amérique du Nord pour les houblons aromatisés ainsi que d'Allemagne pour les houblons amérissants.

Pour répondre à cette demande forte en houblons français, de nouveaux

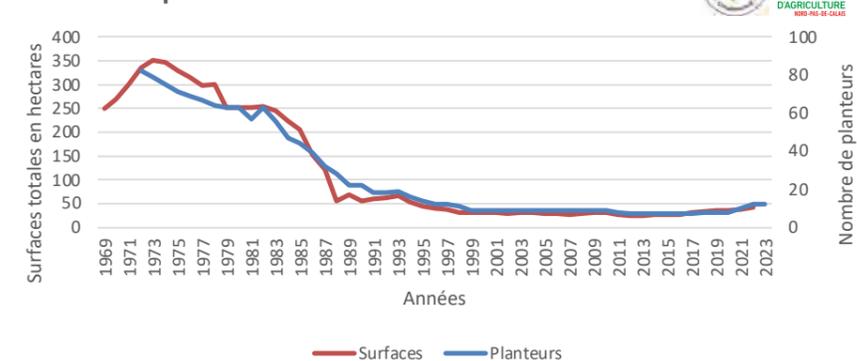
producteurs s'installent, sur un schéma un peu différent des exploitations historiques : souvent sur de petites surfaces et en agriculture biologique, assez peu mécanisées, et cherchant le maximum de valeur ajoutée. Ils ne sont d'ailleurs pas tous issus du milieu agricole, certains sont en reconversion professionnelle ou en double activité. Cet engouement est observé dans toutes les régions françaises. Ils sont communément appelés les néo-houblonniers. Absente il y a 15 ans, la production en agriculture biologique se développe donc au niveau national : les surfaces conduites en agriculture biologique représentent 204 ha en 2021, dont 35% en conversion (Interhoublon 2022 ; Agence Bio, chiffres 2021).

Le houblon français produit est utilisé majoritairement par les brasseries françaises, mais un peu moins de 40% de cette production, essentiellement alsacienne, est tout de même exportée vers l'Europe, l'Amérique du Nord ou encore l'Asie (Interhoublon, 2022).

3/ LES HAUTS-DE-FRANCE, UNE REGION DE PRODUCTION HISTORIQUE

La région Hauts-de-France est la deuxième région productrice de houblon après la région Grand-Est et est une région historique pour la production de houblon avec plus de 1000 ha au début du XX^{ème} siècle (Ducloux, 1910), contre 35 ha en 2020. Dans le département du Nord, plusieurs centaines d'ha étaient cultivés dans les Flandres et plusieurs centaines dans le Cambrésis, pour approvisionner les nombreuses brasseries qui existaient alors dans presque chaque village. Ils étaient encore 75 producteurs pour 350 hectares dans les années 1970 (Coophounord, 2022).

Evolution des surfaces de houblon et du nombre de planteurs en Hauts-de-France



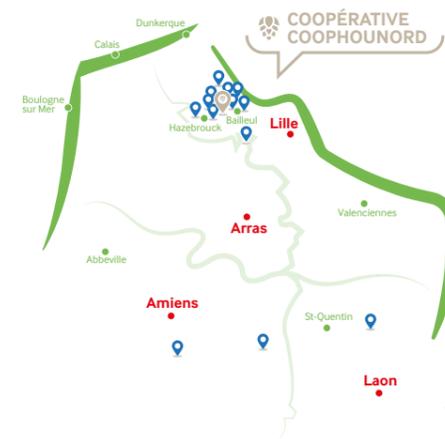
Evolution du houblon en Hauts-de-France < (Source : Coophounord mise en forme Chambre d'Agriculture Nord-Pas de Calais)

Aujourd'hui, la demande en houblon local favorise l'installation de nouveaux exploitants et l'agrandissement des parcelles existantes.

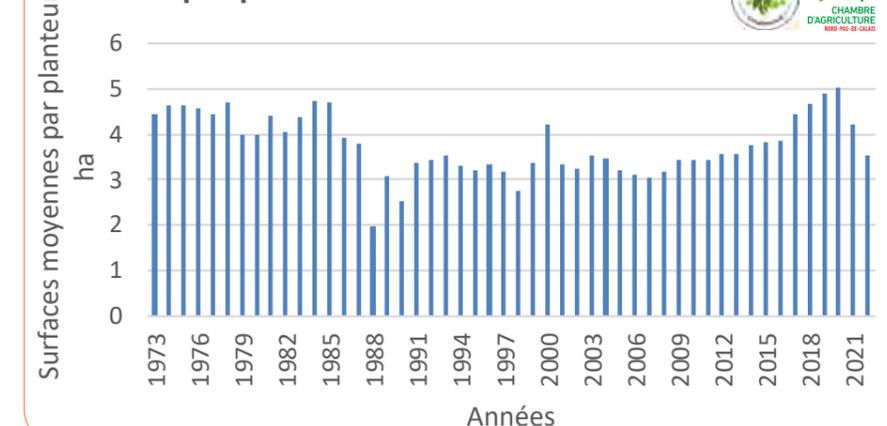
En 2024, la Région Hauts-de-France compte 13 houblonniers pour 50 hectares, dont :

- 37 hectares pour 6 houblonniers en agriculture conventionnelle.
- 13 hectares pour 7 houblonniers en agriculture biologique.

Désormais, on retrouve des producteurs dans 4 des 5 départements de la région.



Evolution des surfaces moyennes de houblon par planteur en Hauts-de-France



Surface moyenne par planteur en Hauts-de-France < (Source : Chambre d'Agriculture du Nord-Pas de Calais)

Malgré l'évolution de la mécanisation, et à l'inverse des grands pays producteurs, la surface moyenne de houblon dans la région est restée stable avec environ 3,5 hectares par exploitation. On note cependant une disparité des surfaces cultivées par producteur pouvant aller de 1 à 10 hectares.

> Répartition des producteurs en région (Source : Chambre d'Agriculture du Nord-Pas de Calais)

Les ACTEURS de la filière en Hauts-de-France



7,3 millions d'hectolitres de bière sont produits en Hauts-de-France, soit 33,5% de la production brassicole nationale. La région Hauts-de-France est classée 2^{ème} région brassicole de France avec environ 200 brasseries.

Région historique de production de houblon et de bière, tous les maillons de la filière brassicole, de l'amont à l'aval (producteurs de houblon et de céréales, malteurs, levuriers, brasseurs) sont présents sur le territoire des Hauts-de-France.

Plusieurs acteurs travaillent en région, aux côtés de producteurs de houblon, pour créer un écosystème favorable au développement de cette production :



La Coopérative houblonnière du Nord

Principal acteur de la filière, la CoopHounord (Coopérative houblonnière du Nord), dont le président actuel est Yvon Pruvost, commercialise depuis 1978 la quasi-totalité (> 97%) du houblon produit en région. Elle regroupe onze producteurs dont la production avoisine les 50 à 70 tonnes par an, selon les années, pour une surface de 47ha en 2023. Son siège est à Berthen dans le département du Nord.

Son bassin de production se situe sur toute la région Hauts-de-France dont la petite région naturelle des Flandres intérieures, son bassin historique.

La coopération permet aux producteurs de mutualiser la certification, la commercialisation, des moyens humains, du matériel, des compétences techniques...

Elle apporte également du lien humain entre les producteurs.

(<https://www.facebook.com/Pruvost.Yvon/>)

Le Syndicat des planteurs du Nord

En partenariat privilégié avec la coopérative, le Syndicat des planteurs du Nord représente les producteurs au sein de l'interprofession et des différentes instances. Il assure également un rôle de défense des producteurs.

Les Chambres d'Agriculture des Hauts-de-France

La Chambre d'Agriculture du Nord-Pas de Calais assure plusieurs missions transversales au service des producteurs et participe à plusieurs projets en région. Ses missions sont d'accompagner les producteurs via la mise à disposition d'un conseiller houblon, d'accompagner les porteurs de projets souhaitant s'installer dans le houblon, de proposer des formations de découverte pour les porteurs de projet.

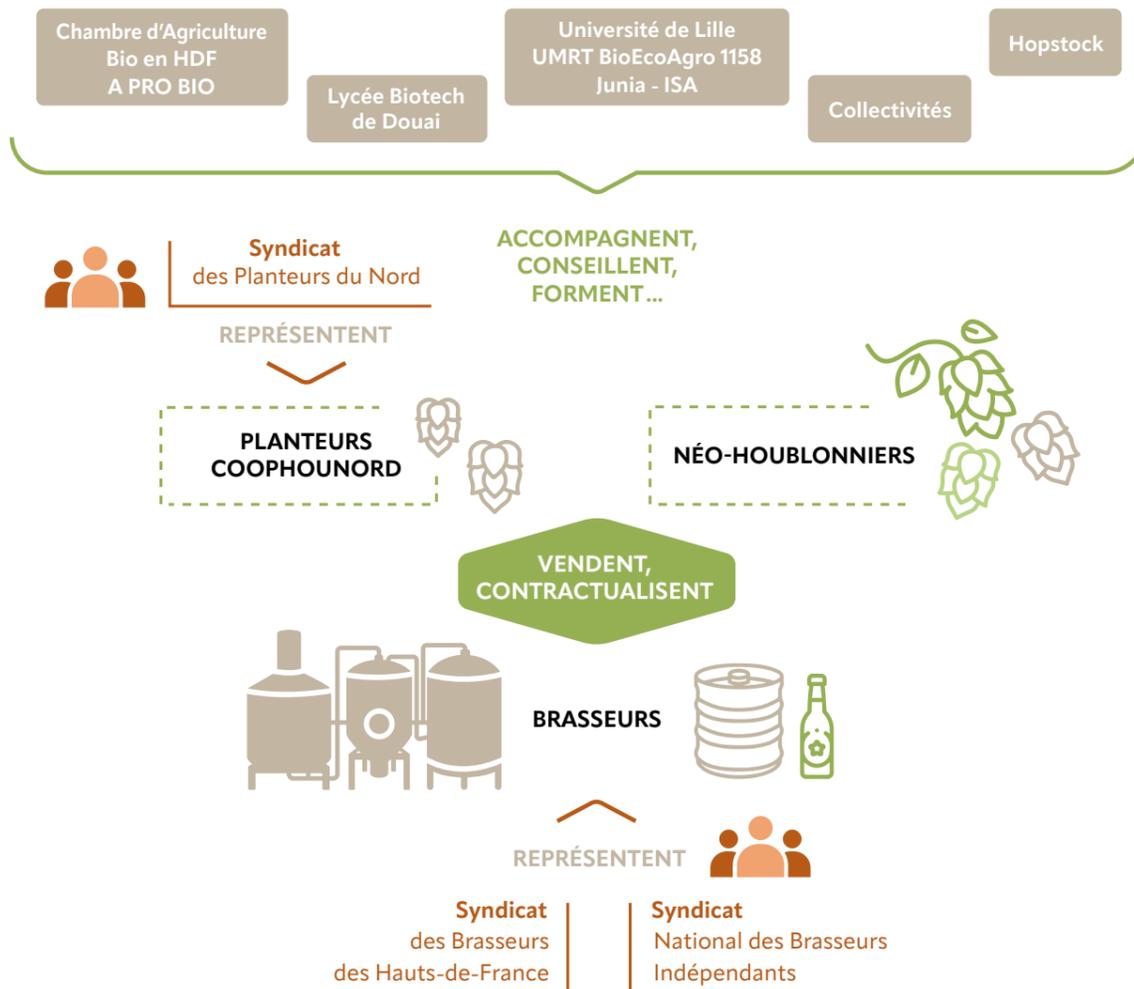
Via le Comité de Promotion, elle participe également au développement de la filière houblon au niveau régional ou national, en prenant part à différents projets tels que le projet « Préservation et valorisation des variétés locales et sauvages de houblons des Hauts-de-France » (financement FEADER), ou encore le projet « HOPSTART ». Ce projet, financé par FranceAgriMer, vise avec l'aide de partenaires répartis sur le territoire français à renforcer l'appui technique aux producteurs, à optimiser le séchage et l'irrigation et à développer la contractualisation entre producteurs et transformateurs.

(<https://hautsdefrance.chambre-agriculture.fr/actions/strategie-developpement-bioeconomie-agricole/developpement-de-filiere-houblon/>)

Les Universités et Grandes-Écoles

L'Unité Mixte de Recherche Transfrontalière BioEcoAgro 1158 rassemble 400 enseignants-chercheurs, chercheurs et techniciens de part et d'autre de la frontière franco-belge. Ce centre de recherche développe l'ingénierie biologique appliquée à l'agriculture, la biotechnologie, l'agro-alimentaire, l'environnement. L'Unité s'appuie sur une équipe préexistante, dont deux des tutelles sont l'Université de Lille et Junia-Isa. Dès sa création en 2014, le Pr. Céline Rivière a développé en lien avec plusieurs collaborateurs une thématique portant sur la valorisation médicinale et agronomique du houblon régional et de ses co-produits, ainsi que sur la diversité chimique et génétique du houblon sauvage régional et son potentiel dans le cadre d'un développement variétal (projet Feader : « Préservation et valorisation des variétés locales et sauvages de houblons des Hauts-de-France » en collaboration avec le Lycée Biotech de Douai, Junia-Isa et la chambre d'agriculture du Nord-Pas de Calais). Plusieurs thèses ont été menées sur ces sujets et plusieurs articles scientifiques ont été publiés (Bocquet et al., 2019 ; Jacquin et al., 2022 ; Paguet et al., 2023,2024).

