

# WHITEPAPER

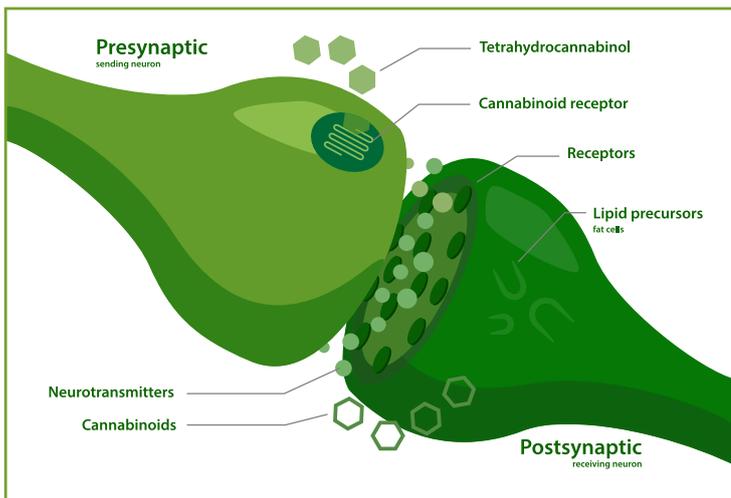
## Flux de travail du cannabis

Obtenir des extraits de chanvre de manière sûre et efficace

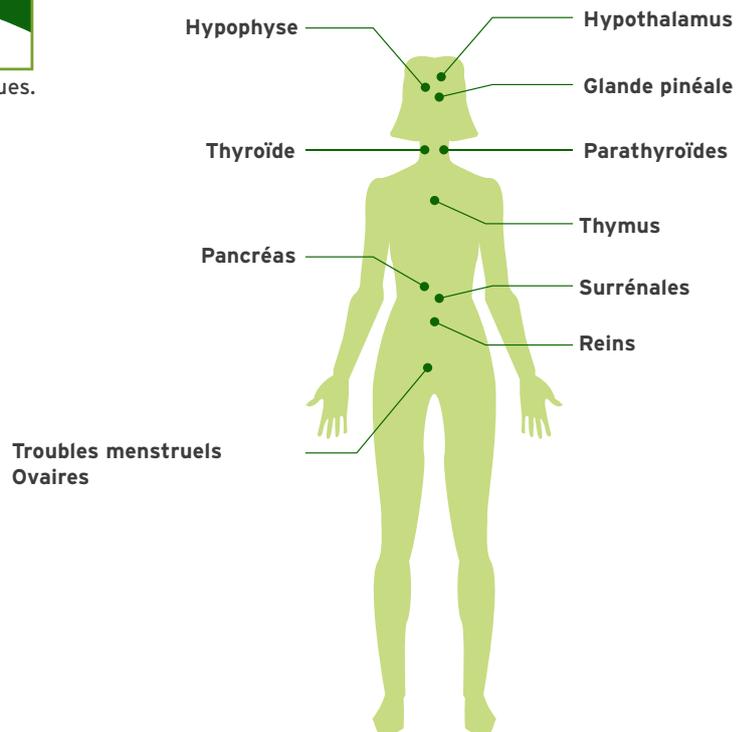
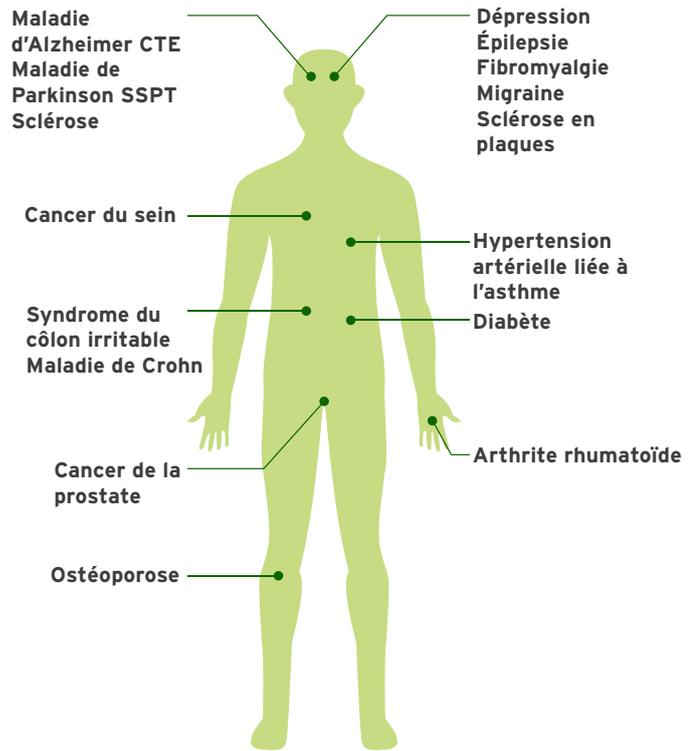
La libéralisation croissante de la culture et de l'utilisation de la plante de chanvre dans de nombreuses régions du monde ne fait pas seulement bonheur de ceux qui consomment du cannabis pour ses effets enivrants. La plante médicinale et utilisée par l'humanité depuis la nuit des temps est en outre riche en métabolites qui sont réputés pour leur potentiel pharmacologique et thérapeutique. Les fabricants de médicaments mais aussi les producteurs de denrées alimentaires, de compléments nutritionnels, de boissons et de produits de soins corporels sont bien décidés à exploiter ce potentiel. Les raisons sont évidentes : en effet, selon les estimations, le chiffre d'affaires du marché mondial du cannabis devrait avoisiner les 50 milliards d'euros en 2023, avec une augmentation de 15 % par an prévue jusqu'en 2027

[1]. Un commerce lucratif, notamment grâce aux produits à base de chanvre en vente libre. Mais elles sont soumises à des contrôles stricts, car elles ne doivent pas contenir de  $\Delta^9$ -tétrahydrocannabinol (THC) en quantités importantes, c'est-à-dire la substance à laquelle on attribue les effets enivrants du cannabis. D'autre part, la question se pose de savoir comment obtenir le meilleur rendement possible des composants du chanvre dont on espère tirer les bénéfices commerciaux escomptés. À cet égard, la technique d'extraction revêt importance toute particulière. Le présent livre blanc met en lumière les différentes méthodes d'extraction des cannabinoïdes THC et CBD les plus courantes et montre le rôle de la température, qui doit être régulée et maintenue à un niveau optimal pour garantir la réussite de l'opération.

Le cannabis, une plante appartenant à la famille du chanvre, est probablement la plus ancienne herbe utile et médicinale connue. Selon les dernières découvertes, elle a été domestiquée pour la première fois au début du néolithique en Asie de l'Est [2]. Il est parti de Chine pour faire le tour du monde en passant par l'Inde et les premières civilisations du Proche-Orient. Sa diffusion ne s'est pas faite uniquement pour l'obtention de fibres végétales telles que des cordages, des filets, des ficelles autres fils [3]. En effet, des sources historiques datant de 2000 ans avant Jésus Christ indiquent que le cannabis aurait été principalement cultivé pour la consommation de stupéfiants. Cette drogue s'est ensuite répandue dans les régions les plus diverses du monde : au 13e siècle en Afrique, au 16e siècle en Amérique latine, avant d'atteindre l'Amérique du Nord au 20e siècle en provenance du sous-continent indien [2].



