

Pour le soutien de la recherche sur les plantes de santé, beauté et bien-être

SHARE- fonds de dotation destiné à soutenir la recherche sur les plantes de santé, beauté, bien-être- et ses donateurs ci-dessous, sont heureux de vous offrir cette lettre d'information n° 4.

La disparition, ces dernières années, de nombreuses substances actives de synthèse en protection des cultures a entraîné un regain d'intérêt pour les substances d'origine naturelle. En parallèle à ces disparitions, le contexte réglementaire incite fortement à développer l'utilisation des méthodes alternatives à la lutte chimique : directive cadre sur l'utilisation durable des pesticides, règlement 1107/2009 sur la mise en marche des produits phytosanitaires, plan Ecophyto 2018. Parmi ces méthodes, on peut citer l'emploi de bio-pesticides et en particulier des huiles essentielles et des extraits végétaux en protection des cultures. L'iteipmai, institut technique des plantes aromatiques, médicinales et à parfum, a engagé différents travaux dans cet objectif.

Dans cette lettre deux articles de synthèse vous sont proposés sur le sujet. L'un consacré aux huiles essentielles l'autre aux extraits végétaux.



N° 4

juillet 2015

Culture d'origan pour la production d'huile essentielle

Suivez les pionniers et rejoignez le club des premiers donateurs : www.sharepam.eu

Actions auxquelles SHARE a apporté un cofinancement :

- Valorisation des ressources génétiques pour créer de nouvelles variétés de lavande, lavandin, sauge sclérée, thym, romarin, cynara, valériane,
- Maîtrise des maladies, ravageurs et adventices,
- Développement et expérimentation de l'agriculture biologique par la mise au point de techniques de production adaptées,
- Amélioration des techniques d'évaluation de la qualité et contribution à la fixation des normes.

EVEAR / Extraits d'Anjou

distillerie
Bleu PROVENCE

NAT INOV

HERBAL EXTRACTS
Fytosan

APS
Ardennes Plantes Santé

Daregal

EARL du Patuet

PHARMANAGER
Ingredients

SA Plantes Aromatiques du Diois

PMA 28

Gel'Pam

DUJARDIN GROUP • Food you can trust

LES EXTRAITS VÉGÉTAUX EN PROTECTION DES CULTURES

Par Aurélie DELLA-TORRE et Denis BELLENOT ([iteipmai](http://iteipmai.fr))
Tél. 02 41 30 30 79 - www.iteipmai.fr

Qu'est-ce qu'un extrait végétal ?

Il existe plusieurs définitions d'un extrait végétal.

La norme ISO 9235^[1] décrit un extrait végétal comme étant un « produit obtenu par le traitement d'une matière première d'origine naturelle par un solvant, puis, après filtration, le solvant est éliminé par distillation sauf dans le cas de l'utilisation de solvant non volatil ».

La définition de la pharmacopée européenne 8.5 est la suivante^[2].

Remarque : dans le domaine pharmaceutique, on appelle « drogue végétale » toute plante ou partie de plante médicinale.

« Les extraits de drogues végétales sont des préparations :

- **liquides** obtenues par extraction (extraits fluides et teintures),
- **semi-solides** obtenues par évaporation du ou des solvants ayant servi à leur production (extraits mous et oléorésinés)

ou

- **solides** obtenues également par évaporation du solvant ayant servi à leurs productions (extraits secs).

Elles sont obtenues à partir de drogues végétales à l'aide de solvants appropriés.

Un extrait est essentiellement défini par la qualité de la drogue végétale dont il est issu, le procédé de production utilisé (solvants d'extraction, procédé de traitement...) et par des spécifications ».

Le document guide portant sur les substances actives à base de plantes (SANCO/11470/2012) utilisées en protection des cultures définit les extraits de plantes comme suit^[3] :

« Le terme substance active botanique couvre un groupe hétérogène de substances allant de la simple poudre de plantes à l'extrait de plantes transformé ou non. Par ailleurs, un extrait de plante peut être hautement purifié, ne contenant alors qu'une seule substance active, ou peut représenter un mélange complexe de composants parmi lesquels tous ou seulement quelques-uns sont biologiquement actifs [...].