(<https://www.bioecoagro.eu>)



Présentation des acteurs du houblon en Hauts-de-France <
(Source : Chambre d'Agriculture du Nord-Pas de Calais)



4 Les VARIÉTÉS de houblon



1/ DES SPÉCIFICITÉS À CONNAÎTRE



Le Lycée Biotech de Douai - Ferme Brasserie de Wagnonville

Le lycée Biotech de Douai est l'un des plus vieux lycées agricoles de France. Il abrite en son sein la Brasserie de Wagnonville qui assure la transmission des savoir-faire brassicoles aux futurs professionnels du secteur et la production de bières de qualité.

Acteur incontournable de la filière brassicole, sous l'impulsion de son chef d'exploitation et directeur de la brasserie, David Lutun, le lycée produit désormais son houblon et accueille un site d'expérimentation dédié dont la collection du projet FEADER "Préservation et valorisation des variétés locales et sauvages de houblons des Hauts de France" porté par l'université de Lille.

<https://wagnonville.fr/>



Edouard Roussez - Houblon de la Motte / Hopstock

Ce néo-houblonnier (Houblon de la Motte) cultive en Flandres 4.5 hectares de houblon biologique, dont une collection variétale de houblon de 8 variétés depuis 2017. Il a également créé l'entreprise Hopstock qui contribue à développer la culture du houblon en France via la production et la vente de plants de houblon, la vente de matériel spécifique et la formation des producteurs.

<https://hopstock.fr/>



BIO EN HAUTS-DE-FRANCE
Groupement Régional de l'Agriculture Biologique

Bio en Hauts-de-France et APROBIO

Ces structures accompagnent le développement de l'agriculture biologique en région Hauts-de-France de l'amont à l'aval de la filière. APROBIO contribue notamment au développement de la filière brassicole biologique à travers l'animation d'un réseau de brasseurs et de porteurs de projets (visites de houblonnières, formations...). APROBIO a également mis en place des commandes groupées de malt tracé Hauts-de-France pour répondre à la demande de création d'une bière Bio 100% locale.

<https://www.aprobio.fr/>

<https://bio-hautsdefrance.org>



Les collectivités

En raison de l'histoire brassicole et de la production du houblon en région, de son ancrage dans les Flandres et des relations étroites entretenues avec les houblonniers belges, la production de houblon reste une culture de niche emblématique des Hauts-de-France à la fois en termes de patrimoine culturel et naturel et un marqueur fort des paysages. De nombreuses collectivités régionales s'impliquent dans la mise en valeur et le développement de cette culture patrimoniale. La prochaine installation de la Cité de la Bière à Bailleul n'en est qu'un des nombreux exemples.

Au niveau national, l'interprofession InterHoublon, créée en 2020, réunit les acteurs de la filière de houblon française : les producteurs via l'Association Générale des Producteurs de Houblon de France (AGPH), les négociants via l'Association Française de Négoce de Houblon (AFNH) et les transformateurs représentés par les deux syndicats de brasseurs : Brasseurs de France et le Syndicat National des Brasseurs Indépendants.

La structuration de la filière nationale se poursuit, notamment avec la création d'un Institut Technique du Houblon (ITH) et la mise en place d'une contribution volontaire étendue (CVE) pour les trois collèges.

<https://www.france-houblon.fr/france-houblon/interhoublon/>

Des variétés classées selon leur composition chimique

Il existe plus de 300 variétés recensées dans le monde (<https://www.ihgc.org/>). Elles sont regroupées selon leurs usages en brasserie et se distinguent en fonction de leurs teneurs en acides α . Différentes classifications existent. La plus courante est la distinction entre variétés aromatiques (< 7% d'acides alpha), amérisantes (> 7% d'acides alpha) et mixtes ou "double usage" (variétés conjuguant amertume prononcée et arômes). Certaines variétés comme le Chinook ou le Northern Brewer peuvent être considérées comme des variétés mixtes ou dites "double usage".

Par ailleurs, certaines variétés ont des propriétés aromatiques fines (3,5 à 4% d'acides alpha) et sont dites "nobles" comme la variété Saaz (Jelinek et al., 2010). D'autres cultivars peuvent avoir des teneurs très élevées en acides alpha (> 15% d'acides alpha) comme les variétés Waimea ou Columbus.

Néanmoins, cette classification basée sur le taux d'acides alpha est essentiellement utilisée pour des raisons pratiques, afin d'aider à orienter les choix des brasseurs. En effet, les houblons aromatiques contiennent aussi des

composés amérisants, tandis que les houblons amérisants possèdent des qualités aromatiques. Un certain nombre de critères autres que la teneur en acides alpha est donc scruté par les brasseurs, en particulier leur composition spécifique en composés aromatiques.

La demande actuelle va dans le sens de notes agrumes, fruits exotiques ou florales (Biendl et al 2014; Colin et al. 2022).

L'effet terroir

Les conditions pédo-climatiques influent sur la composition chimique des cônes de houblon, c'est ce qu'on appelle l'effet terroir. Une même variété peut donc exprimer des arômes ou un taux d'acides alpha différents selon son milieu de production. A ce titre, le Nord est réputé pour son niveau d'acides alpha important. Une étude portant sur la diversité chimique et génétique de houblons sauvages collectés en Région en conditions "in-situ" a montré un potentiel effet terroir (Paguet et al., 2023).

La sélection variétale

Les houblons européens, cultivés majoritairement en France, ont été sélectionnés pour les brasseries industrielles produisant majoritairement la bière de type lager, qui requiert une fermentation basse, avec peu de houblon.

Les houblons cultivés en région Hauts-de-France en culture conventionnelle sont ainsi majoritairement des houblons dits "amérisants". Historiquement, la variété Fuggle a été largement diffusée au début du 20^{ème} siècle. Avec le développement du marché de la bière et des demandes de consommateurs en bières fortement houblonnées authentiques et de terroir, les brasseries sont à la recherche de houblons de caractère dits "aromatiques". Les brasseries et microbrasseries françaises importent de ce fait massivement leurs houblons "aromatiques" notamment des Etats-Unis ou de la Nouvelle-Zélande, afin d'apporter une originalité à leur bière. Implantées en région et confrontées à nos conditions pédo-climatiques, ces variétés étrangères ne donnent pas toujours les mêmes résultats en termes organoleptiques, ou de rendements, ce qui entame leur compétitivité par rapport à l'import de ces mêmes variétés. Les conditions de séchage du houblon après récolte peuvent également fortement impacter la composition en composés volatiles d'un point de vue qualitatif et quantitatif.



La région Grand Est a développé cinq variétés régionales depuis 2011 (Aramis, Triskel, Barbe Rouge, Mistral et Elixir), plutôt aromatiques avec une légère amertume obtenue à partir de croisements en s'appuyant sur une variété ancienne alsacienne, le Strisselspalt.

Ce développement a été réalisé en lien avec le Comptoir agricole, le lycée agricole d'Obernai et des chercheurs anglais basés dans le Kent (Wye Hops Ltd). Par ailleurs, on voit également apparaître la production de houblon dans d'autres régions françaises, de culture plutôt viticole, comme la Nouvelle Aquitaine. La mise au point d'une variété de houblon, adaptée aux conditions régionales et climatiques, résistante aux ravageurs et aux pathogènes et répondant aux attentes du marché, est donc un axe de travail pour assurer la pérennité et le développement de la filière régionale.

Afin de s'orienter vers ce développement, la création de nouvelles variétés aromatiques s'appuyant sur des variétés locales anciennes et sauvages permettrait de conforter et de rappeler la position des Hauts-de-France en tant que région de culture brassicole.

La protection des variétés

Les variétés de houblon bénéficient de différentes protections en termes de propriété intellectuelle. Aux Etats-Unis, les variétés sont le plus généralement protégées par des brevets ou "Plant Patents" (PLP), des noms de marques commerciales, des droits d'obteneurs ou "Plants Breeder's Rights" (PBR), ou encore des listes nationales ou des listes de références (ARS USDA, 2022).

En Europe, le houblon n'est pas une espèce inscrite au catalogue officiel des espèces et variétés de plantes cultivées en France (GEVES, 2022) ni a priori au niveau européen (EU Plant Variety Database, 2022). Certaines variétés étrangères et les variétés françaises Aramis, Barbe rouge, Bouclier, Mistral, Triskel sont par contre protégées au niveau européen par des droits d'obteneurs (CPVO, 2022).

Dans ces situations, il est soit interdit de produire du houblon à partir de ces variétés, leur utilisation étant réservée à certains producteurs, soit leur utilisation implique le paiement de droits à produire ou de royalties lors de la vente du houblon.

Une variété de houblon peut donc être protégée pendant 25 ans. Au bout de cette période, elle devient libre de droits et peut donc être utilisée librement par tout producteur.

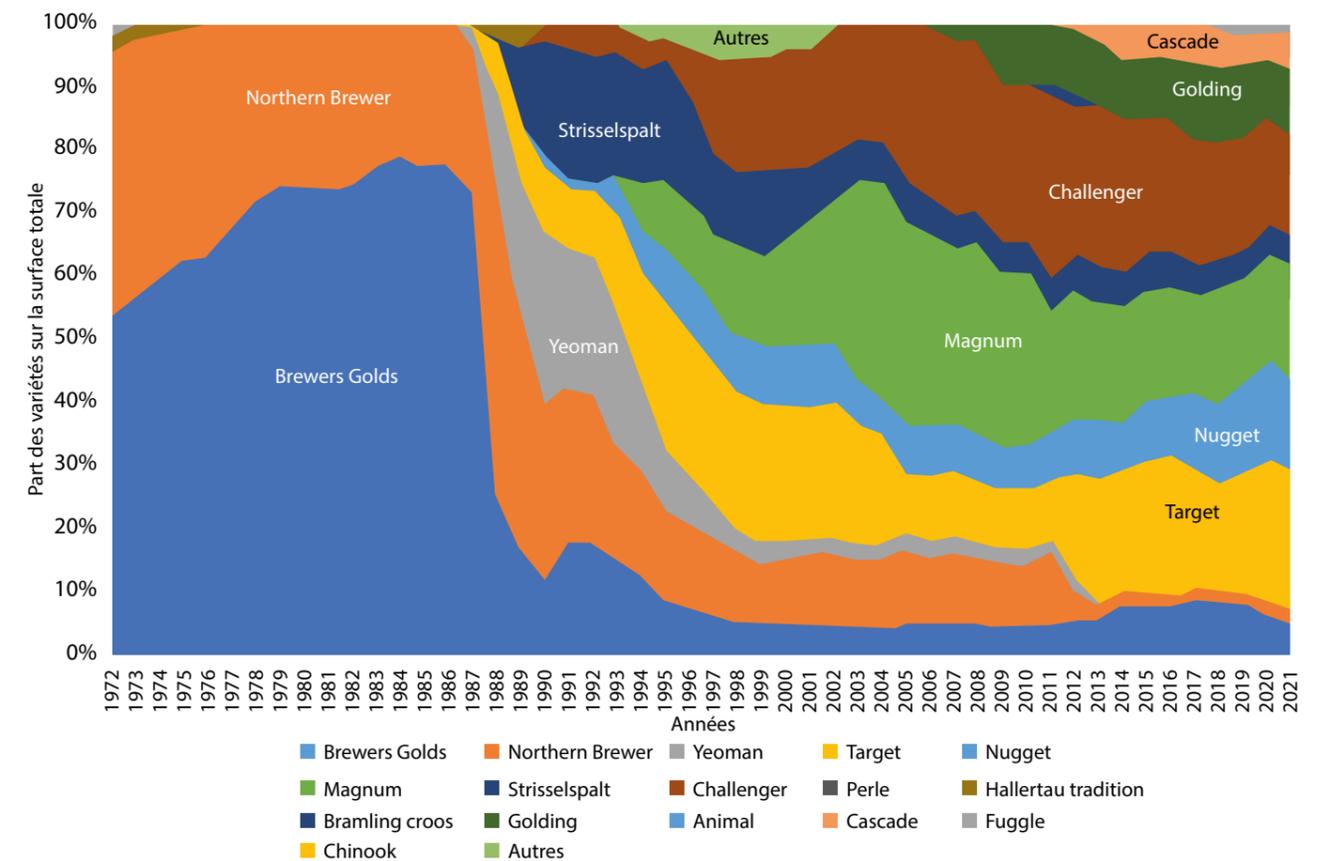
3/ LES VARIÉTÉS CULTIVÉES EN HAUTS-DE-FRANCE

Au début des années 1970, deux variétés étaient cultivées par les adhérents de la coopérative (Northern Brewer et Brewers Gold).

De 1985 à 1994, pour diversifier la gamme et répondre aux attentes des brasseurs, la Coopounord a mis en place une parcelle expérimentale chez M. Verrier à Méteren dans les Flandres, composée de 20 variétés en 4 répétitions. Les variétés les plus intéressantes, celles adaptées au contexte local et à la demande des brasseurs, ont participé à la diversification de la production. Edouard Roussez, houblonnier indépendant, a lui aussi testé entre 15 à 25 variétés (selon les années) de 2018 à 2021 sur sa parcelle, pour la production en Agriculture Biologique.

Fin 2023, ce sont 12 variétés différentes qui sont produites par la coopérative.

Proportion des variétés de houblon cultivée par la Coopounord



Evolution des variétés cultivées à la Coopounord depuis 1972 < (Sources : Coopounord, traitement Chambre d'agriculture du Nord-Pas de Calais)

2/ LES CRITÈRES DE CHOIX D'UNE VARIÉTÉ

Le choix de ses variétés n'est pas simple car les enjeux sont importants à la fois sur le plan technique, commercial et donc financier. De plus, ce choix est fait pour plusieurs années. Comme souvent, il s'agit de faire un compromis entre plusieurs paramètres, propres à chaque producteur en tenant compte de l'environnement dans lequel il évolue. Généralement un producteur possède de 3 à 8 variétés. En dessous, le risque technique et commercial est important. Au-delà, la logistique technique devient plus lourde.