Le CBD est également utilisé pour soulager les douleurs neuropathiques.



Intégrer le CBD dans la vie quotidienne peut avoir un effet positif sur l'esprit et le corps.

Jusqu'à présent, plus de 530 composés différents et chimiquement distincts, issus du métabolisme primaire et secondaire de la plante de chanvre, ont été identifiés. Parmi eux, on compte environ 110 cannabinoïdes, dont les plus importants sont actuellement  $\Delta^9$ -Tétrahydrocannabinol (THC) et Cannabidiol (CBD), ainsi que 140 terpénoïdes. Ces derniers sont particulièrement importants en raison de leurs propriétés organoleptiques, de leur potentiel pour l'empreinte chimique de différentes variétés et de leur interaction synergique avec les cannabinoïdes. [7]

Outre ses propriétés enivrantes, attribuées notamment au  $\Delta^9$ -Tétrahydrocannabinol (THC), on a su très tôt exploiter le potentiel médical du cannabis. En Chine, par exemple, il était utilisé pour traiter un grand nombre d'affections, telles que la constipation, la goutte, la malaria, les rhumatismes, la fièvre, le manque d'appétit, les états flegmatiques et les troubles de l'élocution [4]. De nos jours, le potentiel pharmacologique du cannabis, dont on distingue deux espèces principales, à savoir *Cannabis sativa* et *Cannabis indica* [5], est considéré comme avéré. Ses effets thérapeutiques sur différentes maladies, allant des douleurs chroniques et de la sclérose en plaques (SEP) à l'épilepsie et à l'anxiété, ont été prouvés à maintes reprises [6]. Mais qu'est-ce qui fait du chanvre un produit pharmaceutique aussi utile ? Loin de la vision simpliste initiale selon laquelle seul le  $\Delta^9$ -THC serait porteur de l'activité biologique du cannabis, Flavio A. Franchina, Lea M. Dubois et Jean-François Focant du Molecular Systems, Organic and

Biological Analytical Chemistry Group de l'Université de Liège, en Belgique, écrivent que de nombreuses études ont montré l'importance et l'interaction des différents métabolites présents dans le cannabis et ont conduit à la découverte et à l'isolement de nouveaux composés actifs [7]. Le cannabis contient, selon l'espèce, une quantité plus ou moins importante de  $\Delta^9$ -THC ainsi que d'autres métabolites endogènes, comme le cannabidiol (CBD), également un cannabinoïde. On attribue au CBD, entre autres, des effets antispasmodiques, anti-inflammatoires, analgésiques, anxiolytiques et calmants [8]. Même si certains métabolites du cannabis ont un effet plus important que d'autres, l'équilibre et l'interaction de tous les métabolites sont importants pour l'effet de la plante de chanvre. Cela ne concerne pas seulement les applications médicales, mais aussi l'utilisation du cannabis dans les aliments et les cosmétiques.

# Extraire les principes actifs du cannabis - étape par étape

Une commercialisation efficace du cannabis n'exige pas seulement une connaissance approfondie de la composition chimique des métabolites primaires et secondaires qu'il contient. En outre, les composants du cannabis souhaités doivent être isolés proprement et efficacement, puis enrichis dans des quantités pertinentes pour la préparation ultérieure. L'efficacité est donc de mise. Pour ce faire, on a recours à différentes

techniques d'extraction scientifiquement fondées et établies, qui ont déjà fait leurs preuves dans un large éventail d'applications. Il s'agit essentiellement de trois procédés d'extraction à base de solvants qui permettent d'extraire les composants du cannabis à partir de la matière végétale. Examinons de plus près les principaux procédés.

## Extraction

Procédé de séparation dans lequel un ou plusieurs composants sont extraits d'un mélange de substances constitué de plusieurs substances individuelles solides, liquides ou gazeuses à l'aide d'un agent d'extraction solide, liquide ou gazeux. La préparation du café dans une machine à café domestique est un exemple courant d'extraction, suivie d'un processus de filtration pour séparer la phase liquide aromatique de la poudre de café extraite.

## Distillation

Procédé de séparation thermique permettant d'obtenir des liquides évaporables ou de séparer les solvants des substances difficilement évaporables, de les isoler et de les recueillir par condensation. Hormis l'appareil de distillation, il n'est pas nécessaire d'utiliser d'autres matériaux tels que des adsorbants ou des solvants ; la séparation des composants s'effectue uniquement par l'apport d'énergie thermique et la prise en compte de la température d'ébullition requise. Les distilleries, par exemple, utilisent la distillation pour obtenir des spiritueux sous forme de distillat à partir d'un mélange de moût (de céréales fermentées ou autres).

## Extraction liquide supercritique

Une méthode sûre, non toxique et respectueuse de l'environnement pour extraire ou éliminer des ingrédients de sources végétales est l'extraction de matières végétales préparées de manière appropriée à l'aide de dioxyde de carbone supercritique (CO<sub>2</sub>). Cette forme d'extraction liquide est utilisée pour décaféiner les grains de café, pour extraire la nicotine du tabac, pour la production d'huiles essentielles ou encore pour l'extraction du houblon pour la production de bière. Cette méthode est également utilisée pour obtenir une résine riche en cannabinoïdes à partir du chanvre. Pour ce faire, le CO<sub>2</sub> est porté à un état supercritique par une modification de la pression, les propriétés du dioxyde de carbone à l'état supercritique se situant entre celles d'un gaz et celles d'un liquide. Le dioxyde de carbone supercritique est aussi dense qu'un liquide, tout en ayant la viscosité d'un gaz. L'extraction des composants du cannabis se fait pendant que le dioxyde de carbone supercritique traverse une chambre qui contient le chanvre. Lorsque la pression est finalement réduite, le dioxyde de carbone s'évapore, laissant comme résidu l'extrait de cannabis sans solvant (voir fig. 1) : Diagramme de phases du dioxyde de carbone).

Et ce n'est pas tout : en ajustant la température et la pression, les systèmes de CO<sub>2</sub> peuvent fournir des extraits avec un profil terpénique complet. Des appareils d'extraction sophistiqués permettent en outre le fractionnement et l'obtention isolée des composants souhaités. Si le système dispose d'un groupe frigorifique intégré, le dioxyde de carbone utilisé peut être liquéfié et recyclé. D'autre part, un chauffage à circulation dans l'évaporateur, avec des températures avoisinant les 30°C, garantit des extraits d'une grande pureté, car il contribue à éliminer complètement l'oxyde de carbone contenu dans l'extrait. Une régulation constante et précise de la température des deux composants est essentielle pour garantir la sécurité et la fiabilité du processus, ainsi qu'une grande précision de séparation et un rendement élevé.