On entend par substance active botanique, un ou plusieurs composés présents dans les plantes et obtenus en soumettant les plantes ou parties

de plantes d'une même espèce à un process tel que :

- **l'expression pour l'obtention de jus** (exemple : les huiles d'oléagineux, jus d'échinacée...)
- **le broyage fin qui se fait principalement avec du produit sec** (exemple : poudre de graines de Fenugrec)
- **le broyage grossier qui peut être fait avec du produit frais**
- **la distillation** (par exemple les huiles essentielles)

et/ou

- **l'extraction.**

Le process peut inclure en outre la concentration, la purification et/ou le mélange, prouvant que la nature chimique du composant n'est pas intentionnellement modifiée par des procédés chimiques et/ou microbiologiques. »

Notons que cette dernière définition inclut dans les substances actives botaniques les huiles essentielles, produits issus de la distillation mais en aucun cas les produits végétaux fermentés tels que le purin d'ortie.

Extraits végétaux en protection des cultures

Les végétaux et extraits végétaux ont été utilisés très tôt dans l'Histoire. En effet, l'utilisation de telles substances est répertoriée dès l'Antiquité dans différentes parties du monde. Il faudra cependant attendre la fin du XIXe siècle pour voir se développer l'utilisation d'extraits végétaux en protection des cultures. Parmi ces extraits, on peut citer la nicotine, la roténone et les extraits de pyrèthre^[5].

Comme pour les huiles essentielles, les autres types d'extraits végétaux ont été testés sur différentes cibles en protection des cultures : les insectes, les micro-organismes (champignons, nématodes et bactéries) et les adventices. En voici quelques exemples.



Pyrethre de Dalmatie

Pour contrôler les insectes :

Certains extraits végétaux peuvent contrôler ou limiter les attaques d'insectes en agissant sur leur physiologie par l'utilisation de :

Molécules à actions hormonales

- **Action sur les hormones juvéniles des insectes**

Certaines plantes produisent des métabolites secondaires qui interfèrent avec la physiologie des insectes phytophages. Ces molécules peuvent mimer les hormones juvéniles (JH)- on les appelle alors des juvénoïdes- ou au contraire être antagonistes en inhibant leur voie de biosynthèse.

Les juvénoïdes peuvent, au stade larvaire, perturber le développement embryonnaire empêchant la métamorphose et le passage au stade adulte et de fait la reproduction.

Les substances inhibant la synthèse des JH, vont, au contraire, entraîner des mues imaginales précoces entraînant la production d'adultes stériles. Appliqués sur des femelles adultes, ces dernières deviennent également stériles^[6].

- **Action sur les hormones de mues**

Les phytoecdystéroïdes (PE) contenus dans certaines plantes ont une structure proche de celles des ecdystéroïdes, hormones impliquées dans le développement des insectes. Elles peuvent ainsi affecter leur croissance et leur reproduction^[6].

Toxines végétales

Certains composés présents dans les plantes peuvent avoir un effet toxique sur les insectes. Parmi celles-ci, on peut citer :

- **Les terpénoïdes**

Ces composés ont en commun leur origine biosynthétique mais leur nature chimique est très variable, ce qui induit des effets très différents chez les insectes. En général, les plantes ne contiennent pas un terpénoïde

mais un mélange de différents terpénoïdes^[6].

Parmi les terpénoïdes, 3 types se distinguent :

- **Les limonoïdes**

Ils sont souvent décrits comme ayant une action neurotoxique sur les insectes^[6].

En exemple, nous pouvons citer l'azadirachtine, substance extraite du neem (*Azadirachta indica*). Employée depuis des millénaires en Inde pour différentes utilisations, elle possède des propriétés insecticides ; agissant comme inhibiteur de croissance. Les mues ne se produisent plus normalement, perturbant ainsi le cycle reproductif de l'insecte.

Cette substance a été testée sur plus de 300 insectes et s'est avérée efficace dans 90 % des cas.

Bien que le neem soit utilisé en Inde comme contraceptif masculin, il est actuellement classé comme non toxique vis-à-vis des mammifères. En effet, l'azadirachtine, substance extraite pour lutter contre les ravageurs, ne semble pas impliquée dans l'utilisation en tant que contraceptif.

- **Les cardénolides**

L'effet de ces composés est généralement une interaction avec la conduction de l'influx nerveux ce qui peut affecter beaucoup de fonctions physiologiques primordiales chez les insectes mais aussi les mammifères^[6].