Voici les principaux paramètres à bien étudier, par ordre d'importance :

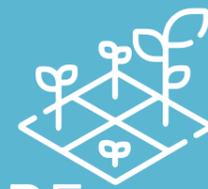
- La demande du marché /débouché brasserie : s'assurer de la demande de plusieurs brasseurs afin de sécuriser ses ventes. Un contrat pluriannuel peut également être conclu.
- L'adaptation aux conditions pédoclimatiques du milieu (sol, climat, maladies et ravageurs...)
- La précocité des variétés : il est conseillé d'opter pour des variétés de précocités différentes pour étaler les temps de travaux et de récolte.

	Variété	Target	Nugget	Challenger	Magnum	Golding (east kent)	Brewers Gold	Strissel-spalt	Cascade	Northern Brewer	Fuggle
Caractéristiques	Origine	UK - 1992	USA	UK - 1972	Allemagne	UK - 1790	UK	France	US	UK/US	US
	Utilisation	Mixte	Amérisant	Mixte	Amérisant	Aromatique	Amérisant	Aromatique	Mixte	Mixte	Aromatique
Productivité et qualité	Rendement moyen 10ans (Indice% base 100 Target)	100	91	76	79	93	113	95	84	74	86
	% alpha	11	9	7	13	5	6	3	4	7	5
Conduite culturale	précocité taille	précoce	tardif	précoce	intermédiaire	précoce	tardif	précoce	intermédiaire	précoce	tardif
	précocité récolte	intermédiaire	tardif	précoce	intermédiaire	précoce	tardif	tardif	tardif	précoce	précoce
Tolérance aux bio-agresseurs	mildiou	sensible	sensible	tolérant	tolérant	sensible	intermédiaire	sensible	très tolérant	tolérant	tolérant
	oidium	tolérant	tolérant	sensible	sensible sur cone	tolérant	tolérant	sensible	tolérant	sensible	intermédiaire
	verticillium	tolérant	tolérant	sensible	tolérant	tolérant	sensible	sensible	tolérant	tolérant	sensible
Autres critères	pucerons	intermédiaire	intermédiaire	intermédiaire	sensible	intermédiaire	très sensible	sensible	sensible	intermédiaire	intermédiaire
	remarques (conduite, récolte)	Mauvaise tenue sur fil	Récoltes et séchages difficiles souvent dus à sa tardivité	Sensible aux stress thermiques, récolte difficile	séchage long et gras, sensible acariens. Sensible aux stress thermiques	Sensible au stress thermique et au virus de la mosaïque	Volumineux, sensible pucerons	sensible maladies, conduite délicate.	bonne tenue de tige, très volontaire et tolérant aux maladies	faible vigueur	récolte difficile
Conservation		délicate	bonne	bonne	bonne	bonne	bonne	bonne	délicate	bonne	

Contact Chambre d'Agriculture : Aurélien HONORE aurelien.honore@npdc.chambagri.fr (Sources : Coophoounord)

5

La STRUCTURE d'une houblonnière



Photographie d'une structure type en Hauts-de-France < (Source : Chambre d'Agriculture du Nord-Pas de Calais)

1/ L'ÉCHAFAUDAGE

La structure d'une houblonnière est appelée échafaudage. Ce dernier a pour objectif de faire un maillage solide permettant de supporter chaque année les fils tuteurs sur lesquels s'enroule le houblon. Un échafaudage peut tenir une trentaine d'années en fonction de la solidité des poteaux de bois. L'échafaudage doit être suffisamment solide pour résister aux tempêtes de vent estivales.

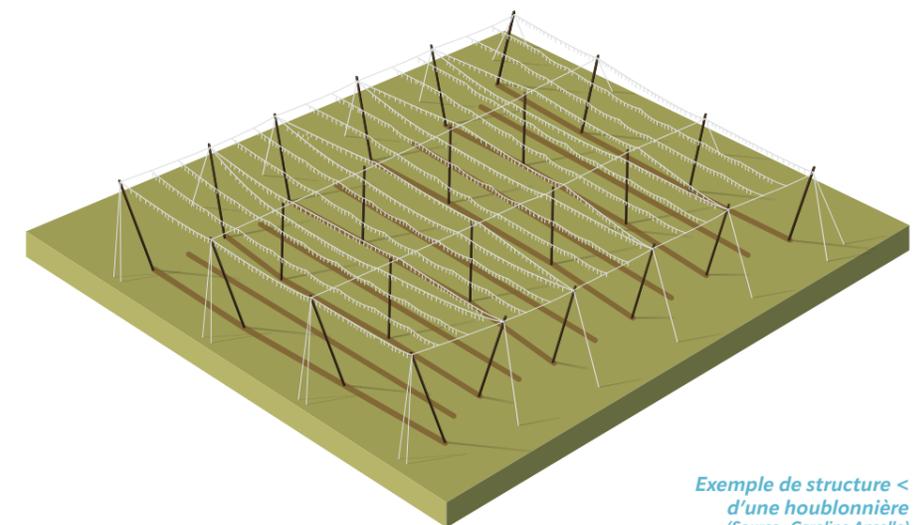
L'échafaudage est composé de plusieurs éléments :

Les poteaux

Les poteaux sont généralement en bois et beaucoup plus rarement en béton ou en acier. Les sections sont différentes selon leurs usages. Les frontaux et bordiers sont en 18-20 cm de section alors que 12 à 15 cm suffisent pour les médians. Les poteaux sont arrimés au sol par des ancrés. En fonction du nombre de frontaux, les poteaux de coins sont plus ou moins sollicités, pour ces derniers, des sections > 25/30 cm de diamètre sont préférables. Les essences de bois sont variables selon la capacité d'investissement. Ils sont souvent en pin sylvestre ou épicéa avec un traitement autoclave classe 4, ou en châtaignier brut. Il faut compter environ 15 000€/hectare pour l'investissement d'un échafaudage (hors montage).

Les câbles et la quincaillerie

Sur ces poteaux sont tendus les câbles. Fixés sur les frontaux, on retrouve les fils "de long" eux-mêmes supportés pas des fils de travers reliant les bordiers à chaque extrémité. Différentes sections



Exemple de structure < d'une houblonnière (Source : Caroline Anselte)

sont utilisées en fonction de leur usage. Il n'y a pas de cahier des charges mais les pratiques courantes en Hauts-de-France sont généralement de 7x2,5 mm pour les câbles de tension et 2 x 3 mm pour les lignes de longs. Dans la quincaillerie, on retrouve les cosses-cœur, serre-câbles, les ancrés, sans compter les outils de montage (visseuse choc, tir-câble). Il faut compter environ 5000€/hectare pour les câbles et la quincaillerie.

2/ LES DIFFÉRENTS TYPES DE HOUBLONNIÈRES

En Hauts-de-France :

La principale particularité des houblonnières des Hauts-de-France est le double tuteurage soit 2 fils par pied de houblon. La souche de houblon doit donc alimenter deux fois plus de lianes, ce qui peut expliquer en partie la hauteur plus basse de 6,5 mètres de haut (en moyenne) des échafaudages. De façon générale, le double tuteurage permet une meilleure utilisation de l'espace aérien et augmente le rendement. Pour autant, il est loin d'être doublé. Des essais ont déjà été réalisés pour évaluer ces écarts. En revanche, il augmente fortement le temps de travail (pose des fils, mise au fil, récolte...)

En diminuant la hauteur, le centre de gravité s'en trouve baissé et limite la sensibilité au vent ; pour autant, la biomasse plus importante (2 fois plus de fils/ha) limite la perméabilité au vent et augmente son exposition. La structure flamande comporte beaucoup plus de piquets parfois avec souvent un piquet frontal par ligne et

des médians 1 ligne sur 2. Toutefois, ces piquets étant moins hauts et plus fins, ils sont moins chers et plus faciles à changer. L'absence de hauban rend le montage/démontage plus simple également.

En Alsace :

Le climat continental et la protection des Vosges et de la forêt noire procurent un vent plus faible que le climat maritime des Flandres. Ce facteur explique probablement la hauteur plus haute (8 m) en Alsace. De plus, la variété phare alsacienne Strisselspalt, qui concentre sa production de cônes en hauteur donnant l'aspect d'une "boule", est probablement une autre raison. Les Alsaciens préfèrent désormais sélectionner des variétés plus équilibrées en répartition de cônes.

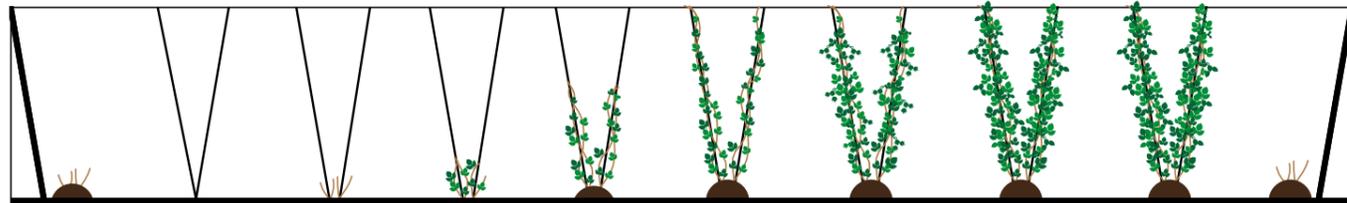
Le système alsacien utilise beaucoup moins de poteaux médians (1 ligne sur 5) ce qui facilite le travail de la butte. Mais afin de limiter le nombre de poteaux, cette infrastructure a recours aux haubans pour limiter la flèche des câbles, ce qui rend le montage plus long et technique.

Au Royaume-Uni :

Il est plus fréquent de voir des échafaudages de 5 mètres de hauteur, en triple ou quadruple tuteurages. D'ailleurs, la génétique des variétés anglaises favorise les plants plus bas, plus filiformes avec un positionnement des cônes plus régulier. Ces houblons ont donc des rendements satisfaisants sur ces hauteurs de 5 mètres, ce qui limite l'exposition au vent.

En Allemagne :

La structure, encore plus épurée, concentre les forces transversales vers les poteaux de coins. C'est pourquoi, on voit désormais apparaître des poteaux en béton armés dans les angles.



Le cycle de culture du houblon sur une structure en double tuteurage <
(Source : Chambre d'Agriculture du Nord-Pas de Calais)

3/ LA HAUTEUR D'UNE HOUBLONNIÈRE

La hauteur traditionnelle

Comprise entre 6 à 8 mètres de haut, la hauteur de la structure est un compromis pour parvenir à répartir la biomasse du houblon sur le fils de façon équilibrée.

- Trop basse : le houblon fait une « boule » en haut, ce qui peut favoriser les maladies (ambiance humide) et devient difficile d'accès pour les atomiseurs. Ces « boules » sont également difficiles à cueillir.
- Trop haute, le houblon n'atteint pas le fil de long, ne fait pas son basculement physiologique limitant le développement des rameaux secondaires et donc des fleurs.

Le choix des variétés s'appuie donc sur leur morphologie.

La treille basse

Devenue une mode en Flandres à la fin des années 1990, la treille basse consiste à cultiver du houblon sur une hauteur de 3 mètres de haut. Un seul houblonnier utilise aujourd'hui cette méthode en région Hauts-de-France. Cette technique comporte des avantages et des inconvénients. La productivité étant naturellement plus faible, il ne sera pas possible d'y consacrer le même investissement qu'un houblon traditionnel. Cela pose en partie des difficultés. Les avantages sont une réduction du temps de travail car :

- La pose des fils n'est pas nécessaire puisque les fils tuteurs restent en place.
- La récolte se fait à la machine vendangeuse et procure un gain de temps énorme.
- L'irrigation est bien plus simple, via un canon ou par micro-irrigation.

Mais, ce mode de culture a des inconvénients :

- Il n'y a pas de fils de travers, les médians sont donc très sollicités et cassent plus régulièrement.
- Le désherbage est difficile car le travail du sol sur la ligne est absent (vivaces, arbustes...).
- On observe une faible productivité (200 à 500 kg/ha).
- Le matériel spécifique est quasi inexistant.
- Les variétés cultivées en région sont peu adaptées à cette hauteur et forment une trop grosse boule en hauteur.

Photographie d'une culture de houblon sur treille basse récoltée <
(Source : Chambre d'Agriculture du Nord-Pas de Calais)



6

Les CRITÈRES de choix de la parcelle



Ce choix est important car il conditionne la performance du projet sur le long terme.

Plusieurs cas sont possibles. Un nouveau producteur, qui cherche à valoriser une opportunité foncière limitée a souvent des choix restreints et doit donc s'adapter aux atouts et contraintes de l'existant. A l'inverse, un agriculteur déjà installé, avec plusieurs parcelles disponibles, aura plus de liberté pour faire le bon choix.

Plusieurs paramètres conditionnent le choix de la parcelle. Il faut veiller à sélectionner la plus adaptée en fonction des critères suivants :

LA PROPRIÉTÉ



1 Le houblon est une culture pérenne sur le long terme, il est préférable de l'implanter sur une parcelle dont on est propriétaire. En cas de fermage, il convient de trouver un accord à long terme avec le propriétaire.

LA PROXIMITÉ



2 La culture du houblon demande beaucoup d'allers et venues de la parcelle jusqu'au bâtiment, notamment lors de la récolte (entre 20 à 30 allers/retours par hectare). Une distance de 3 à 4 kilomètres semble être le maximum. Cette distance est à relativiser selon la nature des axes routiers (route départementale ou commune urbanisée).

LA FERTILITÉ DU SOL



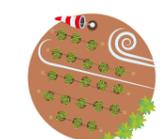
3 La fertilité du sol va conditionner le potentiel de production et donc la rentabilité du projet. Tous les critères de fertilité sont mis à contribution (physique, chimique, biologique). Certains paramètres ne sont pas modifiables comme la topographie (pente) ou la texture (sol argileux, sableux, craies...). D'autres paramètres sont perfectibles comme l'amélioration de la fertilité chimique et biologique (équilibrer le pH à 7, augmentation du taux d'humus...). Le ressenti de l'agriculteur via son expérience est important. Toutefois, il semble indispensable de réaliser une analyse de sols interprétée par un agronome indépendant.