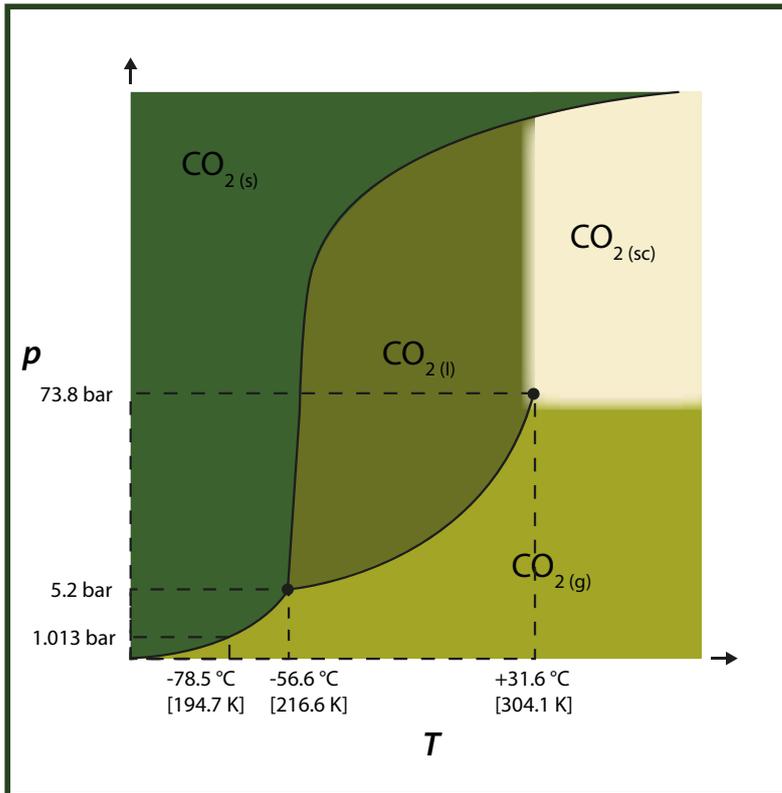


Fig. 1 : Diagramme de phases du dioxyde de carbone

## Extraction aux hydrocarbures liquides

Une méthode courante d'extraction des composants végétaux consiste à utiliser des hydrocarbures liquéfiés de faible poids moléculaire, comme le butane ou le propane, tels qu'on les utilise dans les briquets domestiques. L'hydrocarbure liquide est d'abord passé à travers un lit de matériau de chanvre et filtré, et on obtient un extrait de solvant qui contient les ingrédients végétaux souhaités et qui est exempt de tout composant indésirable constituant la matrice. La suite du processus nécessite une réduction de la pression, à la suite de laquelle l'hydrocarbure liquide s'évapore, laissant un extrait riche en cannabinoïdes sans solvant. L'extraction au moyen d'hydrocarbures liquides nécessite des mesures de sécurité particulières en raison de la nature inflammable du composé utilisé. Des températures basses sont nécessaires pour maintenir l'hydrocarbure sous pression à l'état liquide. Les unités de contrôle de température (TCU) à recirculation, qui permettent un refroidissement à -60°C (-76°F) ou moins, facilitent la gestion du processus. En même temps, il faut une répartition de la chaleur aussi homogène que possible pour évaporer complètement l'hydrocarbure utilisé et obtenir un extrait sans solvant. La puissance de refroidissement et de chauffe des TCU doit correspondre à la puissance requise par la taille de l'application.

## Distillation sous vide

Distillation sous pression réduite : En plaçant un mélange liquide sous vide, les points d'ébullition du liquide à séparer sont abaissés ; les équilibres thermiques se déplacent, ce qui a un effet positif sur l'efficacité de la séparation. Cependant, sous vide, la densité de vapeur et le taux de distillation sont également réduits, ce qui signifie qu'il y a moins de molécules par unité d'espace. Cette circonstance ayant une influence sur la vitesse de distillation, on essaiera, dans la mesure du possible, de distiller dans des conditions atmosphériques parce que c'est plus rapide. D'autre part, la charge thermique des composants sensibles à la température est abaissée sous vide, ce qui se répercute favorablement sur le résultat de la distillation. La vitesse du processus peut également être influencée positivement si les temps de chauffage peuvent être réduits.

## Décarboxylation

Réaction chimique au cours de laquelle une molécule de dioxyde de carbone est séparée d'une molécule, souvent à température élevée ou par catalyse enzymatique. L'effet de la chaleur facilite et favorise l'extraction des cannabinoïdes THC et CBD, qui sont pour la plupart présents dans la plante de cannabis sous forme d'acides carboxyliques pharmacologiquement inactifs (THC-A et CBD-A). Lors de la décarboxylation, une molécule de dioxyde de carbone se sépare sous l'effet de la chaleur et les deux composés sont transformés en leurs formes phénoliques actives (THC et CBD). Pour ce faire, le matériel végétal séché est broyé et chauffé à une température de 100 à 150°C pendant un certain temps. Dans le cas des extraits, le processus de décarboxylation s'effectue après l'hivernage, par chauffage de l'extrait d'huile obtenu (100 à 160°C).

## Hivernisation

Procédé de stabilisation des huiles alimentaires par cristallisation et filtration des composants gras flocculés tels que les cires et les glycérides à point de fusion élevé à des températures allant jusqu'à 5°C. L'hivernage peut être utilisé pour séparer des substances qui ne se distinguent pas ou seulement de manière limitée en raison de températures d'ébullition proches, sur la base de leurs points de fusion, c'est-à-dire par la transition de phase liquide-solide au lieu de liquide-gaz.

## Extraction à l'éthanol

L'alcool est capable de traverser facilement les parois et les membranes cellulaires des plantes et d'extraire en douceur les substances contenues dans les cellules. Cette propriété est également utilisée pour extraire les cannabinoïdes de la plante de cannabis, en utilisant comme solvant de l'éthanol de qualité alimentaire ou USP (« United States Pharmacopeia »). L'extraction d'alcool montre une grande capacité de variation en ce qui concerne les récipients et les réacteurs utilisés. Le temps de séjour du matériel végétal dans l'alcool et la température sont toutefois des facteurs décisifs pour le déroulement de l'extraction. La méthode la plus répandue consiste à refroidir l'éthanol à -20°C (-4°F), puis le pomper dans un récipient contenant du cannabis. Si un réservoir gainé est utilisé pour refroidir l'éthanol, un TCU basse température fait office réfrigérant. Une fois le temps de trempage terminé, la solution est soit filtrée, soit on retire le matériel végétal lessivé comme un sachet de thé d'une tasse. L'extrait ainsi obtenu est ensuite concentré sous forme d'huile par élimination de l'éthanol. Typiquement, on utilise pour cette étape des évaporateurs à rotation, des évaporateurs à film tombant ou un système de distillation sous vide discontinu.