- **Autre exemple de terpénoïde, les pyrèthrines présentes dans l'extrait de pyrèthre**

Extraites de *Chrysanthemum cinerariaefolium*, ces substances (un mélange de 6 molécules chimiquement proches) présentent un intérêt car elles agissent rapidement sur les insectes par effet choc et sont assez peu toxiques pour les mammifères, malgré des irritations ou réactions allergiques possibles chez l'homme. Leur action peut être amplifiée par l'ajout de synergistes, comme le pipéronyl butoxide par exemple. L'utilisation de pyrèthre sur les ravageurs pro-



Cécidomyie sur lavandes

voque une hyperactivité de l'insecte puis des convulsions^[5].

- **Les alcaloïdes**

Ces composés ont aussi une action neurotoxique sur les insectes^[6].

Par exemple, la nicotine, issue du tabac, a été utilisée dans la lutte contre les ravageurs. Il est d'une grande toxicité pour les insectes et agit à la fois comme poison cardiaque et neurotrope par inhalation. Malheureusement, cette substance est également très toxique pour les mammifères d'où la limitation de son emploi comme produit phytosanitaire^[5].

- **Les composés phénoliques**

Ces composés peuvent avoir une action anti-appétante mais aussi un effet sur la croissance des insectes.

Attention cependant, ces composés peuvent parfois avoir un effet inverse, favorisant la croissance des insectes^[5].

Parmi ces composés phénoliques, on peut citer la roténone utilisée depuis très longtemps en protection des cultures. La roténone est issue de différentes espèces exotiques appartenant à la famille des Fabacées. Contrairement à la nicotine ou au pyrèthre, la roténone n'agit pas sur le système nerveux de l'insecte mais sur les mécanismes de la respiration cellulaire. Cette substance inoffensive sur les animaux à sang chaud lors d'absorption par ingestion, est très active chez les animaux à sang froid. Bien que peu toxique pour l'homme, différents accidents ont été constatés avec cette substance et des cas de toxicité chronique ont été rapportés chez les rongeurs. Il semblerait que son utilisation pourrait entraîner la maladie de Parkinson^[5].

Pour contrôler les adventices :

L'une des pistes prometteuses dans la lutte contre les adventices semble être l'allélopathie. L'allélopathie est l'ensemble des interactions entre une et plusieurs autres plantes, le plus souvent au moyen de métabolites secondaires. Ce phénomène se traduit en général par l'émission de substances nocives par les racines ce qui empêche la pousse d'autres espèces à proximité.

Certains de ces métabolites secondaires peuvent donc avoir des propriétés phytotoxiques. En voici 5 exemples appartenant à des familles chimiques différentes.

Les tricétones – cas de la leptospermone

La leptospermone est une substance produite par les racines de *Callistemon citrinus*, plante plus communément appelé rince-bouteille. Elle est également présente dans les huiles essentielles de certaines autres espèces de la famille des myrtacées comme par exemple le manuka et l'eucalyptus.

Ses propriétés herbicides ont été identifiées en 1977. Elle agit en entraînant la perte de la chlorophylle. Pour une bonne efficacité dans une utilisation classique d'herbicide, une dose de 9 kg de leptospermone/ha serait nécessaire. Ceci pose la question de la viabilité économique de cette solution.

Toutefois, cette molécule naturelle a servi de modèle à la société Syngenta

pour développer différentes substances actives de formule chimique proche mais beaucoup plus efficaces à dose plus faible, telles que la sulcotrione et la mésotrione^[7, 8, 9].

Les quinones – exemple de la juglone

Le noyer, et plus particulièrement le noyer noir (*Juglans nigra*) est l'un des arbres les plus connus comme ayant des propriétés allélopathiques. Ces dernières ont été reportées dès l'Antiquité romaine par Pline l'Ancien. La principale substance concernée est la juglone. Présente sous forme d'hydrojuglone, substance non toxique, dans certaines parties de la plante (feuilles, tiges, coques, écorce, racines), elle s'oxyde et se transforme en juglone, substance très toxique, lorsqu'elle est exposée à l'air ou au contact du sol.