L'INTÉGRATION DANS LE MILIEU ET LE VOISINAGE



4 La structure de l'échafaudage ne passe pas inaperçue. Cela peut attirer les promeneurs en quête de découverte (piétinement, cueillette, occupation illégale...). Les traitements des houblons se réalisent en grande partie à l'atomiseur et certains riverains peuvent exprimer leur mécontentement à l'encontre des produits phytosanitaires. Dans tous les cas, il convient de respecter les distances de sécurité appelée "distance sécurité riverains" (DSR) en vigueur applicable sur les "cultures hautes".

L'ABRI OU SENS DU VENT OU HAIES



5 Le houblon a une prise au vent très importante à partir de fin juin jusqu'à la récolte en septembre. Par sécurité, il est préférable d'orienter le sens des lignes dans le sens des vents dominants. De plus, cela permet d'améliorer le flux d'air permettant d'abaisser l'hygrométrie favorable au développement des maladies. Evidemment, la forme de la parcelle doit être prise en compte afin d'éviter une perte de surface trop importante par les fourrières, d'environ 6 mètres de large. Dans tous les cas, le houblon étant sensible au vent, il est conseillé d'implanter une haie brise vents, constituée de plusieurs essences locales (arbusives et arborées). De plus, ces infrastructures paysagères favorisent la biodiversité locale et la faune auxiliaire.

L'IRRIGATION



6 Le système racinaire du houblon est capable d'aller puiser l'eau en profondeur (> à 5 à 8 mètres selon la profondeur de sol). A ce jour, l'irrigation n'est donc pas indispensable en Hauts-de-France mais avec le réchauffement climatique et les périodes de sécheresse de plus en plus intenses, la question se pose et l'irrigation devient un atout. La proximité d'un point d'eau permet de sécuriser la première année d'implantation.

7

L'ITINÉRAIRE technique du houblon

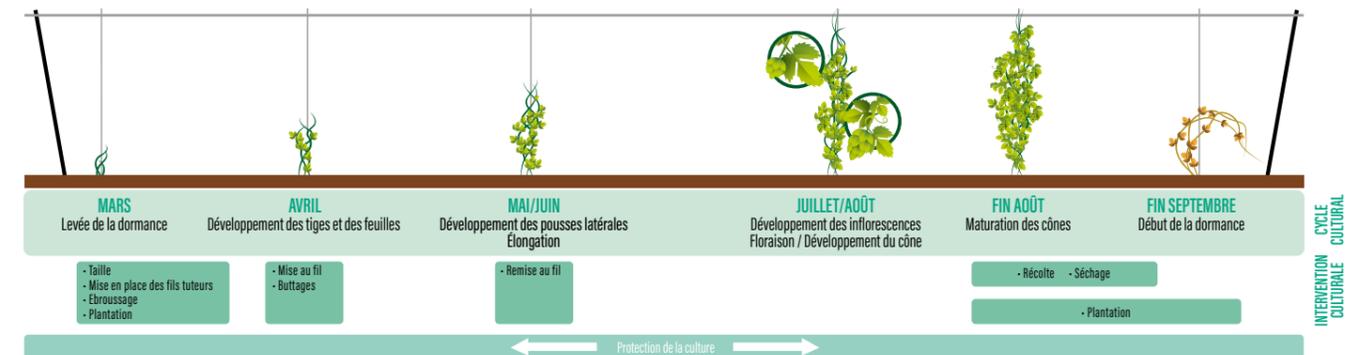


1/ GÉNÉRALITÉS

Le calendrier

La première année est consacrée à la plantation et parfois même à la mise en place de l'échafaudage. Au cours de l'année, l'itinéraire technique, en revanche, est souvent simplifié par l'absence de taille voir de buttage et de fertilisation.

A partir de la deuxième année et en rythme de croisière, les opérations culturales se succèdent en lien avec le développement du houblon.



Le cycle cultural du houblon <
(Source : France Houblon)

Voici, chronologiquement, les principales opérations culturales :

- Le mois de mars est consacré à la taille des souches du houblon, puis des fils tuteurs sont accrochés du haut de l'échafaudage jusqu'au sol.
- Les mois d'avril/mai sont dédiés à la mise aux fils, le travail du sol et la fertilisation.
- Les mois de juin/juillet/août sont consacrés au suivi sanitaire (pathogènes et ravageurs dont mildiou, oïdium, pucerons, acariens) et à l'entretien, l'effeuillage et éventuellement l'irrigation.
- Le mois de septembre est celui de la récolte : toutes les lianes sont coupées dans la parcelle et transportées jusqu'au bâtiment abritant le matériel de cueillette. Une fois cueilli, le houblon est séché dans la foulée.
- La période hivernale permettra l'entretien de la houblonnière et du matériel, ainsi que le traitement des parties administratives et la commercialisation des productions.



Le temps de travail annuel

Dans le domaine agricole, de manière générale, il est difficile de quantifier le temps moyen nécessaire pour cultiver ou élever des animaux tant les disparités entre exploitations sont multiples. Le houblon ne fait pas exception à la règle car plusieurs paramètres entrent en compte.

Certes le mode de conduite en agriculture biologique ou conventionnelle doit être pris en compte mais, selon la surface totale de la houblonnière, il est également possible de faire des économies d'échelle sur de nombreuses activités et temps divers (administratif, entretien, réparation, manipulation du matériel, commercialisation...). Le niveau d'équipement, la disponibilité ou la vigilance quotidienne du producteur pèsent aussi dans la balance.

Le tableau suivant présente des indications sur les temps de travail observés sur des exploitations en Hauts-de-France (en conduite conventionnelle et agriculture biologique - AB) et au Lycée agricole d'Obernai, en Alsace (AB).

	Coophounord Estimations basées sur conduite en conventionnel avec surface de 10ha	Houblon de la Motte moyenne sur 3 ans avec surface 1ha	Lycée d'Obernai moyenne sur 2015-2016 avec surface de 19,45ha
	Durée en heures par hectare et par an		
Taille	3	5	2
Pose des fils	50	35	73
Mise à fil	120	90	112
Suivi sanitaire & traitement	35	30	16
Travail du sol & buttage	33	25	9
Défanage	10	5	8
Récolte	90	90	56
Nettoyage	10	30	63
Entretien matériel	20	non renseigné	10
Total	371	310	349

Temps de travail moyen par hectare de houblon <
(Source : Compilation Chambre d'agriculture du Nord-Pas de Calais
Houblon de la Motte et Lycée d'Obernai sont en culture AB.

La mise en commun du matériel

L'investissement pour produire du houblon est conséquent. Il est donc naturel de vouloir mutualiser le matériel. Ce partage n'est possible que si les relations humaines sont solides et que la distance permet ces transferts rapidement.

Une mise en commun est possible pour les matériels de culture qui se déplacent facilement en tracteur (tailleuse, butoir, épandeur...). 5 à 10 allers/retours de tracteur/an peuvent suffire pour ce type de matériel.

En revanche, d'autres équipements se déplacent plus difficilement ou demandent une utilisation trop fréquente pour être déplacés (nacelle, pulvérisateur...).

Enfin, la récolte est complexe car la cueilleuse est sur poste fixe, c'est-à-dire que toutes les lianes sont amenées au bâtiment, ce qui peut générer jusqu'à 60 allers/retours par hectare. La cueilleuse et le séchoir ne se déplacent donc pas.



Les pics de travail

Au-delà du temps total nécessaire à la culture du houblon, certaines périodes sont plus chargées. En fonction de la disponibilité de l'agriculteur et de la quantité de travail à effectuer, le chef d'exploitation doit recourir à de la main d'œuvre extérieure (intérim, woofing, entraide, aide familiale...).

Le principal pic de travail est la mise au fil. Cette opération sera facilitée si elle est réalisée à un stade bien précis : le houblon doit être suffisamment développé pour être enroulé mais sans excès sinon il s'enroule sur lui-même.

Ce pic de travail est aussi variable selon l'étalement de la période de taille et des conditions de pousse (température ou vent).

La pose des fils et la récolte sont les deux autres opérations pour lesquelles les producteurs sollicitent généralement de la main d'œuvre extérieure.

2/ LA PLANTATION

La période de plantation a lieu idéalement durant la période de repos végétatif, c'est-à-dire de novembre à mars.

L'automne reste la période idéale pour favoriser un bon démarrage dès le printemps mais le risque de stagnation d'eau dans la rigole peut être préjudiciable. Au préalable, il est possible d'amender le sol, via du compost ou fumier. Son enfouissement permettra également d'ameublir le sol pour faciliter l'ouverture d'un sillon suffisamment profond avec un disque ou un butoir par exemple. Un tracteur équipé d'un autoguidage RTK est apprécié.

Le collet se plante à environ 10 cm de profondeur ; de cette façon, la hauteur de taille pourra ensuite être ajustée selon l'intensité souhaitée.

En Hauts-de-France, l'écartement le plus fréquent est de 1,25 m entre les pieds (8 pieds par intervalle de 10 m).

L'écartement entre les lignes est souvent

proche de 3 mètres (entre 2,8 et 3,3 m). En région, la technique du double tuteurage permet une meilleure prospection de l'espace par le houblon, et permet d'avoir des largeurs importantes plus facilement accessibles par les engins actuels (tracteurs, télescopique). La densité est donc d'environ 2500 pieds/hectare.

La durée de vie d'un plant de houblon est d'environ 15 à 30 ans. Il est possible de remplacer intégralement une houblonnière ou de la compléter au fur et à mesure de leurs disparitions, si la variété reste identique.

On trouve principalement 2 types de plants : en godets ou en rhizomes pour un prix moyen de 4€ HT/plant. Selon les fournisseurs et la variété, les plants sont préparés sur commande. Il est important d'anticiper les commandes pour disposer des plants dès l'automne.

Le houblon doit obligatoirement provenir d'un pépiniériste certifié afin de garantir une traçabilité sanitaire. Dans le cas contraire, des pathogènes tels que des virus ou des maladies telluriques comme la verticilliose peuvent transiter par ces pieds de houblon puis contaminer la houblonnière.

A l'heure actuelle, en agriculture biologique, du fait du faible nombre de producteurs de plants de houblon biologique, il est aujourd'hui possible de planter des plants issus d'un pépiniériste conventionnel via l'obtention d'une dérogation sur le site :

"semences-biologiques.org".



3/ LA TAILLE

A partir de la deuxième année de plantation, le premier travail de l'année s'effectue en mars.

La date de taille dépend des conditions de ressuyage en parcelle, de la précocité variétale et de sa vigueur.



> (Source : A. Honoré
Chambre d'Agriculture du Nord-Pas de Calais)

Cette opération a de multiples avantages :

- Couper les vieux bois de l'année précédente.
- Débuter la butte de l'année précédente.
- Repartir sur une base plate et propre d'adventices.
- Équilibrer et répartir la vitesse de pousse de houblon pour faciliter la mise aux fils.
- Cantonner et éviter la propagation du houblon par marcottage.
- Assainir la pression en maladie notamment pour le mildiou qui hiverne dans les bourgeons.
- Limiter la vigueur du houblon pour répartir la végétation sur l'ensemble du fil.

Cela se réalise avec l'aide d'une tailleuse spécifique au houblon.

Les anciennes tailleuses peuvent être mécaniques via l'entraînement d'une prise de force et traînées à l'arrière du tracteur. Désormais, la tailleuse est hydraulique et fixée sur le bâti /porte-outils latéral du tracteur. C'est un outil simple mais qui demande de l'entretien comme le graissage et l'aiguisage régulier des disques.

La taille du houblon est assez rapide à raison de 3 heures par hectare.

4/ LA MISE EN PLACE DES FILS

La mise en place des fils peut commencer juste après la taille, mais il est préférable et plus simple d'attendre quelques jours que le houblon sorte de terre pour mieux visualiser son positionnement. Toutefois, il faudra faire attention à ne pas prendre trop de retard au risque de se laisser déborder.

Cette opération peut être faite en toutes conditions, mais le vent complique la tâche surtout si l'on utilise des fils support en fibres végétales.

L'objectif est d'accrocher ces fils tuteurs sur le fil de long situé en haut de l'échafaudage à +/- 6,5 mètres de hauteur. En Hauts-de-France, comme évoqué précédemment, la technique du double tuteurage, c'est-à-dire deux fils par pied de houblon, est pratiquée. Étant donné qu'environ 2500 pieds de houblon sont plantés à l'hectare, il faut donc accrocher 5000 fils à l'hectare. Ce travail s'effectue à l'aide d'une nacelle. L'agriculteur, perché à 6 m de haut, accroche les

fils. Une autre personne, au pied de la houblonnière, a pour mission d'enfoncer les fils dans le sol à proximité immédiate de la souche de houblon via une lance encochée.

Il faut compter environ 50 heures par hectare. Mais, ce temps est variable selon la disponibilité du chauffeur (cas de nacelle directionnelle ou non). Plusieurs types de fils existent ; le plus utilisé étant le fil de fer. Mais, le fil coco est parfois employé.

Le tableau ci-dessous présente quelques éléments d'informations pour vous aider dans le choix des fils :

	AVANTAGES	INCONVÉNIENTS
Fils de fer	Utilisation facile Prix	Demande quelques années de décomposition
Fils coco	Bonne tenue accroche du houblon Décomposition facile Broyage délicat	Décomposition facile Bilan carbone d'un produit d'importation lointaine Se détend à l'humidité Casse à la récolte si la pousse n'est pas suffisante
Ficelles plastiques	Prix	Recyclage inconnu Machine spécifique supplémentaire Nécessite un crochet dans le sol Taille impossible Certains houblons s'accrochent mal
Autres fils végétaux		Prix Peut se détendre à l'humidité

Comparatif des fils tuteurs utilisés <
(Source : Chambre d'agriculture du Nord-Pas de Calais)

5/ LA MISE AU FIL

Quelques semaines plus tard, vers avril/mai, c'est l'époque la plus importante pour le houblon : la mise au fil.