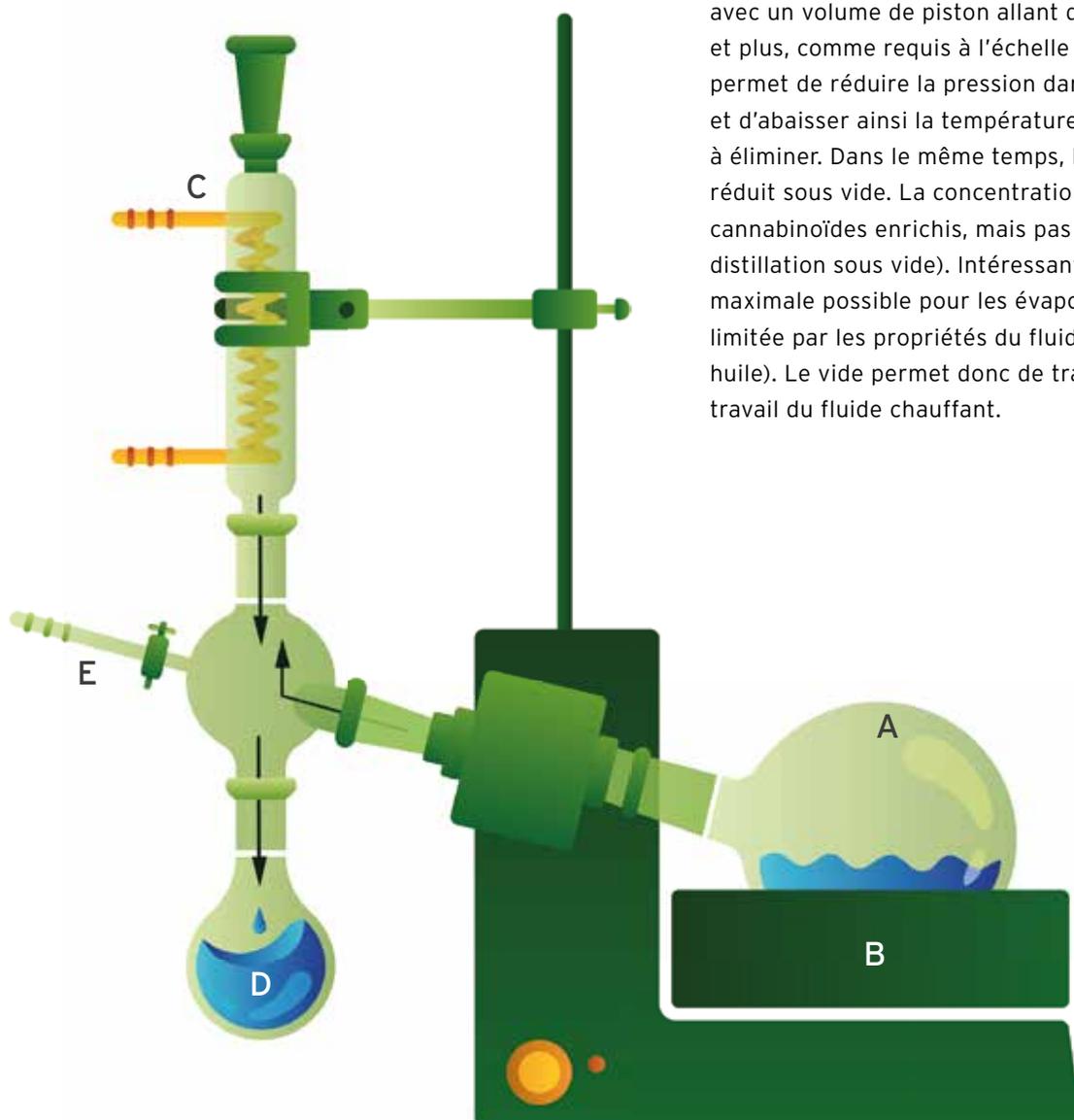
# Purification des extraits de cannabis

Toutes les méthodes d'extraction décrites donnent une huile dès que le solvant utilisé dans chaque cas a été éliminé. Cette huile contient, outre des terpènes, du THC, du CBD et d'autres métabolites du cannabis, des cires végétales, des lipides et éventuellement de la chlorophylle, qui peuvent précipiter dès que l'huile est placée dans de l'éthanol et stockée à des températures inférieures au

point de congélation. La filtration permet d'éliminer les composants indésirables constituant la matrice. En fonction de l'utilisation prévue, une purification supplémentaire de l'extrait (hivernage) et une concentration sont nécessaires pour obtenir un isolat de haute pureté qui convient également à des applications médicales. Les évaporateurs à rotation sont courants et très répandus.

## Évaporation par rotation

Depuis son invention en 1950, l'évaporateur à rotation est un outil précieux pour obtenir des isolats de haute pureté. Les évaporateurs à rotation permettent une élimination contrôlée des solvants sous vide. Des évaporateurs à rotation de différentes dimensions sont disponibles, avec un volume de piston allant de cinq litres à 20 litres et plus, comme requis à l'échelle pilote. Une pompe à vide permet de réduire la pression dans l'évaporateur à rotation et d'abaisser ainsi la température d'ébullition du solvant à éliminer. Dans le même temps, le taux d'évaporation est réduit sous vide. La concentration est plus douce pour les cannabinoïdes enrichis, mais pas plus rapide en soi (cf. distillation sous vide). Intéressant à savoir : la température maximale possible pour les évaporateurs à rotation est limitée par les propriétés du fluide de chauffage (eau/huile). Le vide permet donc de travailler dans la fenêtre de travail du fluide chauffant.



Déroulement du processus d'évaporation lors de l'évaporation rotative.

## Et voici comment se déroule le processus d'évaporation :

habituellement, le ballon de distillation (A) est rempli à moitié d'extrait de solvant. Le bain-marie (B) est chauffé à une température comprise entre 30 et 40°C. La température du bain-marie est ensuite augmentée. La température du condenseur (C), réglée par un refroidisseur à circulation, est réglée entre -10 et 0°C (réduction du taux de décomposition des cannabinoïdes due à la chaleur). Dès que le bain d'eau et le refroidisseur ont atteint leur température de consigne, le ballon de distillation est mis en rotation à une vitesse de 150 à 200 tr/min et le liquide est aspiré sous la forme d'une fine pellicule sur la paroi de la face interne du ballon en verre. Cela augmente la surface de la solution et le taux d'évaporation du solvant. L'application d'un vide approprié au système (E) abaisse la température d'ébullition. Le vide doit alors être réglé de manière à ce que la température de la vapeur d'éthanol soit comprise entre 15 et 20°C. La température de la vapeur d'éthanol doit être comprise entre 10 et 15°C pour se condenser et s'accumuler dans le ballon de distillat (D). La reproductibilité peut être optimisée en quelques réglages. Déroulement du processus de vaporisation lors de l'évaporation rotative (voir illustration à gauche)

## N. B. :

Si le taux d'évaporation est augmenté en réduisant le vide et/ou en augmentant la température du bain d'eau, cela peut entraîner une surcharge du condenseur, et ce en raison du fait que le taux d'évaporation dépasse la capacité de condensation du refroidisseur à circulation. Dans ce cas, de la vapeur d'éthanol s'écoule à travers le condenseur dans la pompe à vide, ce qui, selon l'équipement de l'appareil, peut éventuellement rester sans conséquence, mais peut aussi entraîner une panne totale de la pompe. Pour augmenter le débit, les évaporateurs à rotation peuvent être élargis au cas par cas et être équipés, par exemple, d'une commande automatique du vide et d'accessoires de recharge (manuels et automatiques).