La juglone est réputée toxique à la fois pour les plantes herbacées et ligneuses. Différentes listes de plantes sensibles ou résistantes à la juglone ont été publiées^[10, 11]. Elle a un effet inhibiteur sur la croissance de la plante et antigéminatif^[12, 13].

Les dérivés phénoliques – cas de la piloselle

La piloselle est réputée elle aussi pour ses propriétés allélopathiques. Les substances responsables de cette activité seraient des dérivés phénoliques tels que l'ombelliférone (ou

7-hydroxycoumarine), l'acide chlorogénique et le lutéolol-7-glucoside^[14, 15, 16, 17].

Les glucosinolates

Les glucosinolates sont des composés soufrés que l'on trouve principalement dans les plantes de la famille des brassicacées mais aussi chez la capucine. Ils ont déjà montré une nette activité herbicide se traduisant par l'inhibition de la germination des graines^[5].

Cependant, une étude menée par Choesin & Borner^[17] a démontré un effet suppressif du colza sur le développement de la luzerne sans prouver un réel effet allélopathique.

Les thiosulfates

Les thiosulfates sont des composés soufrés présents dans la plupart des plantes de la famille des alliacées et qui ont déjà montré une nette activité herbicide^[5].

En effet il a été démontré que :

- la ciboule (*Allium fistulosum*) inhibe l'enracinement et la croissance de *Chrysanthemum carinatum* et a un effet suppressif sur *Amaranthus spinosus* et *Kochia scoparia*
- l'ail inhibe la germination et la croissance de la laitue
- l'ail des ours (*Allium ursinum*) inhibe la germination et la croissance de la laitue, du blé et de l'amaranthe^[19].

Pour contrôler les micro-organismes :



Mildiou du persil

Enfin les extraits végétaux peuvent également avoir une activité contre les agents pathogènes des cultures. On y retrouve souvent les mêmes familles de composés que pour les herbicides et insecticides tels que les : quinones

La société Marrone Bio innovations a développé le produit Regalia™, à base d'extrait de *Reynoutria sachalinensis* ou renouée du Japon. L'extrait agirait comme stimulateur des

défenses naturelles et de nombreux essais ont démontré son efficacité sur des pathogènes tels que les rouilles, oïdium, botrytis, mildiou, maladies des taches foliaires et bactéries. La substance active décrite appartient à la famille des anthraquinones^[20].

Dérivés phénoliques

L'acide rosmarinique, antioxydant présent dans certaines plantes aromatiques telles que la mélisse, semble posséder une activité fongicide. Une étude menée par Bais et al. en 2002 a en effet montré que l'acide rosmarinique inhibe le développement de différents champignons pathogènes testés, tels que *Rhizoctonia*, *Fusarium*, *Phytophthora*, *Alternaria* et *Verticillium*^[21].

Composés soufrés : glucosinolates et thiosulfates

Ces composés soufrés peuvent avoir également une efficacité contre les champignons et notamment contre les champignons du sol grâce à la pratique de la biofumigation. La biofumigation consiste à mettre en culture, puis à broyer et enfouir dans le sol à un stade précis la culture assainissante utilisée. Cette dernière produit alors des substances gazeuses biocides qu'elle diffuse dans le sol^[5].

Thiophènes

Les tagètes, ou œillets d'Inde, produisent par les racines des thiophènes, composés soufrés polyacétyléniques, ayant une forte activité biocide. Ils rendent ces plantes très utiles en protection des plantes car ils permettent de contrôler les populations de nématodes dans le sol.^[22]

Point réglementaire

Les extraits végétaux, bien qu'étant des produits naturels et classés parmi les produits de biocontrôle, sont soumis à la même réglementation que les substances actives conventionnelles pour pouvoir être utilisés en protection des cultures.

Ils doivent donc respecter la réglementation des produits phytopharmaceutiques à savoir le règlement 1107/2009^[23] qui fixe les exigences à respecter afin de faire homologuer un produit phytosanitaire en Europe. L'extrait végétal doit donc être autorisé en tant que **substance active** au niveau européen, puis le produit contenant cet extrait doit être autorisé en France.