Cela consiste à enrouler dans le sens des aiguilles d'une montre, trois rejets de houblon par fil soit environ six pousses par pied. L'excédent est généralement arraché ou coupé au couteau. Cette opération nécessite parfois deux passages car le vent peut dérouler le houblon. Il est donc souvent nécessaire de faire une deuxième passe pour finaliser le travail. Lors de cette étape, il est important d'éliminer les pousses spiciformes infectées par le mildiou*.

Le temps nécessaire est bien plus élevé que pour du simple tuteurage, et très variable selon la biomasse et le niveau d'exigence souhaité. En moyenne, on compte entre 1 à 2 minutes par plant et deux passages par an soit entre 90 et 120 heures/hectare. C'est l'opération la plus chronophage et qui demande beaucoup de réactivité selon la vitesse de pousse. Il ne faut surtout pas se laisser déborder. Si l'opération est réalisée trop tard, les houblons s'enroulent sur eux-mêmes et le risque de casse devient important.

Ensuite, tout au long du printemps et de l'été, l'agriculteur doit surveiller ses

parcelles. Après un coup de vent, il doit repasser dans les houblonnières pour raccrocher quelques têtes qui se seraient éventuellement décrochées. Certaines variétés y sont d'ailleurs plus sensibles. Les nacelles à hauteurs variables sont appréciées pour ce type de travail. La première passe de mise au fil ne nécessite pas de matériel spécifique si ce n'est un bon couteau.

*cf chapitre concernant le mildiou.

6/ LA GESTION DE LA FERTILITÉ DU SOL

Les besoins de la plante

Dans la nature, le houblon est une plante de ripisylve. Pour autant, il ne tolère pas les sols hydromorphes et gorgés d'eau. On le retrouve régulièrement dans des sols humifères et frais, en lisière de forêt ou dans une haie ou bosquet. Il apprécie les sols de limon profond et limon sableux. En sols plus argileux, le développement est moindre et le potentiel de production plus faible.

L'historique de la parcelle est prépondérant pour ajuster la fertilisation du houblon ; c'est pourquoi, l'analyse de sol est la clé d'entrée pour raisonner la fertilisation.

Le houblon génère une végétation importante et la culture du houblon exporte de la matière, il est donc indispensable de pouvoir restituer, par une forme ou une autre, les éléments pris à la terre et en assurer un bon équilibre.

Le premier réflexe consiste déjà à évaluer les réserves du sol via une analyse de la terre.



Photographie d'un système racinaire de houblon <
(Source : Lycée agricole d'Obernai)



Azote

La méthode du bilan issue du Comifer peut être utilisée. Elle permet d'avoir une idée du solde d'azote à compléter. Les besoins sont de 0.14 uN/kg de cônes de houblon (chambre d'agriculture d'Alsace). A cela, il faut déduire les fournitures issues du reliquat de sortie d'hiver, de la minéralisation de l'humus et des produits organiques, des couverts... Le solde peut être fractionné au début puis en cours de montaison, idéalement juste avant un buttage pour limiter les pertes par volatilisation. Il faut faire attention à l'apport excessif d'azote qui peut favoriser la présence de maladies et de ravageurs.

Phosphore et Potasse

La méthode Comifer intègre dans ses paramètres la valeur de l'analyse de sol, le passé de fertilisation, l'exigence de la culture, l'export des lianes de l'année précédente...

Les apports sont souvent compris autour de 50 unités de phosphore et 200 unités de potasse (chambre d'agriculture d'Alsace).

Bore et zinc

Le houblon est particulièrement exigeant pour ces deux oligo-éléments. Le raisonnement d'une fertilisation spécifique tient compte des critères de disponibilité de la parcelle (pH, type de sol, valeur de l'analyse de sol).



Spécificités en Agriculture biologique

En agriculture biologique, le raisonnement est différent. Certes il existe des fertilisants homologués par le cahier des charges mais ceux-ci sont souvent onéreux et peuvent être difficiles d'approvisionnement.

La réflexion se base principalement sur l'apport des matières organiques (homologuées AB) pour enrichir le sol en éléments fertilisants.

Ces amendements ont d'autres vertus agronomiques telle que l'augmentation

du stock d'humus stable et/ou de carbone labile, favorables à la structure et à la vie du sol.

Ces amendements apportent davantage d'inertie au sol mais la disponibilité des éléments qu'ils contiennent est difficile à appréhender selon leurs cinétiques de minéralisation. La période d'épandage, à l'automne ou au printemps, est déterminée selon le rapport C/N et la forme de l'azote.

Les pratiques observées

Retour des lianes en parcelles

Pour plus de durabilité, il est crucial de retourner au sol ce qui lui a été prélevé. C'est pourquoi, les lianes sont épandues en parcelles après une phase de compostage.

Les couverts

Les couverts végétaux ont de nombreux avantages et inconvénients.

En termes **d'avantages**, les couverts permettent de maintenir une bonne structure, et d'éviter la battance et l'érosion, favorisent l'infiltration de l'eau, apportent du carbone au sol, favorisent la biodiversité, limitent le salissement, ou encore, apportent des éléments fertilisants (légumineuses).

Les couverts présentent aussi **des inconvénients** : un couvert peut concurrencer le houblon en eau, en éléments minéraux, maintenir une humidité permanente favorable aux maladies, rendre plus compliqué le désherbage.

En culture du houblon, plusieurs types de couverts sont possibles :

Temporaire printemps/été :

Cela consiste à semer un couvert à la suite du dernier travail du sol.

Cette technique s'avère souvent compliquée, l'implantation est généralement handicapée par la sécheresse estivale ou la concurrence en lumière du houblon.

En Flandre, la végétation spontanée et naturelle peut aussi faire office de couverture végétale.

Temporaire automne/hiver :

Il est idéalement semé juste après la récolte en septembre. Celui-ci a vocation à ne pas laisser le sol nu durant la période hivernale suite à la récolte du houblon. Le choix des espèces est déterminé selon la date d'implantation.

A partir de fin septembre/début octobre, il est déjà trop tard pour certaines espèces.

Permanent :

Les expériences montrent que le houblon supporte moyennement la concurrence permanente d'autres végétaux. Toutefois des essais en région Hauts-de-France ont vocation à tester la couverture permanente de légumineuses.

De manière générale, il n'y a pas de solution parfaite.

Les couverts répondent aux besoins et critères du producteur (date de semis, moyen de destruction, espèces gélives ou non...)

Le choix des espèces doit également être étudié ; les associations sont généralement conseillées pour rechercher le maximum de synergie inter-espèces.

7/ LE TRAVAIL DU SOL



L'ébrouissage

Cette opération s'effectue avec un outil spécifique qui ressemble à une mini herse rotative constituée d'un seul rotor déporté via un bras escamotable fixé sur le porte-outil latéral.

L'ébrousseuse permet de retirer les rejets de houblons issus de la souche ou provenant de marcottage mais aussi de désherber entre les pieds de houblon. Elle est notamment utile pour déraciner les vivaces.

Le travail du sol

Le travail du sol a plusieurs objectifs : le premier consiste à désherber l'inter-rang. Dans ce cas, celui-ci peut rester superficiel pour scalper la surface. Cette opération peut être réalisée à l'aide d'un simple déchaumeur, d'une herse rotative superficielle ou d'un rotavator.

Le travail du sol peut à l'inverse être plus profond pour ameublir le sol afin de générer un flux de terre fine pour le buttage qui suit. Cette opération peut aérer et détasser le sol, ce qui est favorable au houblon, mais, présente aussi le risque de sectionner les racines superficielles selon l'époque de réalisation.

Le buttage

Une fois le sol amendé, l'agriculteur procède à un buttage consistant à ramener de la terre fine et fertile à proximité des pieds de houblon. Cette butte constitue un milieu propice au développement d'un réseau de racines adjacentes annuelles capables d'absorber les éléments minéraux nécessaires à la croissance du houblon. Le buttage permet aussi de désherber le houblon en étouffant les petites adventices de l'année. En général, deux à trois buttages par an sont nécessaires (avril/mai/juin).

8/ LE SUIVI SANITAIRE

Les facteurs

Plusieurs facteurs sont à considérer :

Le climat

Il s'agit d'un critère prépondérant dans l'évolution des bioagresseurs tant sur les maladies fongiques que sur les prédateurs. L'humidité et la température sont les deux principaux paramètres de surveillance.

Le paysage et la biodiversité

La biodiversité via la présence d'auxiliaires de culture permet de limiter les interventions. Une houblonnière est un vrai écosystème et abrite une biodiversité faunistique riche.

Cet équilibre d'organismes vivants apporte une stabilité au milieu et limite la prépondérance d'un seul organisme qui peut, en excès, nuire au bon développement du houblon.

La variété

La génétique est l'un des leviers les plus importants pour contourner les bio-agresseurs (*maladies et ravageurs*). Chaque variété possède des gènes de tolérance plus ou moins prononcés selon son patrimoine génétique.

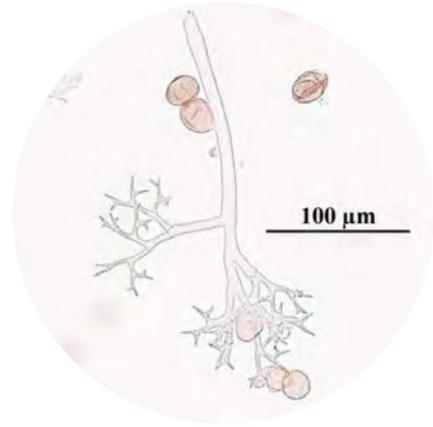
Les producteurs prennent en considération ces caractéristiques dans le raisonnement de la lutte prophylactique et phytosanitaire.

Le tableau variétal (*cf chapitre variétés*), reprend ces différences, pour les variétés cultivées en région Hauts-de-France.



Les principaux bioagresseurs et les moyens préventifs et de lutte

Les principaux pathogènes fongiques



> Mildiou du houblon (*Pseudoperonospora humuli*)
via microscope (Source : J. JACQUIN)

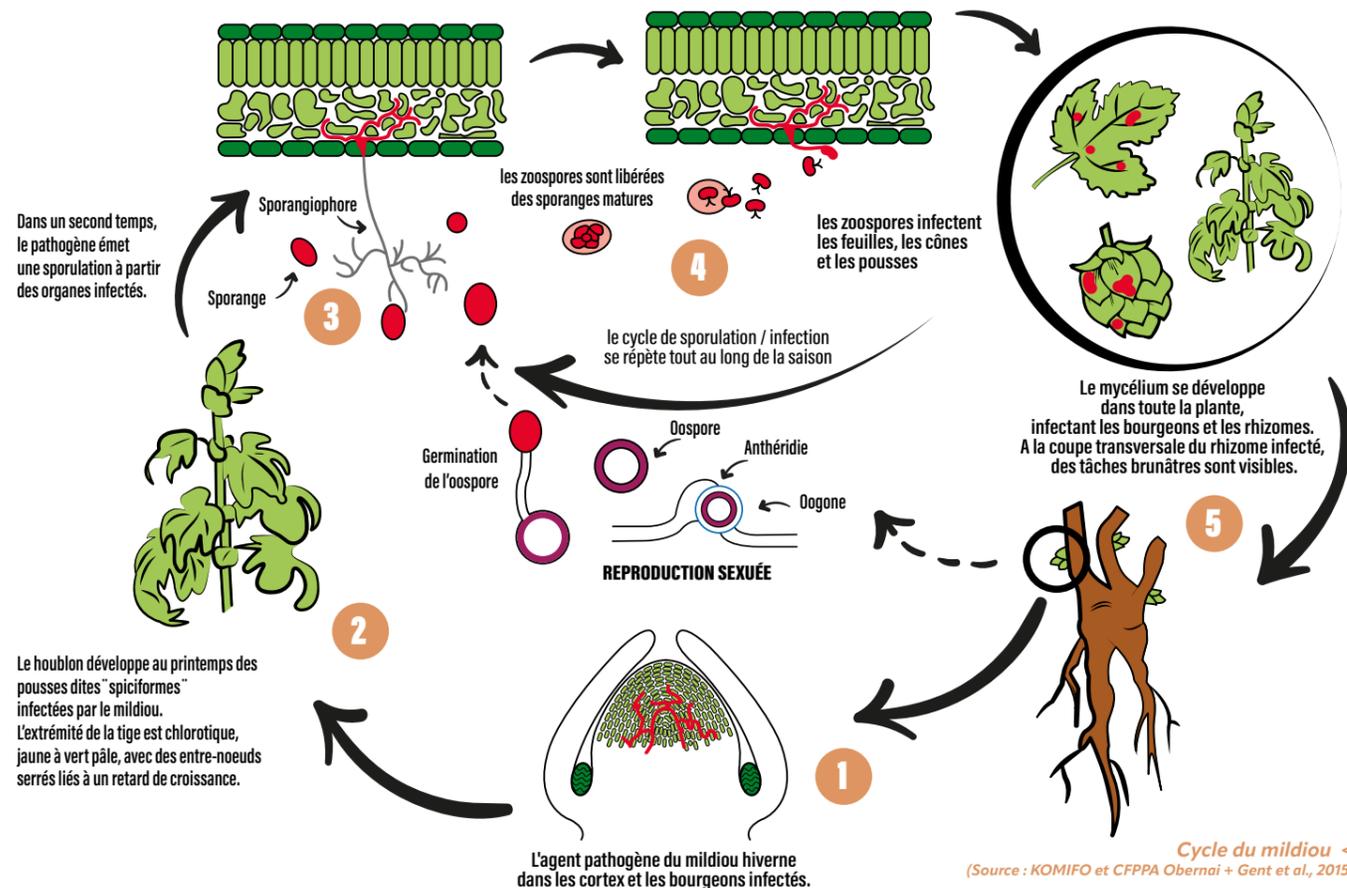
Le Mildiou : *Pseudoperonospora humuli* (Miyabe & Takah.) G. W. Wilson (famille des Peronosporaceae)

Le mildiou, la principale maladie fongique du houblon, est particulièrement problématique pour les producteurs en Agriculture Biologique. L'impact sur la productivité et la qualité des cônes est importante. Ce pathogène est présent de l'émergence des jets jusqu'à la récolte.