Cryoplongeur JULABO FT900.

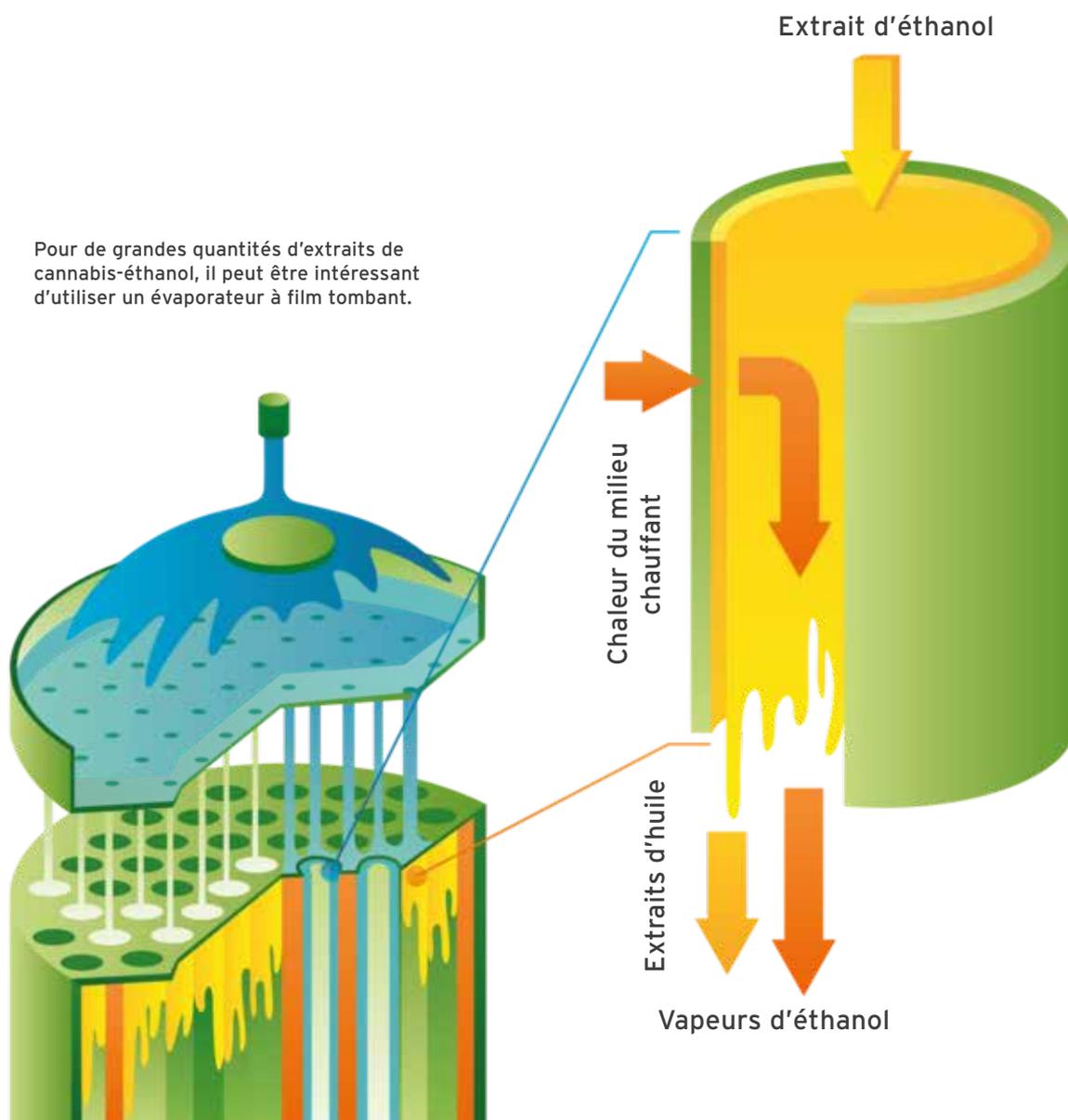


Cryoplongeur JULABO FT200

Par ailleurs, la plupart des pompes à vide sont équipées d'un piège de refroidissement en amont pour la raison mentionnée ci-dessus. Les composants volatils qui traversent le condensateur principal y sont séparés à une température comprise entre -40°C et -90°C, afin qu'ils ne parviennent pas jusqu'à la pompe. Un cryoplongeur, par ex. un Julabo FT-200 ou FT-900, convient pour faire fonctionner le piège à glace.

## Évaporation à film tombant

Si de grandes quantités d'extrait de cannabis et d'éthanol doivent être manipulées, l'utilisation d'un évaporateur à film tombant peut s'avérer intéressante. Les évaporateurs à film tombant sont, pour simplifier, des échangeurs de chaleur à faisceau tubulaire orientés verticalement. Sous vide, la solution éthanolique s'écoule à travers un ou plusieurs tubes chauffés de l'extérieur, ce qui provoque l'évaporation de l'éthanol. La vapeur s'accumule dans un condenseur ou un piège à froid, tandis que l'extrait de cannabis à point d'ébullition plus élevé s'écoule le long de la paroi intérieure du tube dans un récipient collecteur. Ce procédé offre une capacité d'évaporation élevée avec un temps d'exposition à la chaleur de l'extrait court, tout en permettant un fonctionnement en continu. Ce dispositif nécessite toutefois des circulateurs de chauffage de taille appropriée pour faciliter le processus d'évaporation, ainsi que des refroidisseurs pour condenser la vapeur d'éthanol.



# Obtention d'extraits de cannabis de grande pureté

Les applications médicales et autres ne sont pas les dernières à nécessiter l'utilisation d'extraits de THC et de CBD de grande pureté. En outre, le  $\Delta^9$ -Tétrahydrocannabinol (THC) ne doit pas être présent en quantités significatives dans les produits de chanvre ou contenant du CBD en vente libre. Une mesure importante dans le de la gestion du processus peut donc consister à réduire la teneur en THC afin d'éliminer l'effet psychoactif associé et attendu et d'obtenir un produit riche en CBD.

Les procédés de distillation ne conviennent que dans une mesure limitée à cet effet : Alors que les terpènes sont relativement faciles à séparer par distillation, le THC (157°C) et le CBD (160-180°C) n'y parviennent pas ; le THC ne peut donc pas être distillé. Cependant, il est possible d'ajuster le rapport entre le CBD et le TCH dans une mesure limitée en choisissant un matériel végétal approprié (variété, culture). Si l'on veut éliminer des composants par des procédés techniques, il faut des procédés chromatographiques appropriés.

## Possibilités de distillation sous vide

### DISTILLATION EN TÊTE DE COLONNE

Forme simple de séparation par distillation de mélanges liquides. L'huile est chauffée dans une fiole sous vide (typiquement avec une plaque chauffante à agitateur magnétique) avec un chapeau de distillation court.

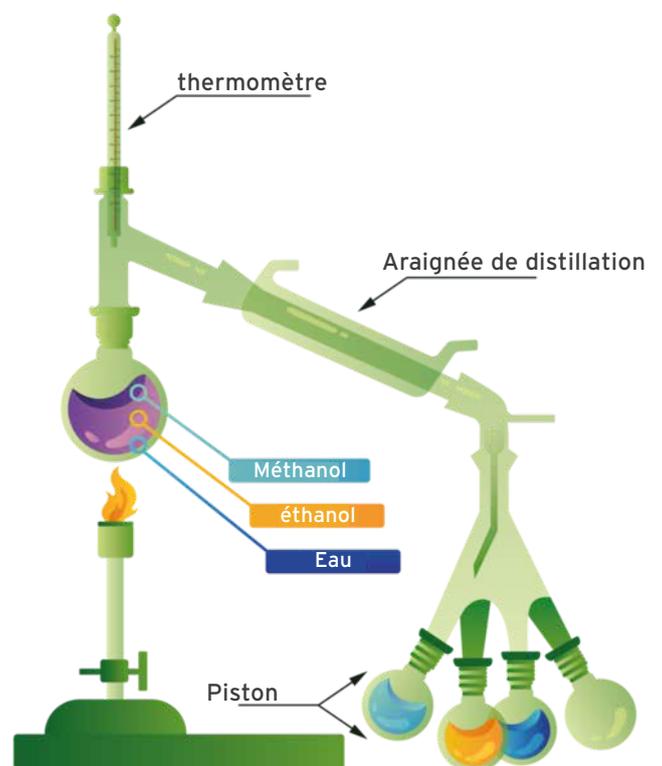
Un refroidisseur à circulation assure le refroidissement du condenseur ou la condensation des vapeurs. Cette forme de distillation, telle qu'elle est utilisée pour la séparation des solvants ou parfois dans le domaine des spiritueux, s'avère inadaptée à l'obtention d'extraits de cannabis : Le long séjour de l'échantillon dans le ballon à haute température et à pression normale peut entraîner la décomposition des cannabinoïdes.



Distillation en tête de colonne : Forme simple de séparation par distillation de mélanges liquides.

### DISTILLATION FRACTIONNÉE

Pour obtenir de meilleurs résultats de séparation, les mélanges de substances liquides peuvent être distillés de manière fractionnée, c'est-à-dire que le distillat est recueilli dans un récipient séparé en fonction de sa température d'ébullition. Si la température de la vapeur augmente, ce qui indique une nouvelle fraction de composé ou de mélange, la position des pistons de réception est adaptée afin d'isoler les différentes fractions.



Distillation fractionnée : Pour obtenir de meilleurs résultats de séparation, les mélanges de substances liquides sont également distillés de manière fractionnée.

## DISTILLATION EN COUCHE MINCE

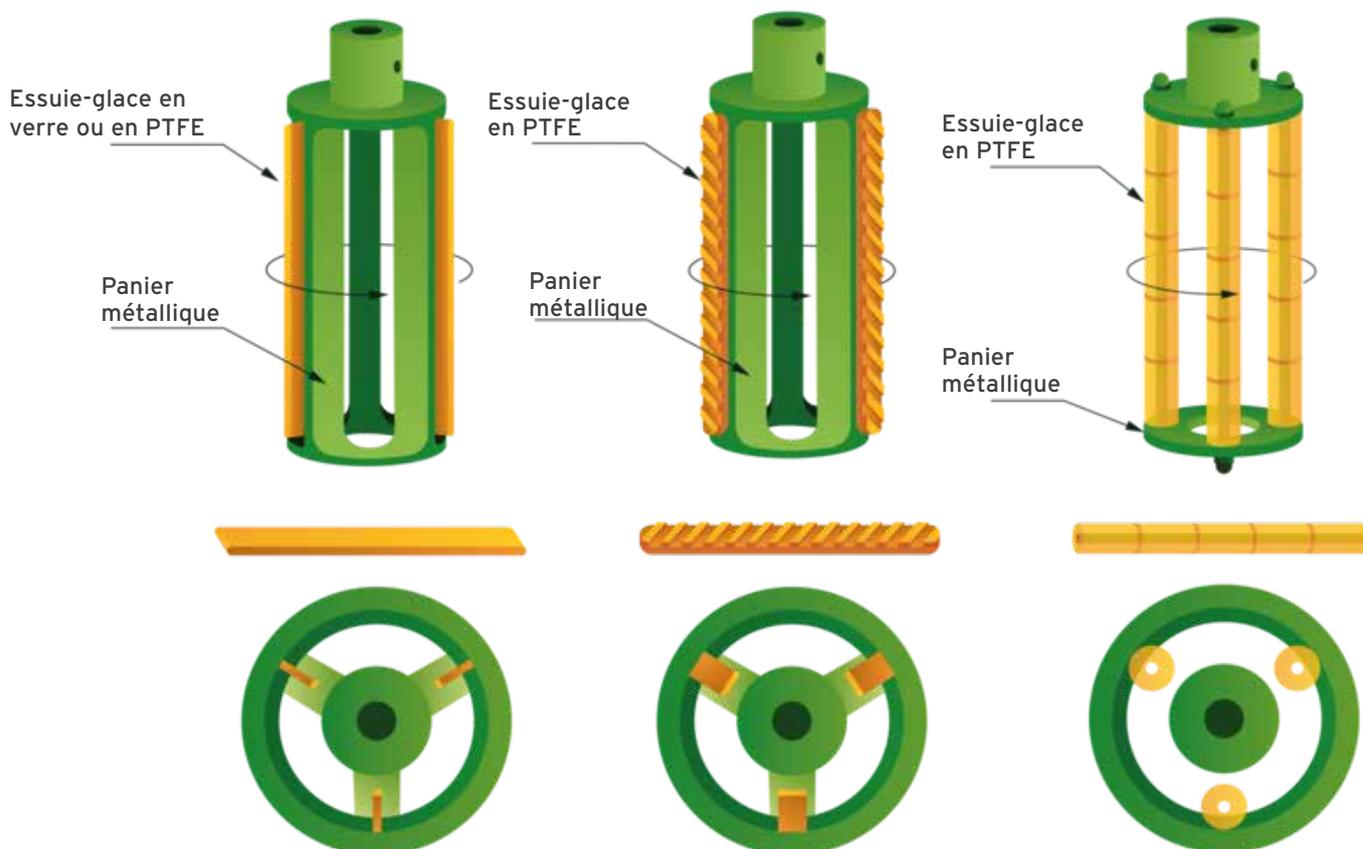
Cette variante de distillation horizontale ou verticale (« Wiped-Film ») peut être utilisée en mode discontinu ou continu : l'huile est versée, sous pression atmosphérique ou sous vide (jusqu'à environ 1 mbar) selon l'application, sur la face supérieure d'un cylindre vertical chauffé. Des racleurs ou des rouleaux à rotation attirent l'huile en une fine pellicule sur la surface chauffée.

La condensation de la vapeur peut se faire de différentes manières : au moyen d'un évaporateur à couche mince à trajet court avec condenseur interne ou physiquement séparé l'un de l'autre au-dessus d'un évaporateur à couche mince avec colonne externe, ce qui permet d'allonger le trajet de condensation. Des récipients de récupération recueillent les condensats et les résidus de haute température au fond. La réduction du temps d'exposition de l'huile aux conditions de haute température est la principale valeur ajoutée de cette technique. La possibilité de passer à un fonctionnement en continu favorise la productivité. Un réchauffeur à circulation assure le contrôle de la température du réservoir d'alimentation et du corps de la feuille d'essuyage extérieure enrobée.