La diagnose se fait généralement par examen visuel du tissu foliaire. Le houblon développe des pousses dites "spiciformes" infectées par le mildiou présent dans la souche de houblon (*contamination primaire*). L'extrémité de la tige semble chlorotique, jaune à vert pâle, avec des entre-nœuds serrés liés à un retard de croissance.

Puis, dans un second temps, ces pousses émettent une sporulation. Si les conditions d'humidité et de chaleur sont réunies, les zoospores contaminent les cônes et/ou les feuilles et tiges aux environs. Les feuilles deviennent jaune-vert, enroulées ou en forme de ventouses. On parle alors de contamination secondaire (Fredon, 2010 ; Paguet et al., 2022).

MILDIOU DU HOUBLON (*Pseudoperonospora humuli*)



MILDIOU DU HOUBLON (*Pseudoperonospora humuli*)



Sporulation primaire

Contamination secondaire sur feuilles et sur cônes

Crédit photo : A.Honoré / Chambre d'Agriculture du Nord-Pas-de-Calais

Photographies montrant une contamination au Mildiou < (Source : Chambre d'Agriculture du Nord-Pas de Calais)

L'Oïdium (*Podosphaera macularis* (Wallr.) U. Braun & S. Takam (famille des Erysiphaceae)

L'oïdium est l'une des plus anciennes maladies fongiques connues du houblon, altérant fortement la qualité des cônes. De fortes infestations de cette maladie peuvent détruire la récolte ou conduire à une réduction allant jusqu'à 25% de la teneur en acides α du houblon. Le cultivar Northern Brewer est par exemple un cultivar sensible à ce pathogène fongique (Paguet et al., 2022). Des tâches blanches circulaires caractéristiques apparaissent à la surface des feuilles. Les cônes peuvent être déformés avec une décoloration brun rougeâtre et une réduction de taille. Ils vont brunir au moment

du séchage. La fertilisation azotée est un des facteurs de risque.

L'oïdium se développe en présence de températures douces d'environ 20°C avec une hygrométrie élevée, sans pour autant être sous forme de pluies qui lessivent les conidiophores. Le champignon peut effectuer plusieurs cycles dans l'année avant d'entrer en conservation pour l'hiver dans les bourgeons ou les débris de cultures (Fredon, 2010).

L'OÏDIUM DU HOUBLON (*Podosphaera macularis*)



sur feuilles

sur cônes

Crédit photo : A.Honoré / Chambre d'Agriculture du Nord-Pas-de-Calais

Photographies caractéristiques d'un développement d'Oïdium < (Source : Chambre d'Agriculture du Nord-Pas de Calais)



Autres pathogènes observés sur le houblon

D'autres pathogènes fongiques impactant la culture du houblon existent comme *Botrytis cinerea* ou encore la Verticilliose causée plutôt en Europe par *Verticillium nonalfalfae*. Dans le cas de la Verticilliose, des chloroses et nécroses sévères avec dépérissement rapide des feuilles et des pousses latérales peuvent être observées. La Pourriture noire des racines causée par un autre champignon, *Phytophthora citricola*, ou des pathologies virales peuvent aussi infecter la plante mais n'ont pas été observées dans la culture du houblon dans les Hauts-de-France (Paguet et al., 2022).

Les principaux ravageurs

Les principaux ravageurs du houblon sont des arthropodes dont les principaux sont :

le puceron du houblon (*Phorodon humuli* (Schrank) Aphididae) et les **tétranyques tisserands**, nommées aussi araignées rouges (*Tetranychus urticae* C. L. Koch, Tetranychidae). Le puceron du houblon peut causer des dommages directs après la formation du cône, donc compromettre sa qualité. Ce petit arthropode peut aussi contribuer à la transmission de virus, en particulier des Carlavirus. Les araignées rouges affectent principalement le houblon dans l'hémisphère Nord.

Leur propagation est favorisée par un temps chaud et sec. Ils produisent des dégâts lorsque les populations deviennent importantes. Un large nombre d'autres espèces d'arthropodes, en particulier l'altise du houblon (*Psylliodes attenuata* Koch., Chrysomelidae) qui est un coléoptère, peuvent être considérés comme des ravageurs secondaires (Paguet et al., 2022).

LE PUCERON SUR HOUBLON (*Phorodon humuli*)



sur feuille



ailé

aptere

Crédit photo : A.Honoré / Chambre d'Agriculture du Nord-Pas-de-Calais + Bernard Chaubet / INRAE

Photographies de pucerons du houblon < (Source : Chambre d'Agriculture du Nord-Pas de Calais)

ACARIEN TÉTRANYQUE TISSERAND (*Tetranychus urticae*)



sur feuille



Crédit photo : A.Honoré / Chambre d'Agriculture du Nord-Pas-de-Calais et compendium of diseases and pets + Koppert Biological Systems

Photographies d'acariens sur houblon < (Sources : Chambre d'Agriculture du Nord-Pas de Calais et compendium of diseases and pets.)

Les méthodes préventives et de lutte

Les méthodes de lutte utilisées, qu'elles soient biologiques ou conventionnelles, sont moyennement efficaces. Leur positionnement ne sera que plus intéressant dès lors qu'elles sont utilisées en préventif quand les conditions sont favorables à leur utilisation (contamination ou reproduction).

L'effeuillage

L'effeuillage est une méthode prophylactique pour limiter les maladies et les ravageurs. Cette opération consiste à enlever ou défolier les feuilles basses (+/- 1 mètre) à partir du moment où le houblon atteint, a minima, les deux tiers de son fil soit environ 4/5 mètre de haut. A partir de ce moment (début juin), le houblon est suffisamment lignifié pour supporter un effeuillage.

Pour ne pas être trop agressif, celui-ci, peut se faire en deux passages. Il permet de favoriser les flux d'air dans la parcelle et diminuer l'hygrométrie. Ceci permet ainsi de limiter la propagation des maladies comme le mildiou ou l'oïdium mais

aussi des acariens. Il est réalisé manuellement, mécaniquement, thermiquement ou chimiquement. Cette opération facilite aussi la visibilité lors de la récolte. En Hauts-de-France, un producteur réalise l'effeuillage en partie par des moutons dès lors que le houblon n'a pas reçu de cuivre (toxique pour les animaux).

Les travaux post-récolte

Après récolte, les conditions deviennent humides, il est important de ne pas laisser de houblon non récolté en parcelle (enroulé sur les câbles de structure par exemple) ou de fortes végétations à la base du pied.

9/ LES BESOINS EN EAU ET L'IRRIGATION

Le système racinaire est multiple, les racines pivotantes sont pérennes et les racines fasciculées sont principalement annuelles. Cette large prospection racinaire permet d'exploiter le milieu profond et superficiel permettant de capter à la fois l'eau de superficie, ainsi que celle stockée en profondeur.

Le premier réflexe consiste à conserver l'eau dans le sol pour subvenir aux besoins de la plante. La texture du sol a son importance mais est difficilement modifiable. En revanche, la structure du sol est à soigner car il s'agit du premier paramètre à ajuster pour maximiser la RFU (Réserve Facilement Utilisable) du sol, avant même le taux de matière organique (Arvalis 2022).

En Hauts-de-France, l'irrigation n'était pas une pratique courante. Toutefois, avec le changement climatique et les périodes de sécheresse qui s'accroissent, la disponibilité en eau est devenue un atout.

Le houblon n'est en soit pas une culture facile à irriguer :

- **Canon** : sa haute végétation rend l'utilisation d'un canon compliquée.
- **Pivot** : la structure de l'échafaudage rend l'opération impossible.
- **Micro-irrigation** : le buttage/débuttage rend l'installation complexe.
- **Springler** : l'humidité permanente peut favoriser le risque de maladie.

En Hauts-de-France, 1/3 des houblonniers irriguent, principalement via la technique de la micro-irrigation (3 exploitations) ainsi que par canon (2 exploitations).

En raison de la pérennité du houblon, le travail du sol (buttage/débuttage) nécessite de mettre et enlever le goutte à goutte sur chaque ligne, chaque année.



Photographie d'un système de micro-irrigation < (Source : A. Honoré Chambre d'Agriculture du Nord-Pas de Calais)

Des questions restent posées sur la méthode la plus efficace pour irriguer le houblon :

• **goutte-à-goutte** : l'irrigation localisée ne cantonne-t-elle pas la prospection racinaire vers la zone irriguée ?

• **aspersion vs goutte-à-goutte** : l'efficacité est-elle issue de l'eau apportée ou/et de l'effet d'abaissement de la température de la houblonnière par évapo-transpiration ?

Vigilance : dans le cas d'une irrigation par aspersion, il faut être très vigilant sur un risque accru de contamination par des pathogènes notamment le mildiou ; le milieu humide lui devenant très favorable. Les passages d'eau sont donc à raisonner selon les conditions météorologiques.



10/ LA RÉCOLTE

La date de récolte

En Hauts-de-France, la récolte commence à partir de la fin août jusqu'à mi/fin septembre.

Déterminer le moment optimal de la récolte du houblon constitue le point clé qui va influencer la qualité des cônes (rendement) et leur composition (teneur en acides alpha et en composés volatiles).

La date de récolte est donc un compromis entre :

Un houblon immature, qui :

- n'est pas assez riche en acides alpha ni en huiles essentielles,
- n'a pas encore atteint son rendement maximal,
- est plus difficile à sécher (5% humidité additionnel correspond à 35% d'eau supplémentaire à éliminer),
- a des bractées plus fermées limitant le contact avec le passage d'air chaud,
- peut réduire la vigueur et le rendement de la saison suivante en diminuant la réallocation des glucides vers le système racinaire.

Un houblon trop mûr, qui :

- est plus facile à sécher, car il y a moins d'eau à évacuer,
- est plus facile à sécher via la morphologie du cône, c'est-à-dire la proportion du poids entre le rachis et les bractées, ainsi que la taille et la forme des bractées plus lâches qui sont ouvertes,
- s'oxyde avec l'ouverture des bractées détériorant les acides alpha et éventuellement les acides beta
- présente des arômes détériorés,
- présente des symptômes et attaques de bioagresseurs (*maladies, pucerons, larves...*),
- a une moindre capacité à se conserver.

Ces connaissances doivent donc être mises en balance par le producteur pour rechercher l'optimum qualitatif tout en ayant la contrainte d'un chantier long qui s'étale sur plusieurs jours à plusieurs semaines. L'étalement des précocités variétales est donc l'un des principaux critères à étudier.

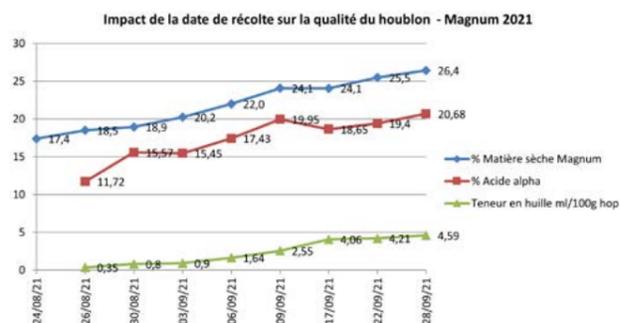
La cueillette



L'intégralité de la biomasse aérienne est coupée à la base de la liane et transportée jusqu'au bâtiment abritant la cueilleuse. Le tracteur est équipé d'un bras latéral arracheur et d'une remorque. Les 5000 lianes (par hectare) sont donc rapatriées dans le bâtiment dédié au houblon. Cette opération logistique nécessite jusqu'à 60 allers-retours par hectare, variable selon la biomasse des lianes.

Toutes ces branches sont ensuite accrochées sur le bras d'une cueilleuse via des pinces. Dans la machine, des peignes arrachent les cônes et les feuilles de la liane. Ensuite, les cônes sont séparés des feuilles via des systèmes d'aspiration et de tapis inclinés. La récolte dure plusieurs jours car le débit d'une cueilleuse varie de 100 à 400 lianes/heure.

> récolte du houblon en Flandres
(Source : A. Honoré Chambre d'Agriculture du Nord-Pas de Calais)



11/ LE SÉCHAGE

Constitué de 75 à 80% d'eau, le cône de houblon se dégrade vite par fermentation et pourrissement. Pour se conserver, les cônes doivent rapidement être séchés pour parvenir à une humidité comprise entre 10% et 12%. Le volume du séchoir est assez conséquent car la masse volumique du cône est faible. Il est donc inutile de faire une grosse journée de récolte si la capacité du séchoir n'est pas suffisante. Le temps de séchage est variable de 6 à 10h. L'objectif n'est pas de sécher le plus rapidement possible mais de conserver la qualité du houblon, d'optimiser le besoin énergétique et le cadencement du chantier de récolte.

Cette durée de séchage varie selon plusieurs paramètres, tels que :

- la variété de houblon,
- l'état de maturité du houblon et son humidité,
- les conditions météorologiques (chaleur et hygrométrie),
- le temps de pré-stockage et de ventilation,
- la superficie, hauteur et densité du tas,
- la température de séchage,
- la vitesse de l'air de séchage.