Les cryostats refroidissent le condenseur et le piège à froid. Pour obtenir la composition souhaitée des composants dans le distillat, il est nécessaire d'optimiser le taux d'alimentation, le vide et les températures. La pureté et la composition souhaitées du distillat peuvent être obtenues par un réglage fin du processus. La distillation en couche mince convient à la séparation des terpènes de la fraction lourde, c'est-à-dire des cannabinoïdes et des résidus de la matrice dans le marais.

## DISTILLATION À COURTE DISTANCE / DISTILLATION MOLÉCULAIRE

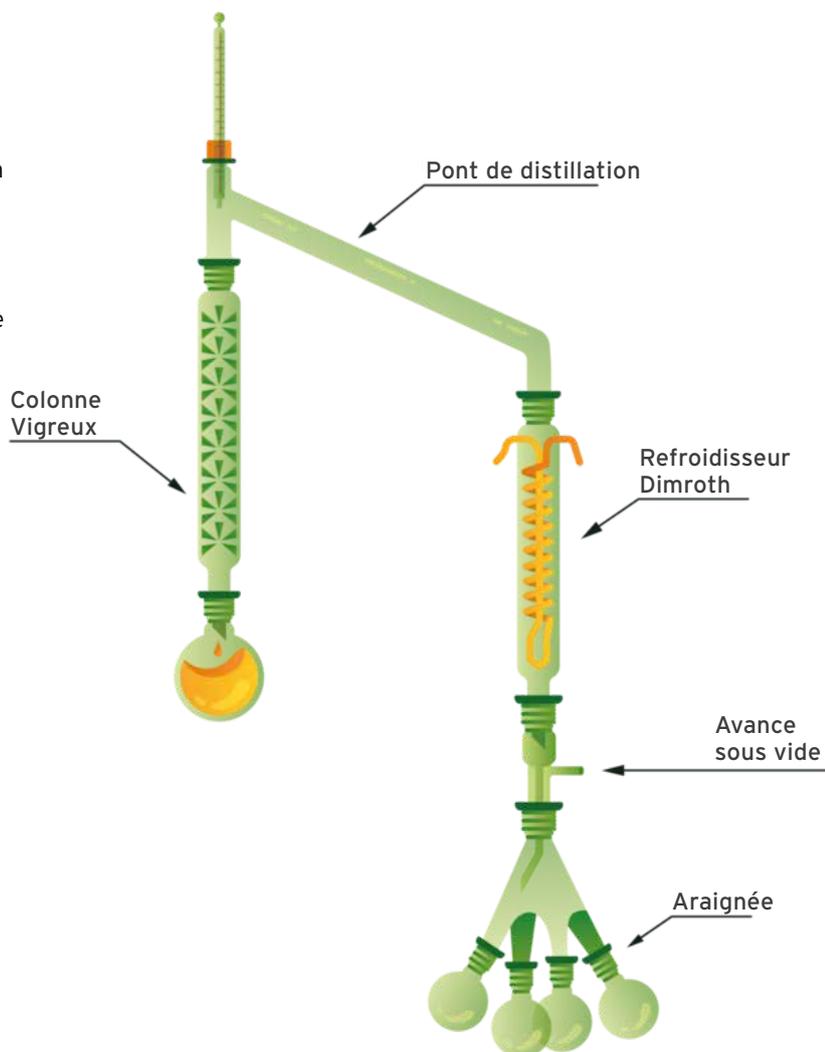
Variante de la distillation sur film essoré pour une utilisation sous vide poussé ( $< 10^{-2}$  mbar). L'évaporateur et le condenseur doivent être proches l'un de l'autre, d'où le nom de distillation à trajet court. Le vide, quant à lui, doit être suffisamment élevé pour que la longueur du trajet libre d'une molécule évaporée soit plus longue que la distance entre l'évaporateur et le condenseur. Dans ces conditions, la température d'ébullition peut être abaissée au maximum et les cannabinoïdes présents dans la vapeur peuvent être séparés de la fraction plus lourde du marais.



La distillation en couche mince convient à la séparation des terpènes de la fraction lourde,

## RECTIFICATION

**D**istillation avec une colonne : Une colonne permet d'améliorer le rendement de séparation d'une installation de distillation. Cette colonne peut être composée de différents types de colonnes (Vigreux, Oldershaw et autres) qui permettent une séparation plus fine des composants. Le principe est simple : lors de la distillation, l'équilibre entre la phase liquide et la phase vapeur ne s'établit qu'une seule fois, à la surface du liquide ; c'est en quelque sorte la première étape de séparation. Avec une colonne (colonne à plateaux, colonne à garnissage, etc.), la vapeur montante et le condensat descendant interagissent plusieurs fois - sur chaque plateau d'une colonne à plateaux ou de manière fluide le long d'une colonne à garnissage. De cette manière, il est possible de réaliser plusieurs étapes de séparation ; avec un emballage haute performance, par ex. jusqu'à 100 plateaux, ce qui correspond à 100 distillations individuelles en tête de colonne, montées en série. En d'autres termes, la longueur de la colonne de fractionnement, avec ses saillies, ses plateaux ou ses matériaux de garnissage, fait qu'un équilibre s'établit plusieurs fois entre la vapeur et le liquide, ce qui favorise la séparation des composants.



Rectification : La distillation avec une colonne permet d'améliorer le rendement de séparation d'une installation de distillation.

## À propos de la température

**L**orsqu'il s'agit d'obtenir des extraits de cannabis et des cannabinoïdes avec la pureté et la sélectivité souhaitées, un équipement technique approprié est nécessaire. La gestion et le contrôle de la température du processus s'avèrent essentiels pour la réussite de l'extraction. En règle générale, un rendement et une pureté d'extraction maximum ne peuvent être obtenus que si tous les paramètres du processus et du traitement sont finement ajustés. Un entretien avec des fournisseurs de thermoré-

gulateurs pour liquides permet de connaître les processus, méthodes et échelles de base et, dans l'idéal, de choisir le bon produit. Bon à savoir : la température doit être prise en compte dès le début de l'évaluation de l'appareil. Des systèmes de thermorégulation par liquide de haute qualité, disposant des capacités de chauffage et/ou de refroidissement nécessaires, ont une influence positive sur le débit de matière, la qualité et le temps de fonctionnement.

## JULABO - La référence de la technologie de thermostatisation

JULABO est l'un des leaders mondiaux dans la fabrication d'équipements de thermostatisation à destination de la recherche, de l'industrie et des sciences. Depuis plus de cinq décennies, nos produits haut de gamme offrent des performances de pointe dans l'application et permettent à nos clients de toujours obtenir la température exacte au moment souhaité. Nous faisons avancer le développement de la technique de thermostatisation de manière professionnelle et courageuse, stimulés par la responsabilité que nous avons en tant que fournisseur haut de gamme à la pointe du marché mondial.