Les différents types de séchoir

Séchoir en batch

Le séchage en batch est le type de séchoir le plus simple à mettre en place et le moins coûteux car il est facilement auto-constructible.

En effet, il se compose d'une grille (*tôle perforée*), au-dessus de laquelle le houblon est déversé équitablement sur une hauteur de 30 à 40 cm. De l'air chaud est pulsé au-dessous, via un brûleur / ventilateur.

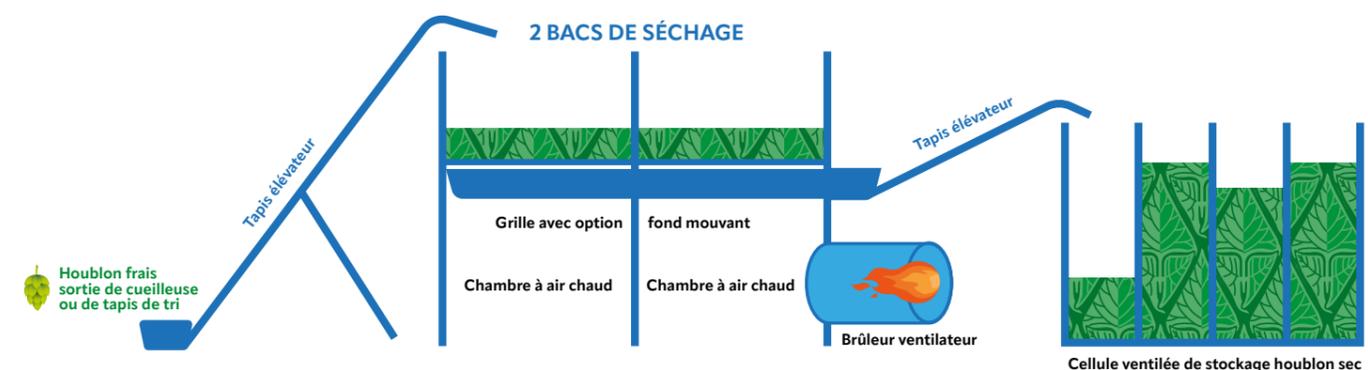
Le tout est entouré d'une paroi constituée soit de parpaing, de tôle ou de bois, de préférence étanche.

Une légère manipulation du houblon (*variable selon les producteurs*) est réalisée en cours de séchage pour bien répartir l'air chaud et surtout éviter les puits d'air.

La photo ci-contre illustre la salle chauffée par un brûleur (à droite) et la grille où est déposé le houblon (*en haut*).



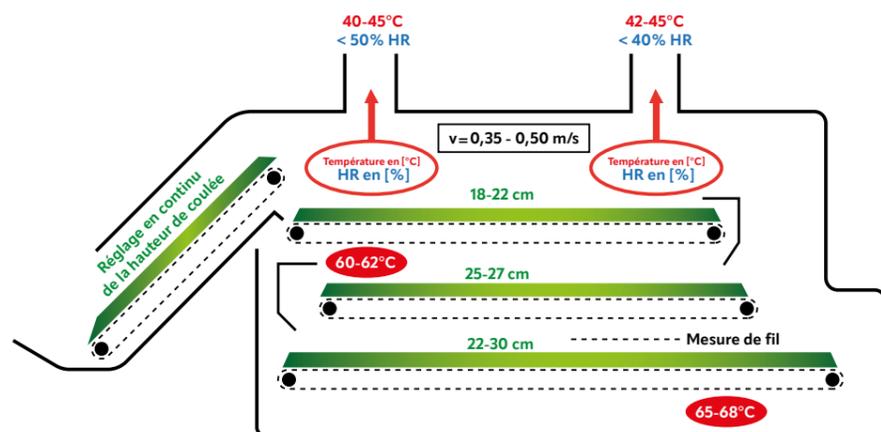
Photographie d'une chambre à air chaud séchoir en batch en Flandres <
(Source : Chambre d'Agriculture du Nord-Pas de Calais)



Séchoir en batch exemple flamand <
(Source : A. Honoré Chambre d'Agriculture du Nord-Pas de Calais)

Séchoir en bandes continues

Le séchoir en bandes continues, consiste à faire entrer du houblon frais en continu dans l'équipement pendant qu'à l'autre extrémité sort le houblon sec. Le houblon sèche tout en avançant sur plusieurs grilles/grillages successifs. Le houblon est déposé sur la bande la plus haute, et celle-ci avance doucement faisant tomber le houblon sur la bande inférieure. Les grilles sont percées de manière à retenir les cônes tout en permettant à de l'air chaud venant d'une pièce située en dessous du système de circuler à travers les tapis de houblon. Sur ce type de système, le houblon est déposé sur la grille par petites quantités et de manière continue. Ce type de séchoir très grand, prend beaucoup de place dans le bâtiment.



Séchoir à bande continue
 d'après Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft



Séchoir à étages (Source Vicet, 2020, ITH)

Le séchoir à étages est constitué de 3 claies superposées dont une claie de déchargement ou d'extraction. En premier lieu, les cônes frais sont étalés sur la claie du haut puis basculés sur la claie inférieure selon un intervalle de temps donné (qui varie en fonction de la durée nécessaire de séchage). De ce fait, un séchoir à 3 claies est plein à partir du 3^{ème} chargement. Les claies sont formées de lames qui peuvent s'ouvrir et se fermer permettant le basculement du houblon d'une claie à une autre. Contrairement aux autres claies, celle de déchargement est montée sur un châssis qui permet de l'extraire du séchoir et donc de décharger le houblon pour le mettre dans les box de conditionnement. En rythme de croisière, toutes les claies sont chargées de houblon à différents niveaux de séchage. A titre d'information, un séchoir de 36 m² peut sécher environ 2000 kg (poids sec) de houblon par jour soit l'équivalent d'une production de 1 à 1,5 ha. Ce type de séchoir permet un gain de place au sol mais nécessite de la hauteur.

Le brûleur

Pour les différents séchoirs, deux types de propagation de chaleur existent : le séchage direct et celui indirect. Le séchage du houblon est direct lorsque le brûleur chauffe sans intermédiaire la salle chaude. Le séchage est indirect lorsque le brûleur chauffe un corps intermédiaire qui sert d'échangeur de chaleur sans échange d'air. Cette combustion indirecte évite la diffusion des particules de combustion (HAP) vers le houblon. En revanche, une partie des calories produites est perdue dans les gaz d'échappements. Comme combustible, les exploitants utilisent principalement du gaz en combustion directe ou du fioul en injection indirecte. Le recours à des énergies renouvelables comme la biomasse (*plaquette bois, miscanthus...*) est étudié en remplacement des énergies fossiles.

Séchoir à étages
 (Source : Institut Technique du Houblon)

12/ DU STOCKAGE À LA COMMERCIALISATION

Le stockage

Une fois sorti du séchoir, le houblon, stocké en tas ou en cellule d'attente, se refroidit. Il regagne en humidité pour atteindre son niveau d'équilibre compris aux alentours de 12%. Pour accélérer ce processus, les grosses exploitations (*en Alsace, Allemagne...*) utilisent des climabox. Ce principe consiste à ajouter de l'eau sous forme de vapeur froide au houblon. Le producteur peut ainsi ajuster le poids du houblon souhaité.

Le pressage

Le houblon est compressé dans des sacs spécifiques à l'aide d'une presse hydraulique. Ces balles de 0,4m² seront ensuite stockées dans un bâtiment à l'abri de l'humidité.

La transformation

Les cônes secs : Les cônes secs peuvent être utilisés en l'état. Seuls quelques brasseurs utilisent encore cette méthode dans leur processus de brasserie. Dans le cas de "bières de récolte", le houblon peut être utilisé frais, mais sa conservation ne sera que de 12 heures.

Les pellets : En Hauts-de-France, la plus grande partie de la production de houblon est pressée en pellets (*T90 : cône entier*), ce qui facilite la manipulation par les brasseurs. Cette opération, effectuée sous forme de prestations de service en Région, consiste à broyer puis à compacter le houblon sous forme de bouchons/granules, appelés "pellets" sous atmosphère inerte (*sous azote*) pour éviter l'oxydation et ainsi permettre une meilleure conservation (*un an à plusieurs années*). Ils sont aussitôt ensachés hermétiquement, à l'abri de la lumière pour conserver la qualité du produit.

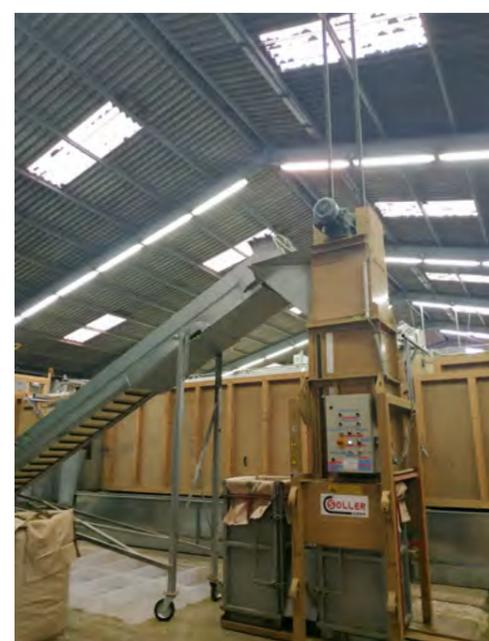
L'extrait : Cette méthode consiste à extraire et à concentrer sous forme liquide les acides alpha et les huiles essentielles du houblon. L'extraction se fait le plus souvent par CO₂ supercritique. Il permet un meilleur rendement en acides alpha que les cônes séchés et les pellets. Il est facile à stocker et se conserve plusieurs années. En Région, une très faible partie du houblon est transformée de cette manière. L'extraction nécessitant une prestation de service par un prestataire spécialisé, le coût du produit fini est plus élevé.

La commercialisation

Pour le producteur, il existe plusieurs possibilités de commercialiser ses produits auprès des brasseurs : en direct ou via un intermédiaire. Quelle que soit l'option retenue par le houblonnier, la certification des houblons est obligatoire avant leur mise en marché. En Région Hauts-de-France, deux modes de commercialisation sont majoritairement utilisés par les producteurs :

La coopérative : 98% du houblon produits en Hauts-de-France sont mis sur le marché par l'intermédiaire de la Coop'hounord. Elle assure ainsi la certification, la distribution et la commercialisation du houblon auprès de son réseau de brasseurs locaux.

Le négoce : Brewstock est une plateforme en ligne qui permet à chaque producteur de commercialiser sa production au prix de vente souhaité, moyennant une commission.



(Source : A. Honoré Chambre d'Agriculture du Nord-Pas de Calais) <

L'administration demande aux producteurs de houblon de respecter 2 réglementations :

1) Déclarer ses surfaces :

Chaque producteur doit transmettre à *FranceAgriMer* le formulaire de déclaration de plantation, avant le 15 mars de chaque année. Il est attendu également que chaque centre de certification agréé renseigne un tableau des données de production à la fin de chaque campagne. Cette déclaration répond à une exigence européenne qui permet l'identification des zones de production en Europe et la mise à jour des listes officielles.

2) Certifier son houblon :

La certification est indispensable à la commercialisation du houblon. Elle doit intervenir avant la vente et avant la transformation, ainsi qu'après tout reconditionnement. La campagne de certification se termine au 31 mars de l'année N+1 après la récolte. Une exemption de certification est permise pour :

- le houblon vendu en frais,
- le houblon récolté sur les terres appartenant à une brasserie et utilisé par celle-ci,
- le houblon et les produits dérivés du houblon conditionnés en paquets de moins de 1 kg et destinés à la vente aux particuliers pour leur usage privé.

Pour certifier le houblon, il doit répondre aux critères suivants :

CARACTÉRISTIQUES DU HOUBLON EN CÔNES À RESPECTER SELON LE RÉGLEMENT EUROPÉEN 1850 / 2006

Caractéristiques	Teneur maximale (en % du poids)	
	Houblon préparé**	Houblon non préparé*
a) Humidité (teneur en eau)	12	14
b) Feuilles et tiges	6	6
c) Déchets de houblon	3	4
d) Pour le houblon sans graines proportion de graines	2	2

* **Houblon non préparé** : le houblon qui a subi uniquement les opérations de premier séchage et de premier emballage.

** **Houblon préparé** : le houblon qui a subi les opérations de séchage final et d'emballage final. Est considéré comme houblon préparé tout houblon ayant fait l'objet d'une seconde opération de séchage et / ou d'un reconditionnement par rapport à son emballage initial en sortie de séchage et / ou tout houblon comportant le mélange d'au moins deux variétés.

Caractéristiques du houblon en cônes à respecter selon le règlement européen 1850/2006 < (Source : FranceAgriMer)

La certification consiste en l'établissement d'un certificat émis par FranceAgriMer pour tout lot ou partie de lot de houblons en cônes ou produits du houblon, établi pour un client, accompagné de scellés (étiquettes). Les mentions à faire figurer sur cette étiquette sont : la désignation du produit (houblon avec ou sans graines), la variété, le numéro de référence du certificat.

Toutes les informations concernant la certification des houblons sont à retrouver auprès de FranceAgriMer.

Pour certifier son houblon, 2 solutions sont possibles :

1) Faire appel à un centre de certification ou une exploitation déjà agréée (ex : la coopérative CoopHounord). Dans ce cas, il suffit de lui livrer le houblon en cônes séchés accompagné des informations suivantes : l'année de récolte, la variété, le lieu de fabrication, la référence de la parcelle, le nombre de colis composant le lot.