Et ce n'est pas tout : Si vous êtes intéressés par la découverte d'une installation de distillation moderne, exploitée par Pilodist GmbH à Meckenheim et parfaitement tempérée par les thermostats de laboratoire JULABO, cliquez ici ou suivez le code QR.

En bref : la société Pilodist GmbH est l'un des principaux fournisseurs mondiaux d'installations et de systèmes de séparation thermique, de recherche, de développement et de contrôle de la qualité. Pour les différentes installations de distillation de l'entreprise, JULABO, en tant que partenaire de longue date de l'entreprise, fournit de manière fiable des températures exactes pour tous les processus. JULABO tempère les installations de Pilodist avec différents produits comme les thermostats, les cryostats et les cryoplongeurs. Les applications suivantes sont ainsi réalisées : Distillation de pétrole brut, évaporateurs à couche fine, installations de distillation pilotes, extraction de cannabis.

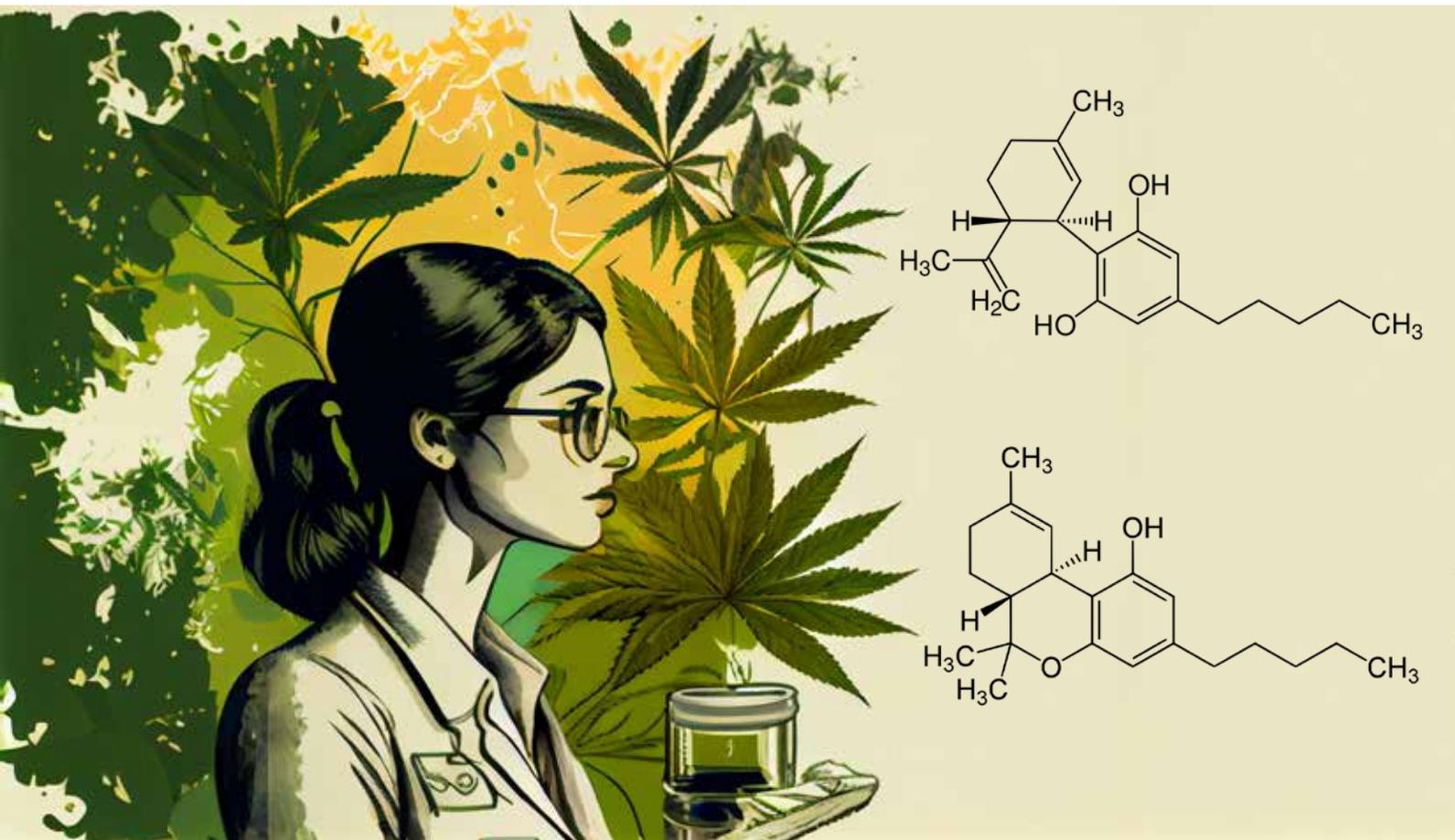
Superior  
**TEMPERATURE**  
TECHNOLOGY for a  
better **Life**



### Tout dépend de vous

L'équipe JULABO vous soutient dans toutes les questions concernant l'extraction, la transformation, les processus de chauffage et de refroidissement. Cliquez ici pour prendre contact dès maintenant avec l'un de nos spécialistes.





## Références

[1] <https://de.statista.com/outlook/hmo/cannabis/weltweit#umsatz>

[2] Ren et al., Large-scale whole-genome resequencing unravels the domestication history of *Cannabis sativa*, *Science Advances* 7, 29 (2021), <https://www.science.org/doi/10.1126/sciadv.abg2286>

[3] (Indischer) Hanf - Cannabis, Kooperation Phytopharmaka, *Arzneimittellexikon*, <https://arzneipflanzenlexikon.info/cannabis.php>, 16.11.2021

[4] Alexandra Latour, Die Geschichte von Cannabis als Medizin, *Leafly* 11.06.2018, <https://www.leafly.de/die-geschichte-von-cannabis-als-medizin/>

[5] Alexandra Latour, Cannabis Sorten : Indica, Sativa und Ruderalis - Das sind die Unterschiede, *Leafly* (2018), <https://www.leafly.de/indica-sativa-ruderalis-cannabis-sorten/>

[6] Arno Hazekamp, Katerina Tejkalová und Stelios Papadimitriou, Cannabis : From Cultivar to Chemovar II—A Metabolomics Approach to Cannabis Classification, *Cannabis und Cannabinoid Research* 1 (2016) 202-215, <https://doi.org/10.1089/can.2016.0017>

[7] Falvio A. Franchina, Lea M. Dubois und Jean-François Focant, In-Depth Cannabis Multi-class Metabolite Profiling Using Sorptive Extraction and Multidimensional Gas Chromatography with Low and High-Resolution Mass Spectrometry, *Analytical Chemistry* 92 (2020) 10512-10520, <https://dx.doi.org/10.1021/acs.analchem.0c01301>

[8] [15] Cannabidiol (CBD) Wirkung & Fakten, *Krankenkassen Zentrale*, <https://www.krankenkassenzentrale.de/wiki/cbd>

Graphiques : YipYips Digitalagentur, Philipsstraße 2, 52068 Aachen, Allemagne, [hi@yipyips.de](mailto:hi@yipyips.de), [www.yipyips.de](http://www.yipyips.de)