2) Devenir un centre d'habilitation à la certification du houblon et respecter plusieurs conditions :

- établir une structure juridique qui dispose des installations et des procédures adéquates pour accomplir les tâches nécessaires à la certification du houblon, notamment :
- une procédure d'enregistrement et de suivi des lots,
- un descriptif des conditions de réalisation d'échantillonnage et d'analyses des lots en lien avec un laboratoire accrédité COFRAC LAB GTA78 ou équivalent UE,
- un descriptif des équipements de stockage, de pesée,
- un descriptif des procédures qualité mises en place pour accomplir les tâches relatives à la certification,
- un descriptif des conditions de pose de scellés.

En Hauts-de-France, la coopérative remplit ce rôle pour l'ensemble de ses adhérents.



1/ LE MATERIEL DU HOUBLONNIER

2/ LE MATERIEL DE RÉCOLTE



> Source : Chambre d'Agriculture du Nord-Pas de Calais

Source : Chambre d'Agriculture du Nord-Pas de Calais <



L'ébrousseuse



Tailleuse hydraulique



Rotavator



Bras arracheur et remorque de lianes



Déchaumeur butoir à disques



Déchaumeur à disques



Déchaumeur butoir à dents



Cueilleuse compacte



Enjambeuse houblon treille basse



Les nacelles



Cueilleuse et organe de tri séparé



Le pulvérisateur atomiseur



le couteau



Le grappin



La tarière



Séchoir batch



Petit séchoir étage 3 claies

Habituellement l'observation économique d'une culture se base essentiellement sur le calcul de la marge brute.

En houblon, l'approche est différente. La marge brute d'une houblonnière n'est pas représentative puisque l'essentiel des charges repose sur l'amortissement du matériel spécifique et la main d'œuvre. A titre de comparaison, une moissonneuse coûte 300 K€ pour 100 ha. Une cueilleuse neuve coûte 380 K€ mais sera amortie sur 20 ou 30 ha. La culture d'une céréale demande 7 heures/ha quand le houblon en demande 350h/ha.

1/ LES CHARGES

Il y a donc plusieurs approches :

- Les charges proportionnelles à l'installation (piquets, câbles, plants) sont d'environ 30 000€/ha et difficilement compressibles car le matériel est neuf.
- Les charges annuelles proportionnelles (tuteur, énergie, approvisionnement culture...) sont d'environ 2 730€/ha et également difficilement compressibles.
- Les charges de structures à l'installation sont, elles, très variables d'une exploitation à une autre. Certains commencent avec 60 000€ (matériel d'occasion, auto-construction...) quand d'autres investissent jusqu'à + de 120 000€. De plus, la variabilité repose également sur la surface cultivée. A investissement équivalent une exploitation de 2 hectares aura 4 fois plus de charges de structure par hectare qu'une exploitation de 8 hectares. En revanche, le besoin en main d'œuvre sera proportionnellement plus faible.



Le tableau ci-après est donné à titre indicatif. Il sert de base de réflexion et apporte des points de repère pour appréhender les postes de dépenses et l'affectation des principales charges.

Chaque porteur de projet doit construire son plan d'investissement en fonction de ses capacités financières, mais aussi du matériel déjà présent sur l'exploitation, de sa capacité à restaurer du matériel d'occasion, d'auto-construire son séchoir, sa remorque...

LES CHARGES DU HOUBLON

		Prix occasion	Prix neuf	Total (prix occasion retenu pour le matériel)	
Les charges à l'installation	Proportionnelles à la surface en hectare	Plants (4€ unitaire)	/	10 000 €	30 000 €
		Poteaux	/	15 000 €	
		Câbles et ancrés	/	5 000 €	
	De structure par exploitation	Cueilleuse	30 000 €	380 000 €	105 000 €
		Séchoir et tapis	15 000 €	40 000 €	
		Presse à balle	7 000 €	15 000 €	
		Tracteur fruitier	25 000 €	100 000 €	
		Pulvérisateur	5 000 €	15 000 €	
		Outils latéraux	5 000 €	20 000 €	
		Nacelle	5 000 €	11 000 €	
		Remorque arracheuse	10 000 €	50 000 €	
		Vibroculteur	1 000 €	8 000 €	
		Rotavator ou herse	2 000 €	8 000 €	
		Les charges annuelles	Proportionnelles à la surface / hectare	Fermage	
Cotisation AGPH	/			110 €	
Assurance aléas	/			260 €	
Fils tuteurs	/			650 €	
Fertilisation NPK	/			350 €	
Phyto sanitaire	/			300 €	
Electricité	/			140 €	
Fuel GNR	/			300 €	
Gaz (séchage)	/			450 €	

Tableau reprenant les estimations de coûts pour une exploitation type Haut-de-France, conduite en conventionnel, hors main d'œuvre et bâtiment < (Sources : Chambre d'agriculture du Nord-Pas de Calais et Coop'hounord)

2/ LES AIDES EN RÉGION HAUTS-DE-FRANCE

Un projet d'installation ou d'extension de houblonnière nécessite des investissements importants. En région Hauts-de-France, il existe des dispositifs pour accompagner les agriculteurs souhaitant cultiver du houblon.

Nous pouvons citer par exemple :

- Le PRE'AD - Plan Résilience et Adaptation des exploitations (doté de fonds européens, d'Etat et de la Région Hauts-de-France)
- Le Pass'Agri filière (doté de financement de la région Hauts-de-France et des départements de la région)

Ces dispositifs permettent de financer des investissements dans les exploitations agricoles des Hauts-de-France.

Il peut exister d'autres aides financières mobilisables pour aider les producteurs dans leur projet. Ces aides varient en fonction des territoires ou encore des ouvertures d'Appels à projets, de mesures de soutien... nous vous invitons à contacter le Point Info Diversification, porte d'entrée pour les porteurs de projets de diversification en agriculture, qui sera à même de vous informer sur les financements mobilisables selon votre situation.



Contact : hdf.diversificationagricole.fr

- Almaguer C., Schönberger C., Gastl M., Arendt E. K., Becker T, 2014. A review: *Humulus lupulus*- a story that begs to be told ». Journal of the Institute of Brewing, 120, 289–314. <https://doi.org/10.1002/jib.160>
- ARS USDA. « Progress (66051) » [en ligne]. Disponible sur : < <https://www.ars.usda.gov/ARSUserFiles/2450/hopcultivars/66051.html> > (consulté le 17 janvier 2024).
- BarthHaas report 2021/2022. https://www.barthhaas.com/fileadmin/user_upload/01-barthhaas-2022/Re-sources/BarthHaas_Report/2022/BarthHaas_Report_2021_2022_EN.pdf
- BaartHaas report 2022-2023. <https://www.barthhaas.com/resources/barthhaas-report#!default-df00593e1fe18a29de3e6ee0b40a6072>
- Biendl, M., Engelhard, B., Forster, A., Gahr, A., Lutz, A., Mitter, W., Schmidt, R., Schönberger, C., 2014. Hops: Their Cultivation, Composition and Usage. Germany: Fachverl. Carl. 335 p.
- Bocquet L., Sahpaz S., Hilbert C., Rambaud R., Rivière C., 2018. *Humulus lupulus* L., a very popular beer ingredient and medicinal plant: overview of its phytochemistry, its bioactivity, and its biotechnology. *Phytochemistry Reviews*, 17, 1047-1090. DOI:10.1007/s11101-018-9584-y
- Bocquet L., Sahpaz S., Bonneau N., Beaufay C., Mahieux S., Samaillie J., Roumy V., Jacquin J., Bordage S., Hennebelle T., Chai F., Quetin-Leclercq J., Neut C., Rivière C., 2019. Phenolic Compounds from *Humulus lupulus* as Natural Antimicrobial Products: New Weapons in the Fight against Methicillin Resistant *Staphylococcus aureus*, *Leishmania mexicana* and *Trypanosoma brucei* Strains. *Molecules*, 24(6), pii : E1024. <https://doi.org/10.3390/molecules24061024>
- Colin S., 2022, Traité de brasserie. Tome 1, La bière et ses matières premières. Editions Dunod, Malakoff, France, 552 p.
- Community Plant Variety Office (CPVO). « Variety Finder » [en ligne]. Disponible sur : <https://vf.plantvarieties.eu/varieties> (consulté le 17 janvier 2024).
- Ducloux, A., Hédiard L., Vallez T., 1910., Les productions agricoles du nord de la France. Editions J.-B. Baillière et Fils, Paris, France.
- EMA, 2014. Final community herbal monograph on *Humulus lupulus* L., flos - Revision 1. https://www.ema.europa.eu/en/documents/herbal-monograph/final-community-herbal-monograph-humulus-lupulus-l-flos-revision-1_en.pdf
- FranceAgriMer, 10 septembre 2020. Conjoncture Houblon. Conseil spécialisé, cultures spéciales
- FranceAgriMer : <http://www.franceagrimer.fr/Autres-filieres/Houblon/Accompagner/Obligation-de-certification-du-Houblon>
- Fredon Nord pas de Calais, 2010. Fiche " Connaître et reconnaître : Les ravageurs, maladies et auxiliaires en culture de houblon ". https://fredon.fr/hautes-de-France/sites/hautes-de-France/files/fiches%20techniques/2010__14_fiche_houblon_reconnaissance_version_finale_juin_2010.pdf
- Gent, D.H., Johnson, D.A., Gevens, A.J. & Hausbeck, M.K. (2015) Downy mildew. In O'Neal, S.D., D.B. Walsh, and D.H. Gent, eds. 2015. Field Guide for Integrated Pest Management in Hops. 3d ed. Pullman, WA: U.S. Hop Industry Plant Protection Committee. pp. 15–21.
- GEVES. " GEVES Expertise & Performance " [en ligne]. Disponible sur : < <https://www.geves.fr/> > (consulté le 17 janvier 2024).
- InterHoublon 2022. Rapport d'activités. <https://www.france-houblon.fr/wp-content/uploads/2023/07/Rapport-INH-2022-comprese.pdf>
- Jacquin J., Moureu S., Deweer C., Hakem A., Paguet A.S., Bonneau N., Bordage S., Dermont C., Sahpaz S., Muchembled J., Rivière C., 2022. In vitro anti-oomycete activities of hop essential oil, extracts and some of their metabolites against *Phytophthora infestans*. *Agronomy*, 12, 2826. <https://www.mdpi.com/2073-4395/12/11/2826>
- Jelinek L., Sneberger M., Karabin M., Dostalek P. Comparison of Czech Hop Cultivars Based on their Contents of Secondary Metabolites. *Czech Journal of Food Sciences*. 2010. Vol. 28, p. 309-316. <https://doi.org/10.17221/65/2010-CJFS>
- Lauber K., Wagner G. & Gygax A., 2018, Flora Helvetica. Flore de Suisse. Editions Haupt, Bern, Suisse. 1686 p.
- Lycéed'Obernai: [https://www.exploitation-d-obernai.fr/nos-productions/houblon-ab/\(consultele16/03/2024\)](https://www.exploitation-d-obernai.fr/nos-productions/houblon-ab/(consultele16/03/2024))
- Mozny M., Trnka M., Vlach V., Zalud Z., Cejka T., Hajkova L., Potopova V., Semenov M.A, Semeradova D., Büntgen U, 2023. Climate-induced decline in the quality and quantity of European hops calls for immediate adaptation measures. *Nature Communications*, 14, 6028. <https://doi.org/10.1038/s41467-023-41474-5>
- Mozny M., Tolasz R., Nekovar J., Sparks T., Trnka M., Zalud Z., 2009. The impact of climate change on the yield and quality of Saaz hops in the Czech Republic. *Agricultural and Forest Meteorology*, 149, 913-919.
- Neve R.A., 1991. Hops. Editions Chapman & Hall, London, New-York, Tokyo, Royaume-Uni, USA, Japon. 266 p.
- Paguet A.S., Siah A., Lefèvre G. Sahpaz S., Rivière C., 2022. Agronomic, genetic and chemical tools for hop cultivation and breeding. *Phytochemistry Reviews*, 21, 667-708. doi.org/10.1007/s11101-022-09813-4
- Paguet A.S., Siah A., Lefèvre G., Moureu S., Samaillie J., Michels F., Alves Dos Santos H., Etienne-Debaecker A., Deracinois B., Flahaut C., Cadalen T., Rambaud C., Chollet S., Molinié R., Fontaine J.X., Waterlot C., Fauconnier M.L., Sahpaz S., Rivière C., 2023. Multivariate investigation of the chemical and genetic diversity of wild hop (*Humulus lupulus* L.) collected in situ in Northern France. *Phytochemistry*, 205, 113508. <https://doi.org/10.1016/j.phytochem.2022.113508>
- Paguet A-S, Siah A, Lefèvre G, Vandenberghe M, Lutun D, Degardin N, Samaillie J, Mathiron D, Dermont C, Michels F, Fauconnier M.L, Chollet S, Molinié R, Fontaine J-F, Sahpaz S, Rivière C (2024) Phytochemical characterisation and aromatic potential for brewing of wild hops (*Humulus lupulus* L.) from Northern France: Towards a lead for local hop varieties. *Food Chemistry* 433:137302. <https://doi.org/10.1016/j.foochem.2023.137302>
- Rozier F, 1784. Cours d'agriculture, tome 5, planche 200, Houblon.
- Woillez M., Honore A., 2022. Installation d'une houblonnière en agriculture biologique au sein de la ferme brasserie de Wagnonville.
- Tison J.-M. & de Foucault B., 2014. Flora Gallica. Flore de France. Editions Biotope, Mèze, France. 1196 p.
- Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft (LfL), Hopfen :Trocknung und Konditionierung, <https://www.lfl.bayern.de/ipz/hopfen/019605/index.php#:~:text=In%20der%20Praxis%20werden%20die,m%20Fs%20erh%C3%B6ht%20werden%20kann.>
- Vicet J., Institut Technique du Houblon, 2020. Séchage des cônes, Fiche n°8.



Document réalisé par :



Document réalisé avec le soutien financier de :



Projet cofinancé par le Fonds européen agricole pour le développement rural : l'Europe investit dans les zones rurales