Pour inscrire un extrait végétal en Europe, 3 solutions existent avec chacune des exigences bien spécifiques :

- l'inscription en tant que **substance active classique**. C'est la démarche classique nécessitant un dossier dont le coût est très élevé,
- l'inscription en tant que **substance à faible risque**. Une substance est dite « à faible risque » lorsqu'elle n'est ni un CMR (cancérogène, mutagène, reprotoxique), ni un produit chimique sensibilisant, ni une substance toxique ou très toxique, ni explosive, ni corrosive, ni persistante (demi-vie dans le sol > 60 jours), n'ayant pas un facteur de bioconcentration > 100, ni perturba-

teur endocrinien, sans effets neurotoxiques ou immunotoxiques.

- l'inscription en tant que **substance de base**. Est considérée, comme substance de base, une substance qui n'est pas préoccupante et qui n'a pas d'effet perturbateur endocrinien, neurotoxique ou immunotoxique. Une substance de base est considérée comme étant utile dans la protection des cultures. Elle doit en outre être utilisable soit telle quelle, soit suite à un procédé simple de traitement.

Les denrées alimentaires peuvent être considérées comme des substances de base.

La substance de base est autorisée en Europe pour une durée illimitée et aucune demande de mise sur le marché n'est requise^[23].

A ce jour, 1 seule substance active à faible risque est autorisée en Europe. Il s'agit d'un champignon entomopathogène *Isaria fumosorosea*.

3 premières substances de base ont été approuvées depuis 2014, dont **une seule concerne un extrait de plante, la prêle (*Equisetum arvense*)** (cf. encart).

Les extraits végétaux peuvent appartenir à ces 3 catégories en fonction de leurs propriétés.

Les tableaux ci-joints listent les différents extraits végétaux autorisés en Europe et en France.

La prêle, projet pilote substance de base

La prêle, *Equisetum arvense* L., est la première substance de base autorisée en Europe. Projet pilote porté par l'ITAB en 2011, cette substance a été approuvée par l'Union Européenne en 2014.

Elle est utilisable sous forme de décoction réalisée à partir des parties aériennes stériles sèches.

Pour que son utilisation soit correcte, elle doit respecter scrupuleusement les conditions décrites dans le dossier d'inscription de la substance de base.

L'utilisation de l'extrait de prêle est autorisée pour une activité fongicide dans les cas suivants :

- mildiou et oïdium de la vigne,
- tavelure et oïdium du pommier,
- cloque du pêcher,
- oïdium et champignon à pythiacées sur concombres et,
- alternariose et septoriose de la tomate.

L'huile de colza, produit issu par pression des graines à froid et le FEN 560TM, correspondant à des graines de fénugrec en poudre, sont des substances actives botaniques comme décrites dans le document guide portant sur les substances actives à base de plantes (SANCO/11470/2012) mais ne sont pas des extraits végétaux au

sens de la norme ISO 9235 et de la pharmacopée européenne.

Par ailleurs, les acides gras tels que l'acide laurique, l'acide oléique et l'acide pélargonique sont des produits obtenus par des méthodes physico-chimiques à partir d'huiles végétales. La maltodextrine est obtenue par hydrolyse d'amidons de diverses origines. Ces produits, bien que d'origine naturelle, ne peuvent donc pas être considérés comme des extraits végétaux.

Il faut noter que l'autorisation d'emploi des extraits végétaux n'est pas simple pour plusieurs raisons :

- **La complexité des extraits végétaux :**

Les extraits végétaux sont des matrices complexes, contenant de nombreux composés. Il est souvent difficile de savoir le ou lesquels sont responsables de l'efficacité de l'extrait.

- **La variabilité des extraits :**

La maturité physiologique de la plante au moment de la récolte, la

partie de plante récoltée, le mode d'extraction (types de solvants, température...) sont des facteurs influençant énormément la composition chimique d'un extrait végétal. Cette hétérogénéité et cette variabilité entraînent des difficultés à formuler un produit de qualité constante et uniforme, avec une teneur stable en substances actives, ce qui n'est pas le cas pour les produits phytosanitaires fabriqués avec des substances actives de synthèse.

- **L'identification du mode d'action :**

les molécules actives n'étant pas toujours identifiées, il est difficile d'en déduire leur mode d'action.

En somme, les difficultés rencontrées pour caractériser l'extrait de plante, pour pouvoir associer un principe actif à un mode d'action contre le bioagresseur visé et pour reproduire le même produit à l'identique rendent très compliquées, voire impossibles la description et l'autorisation de tels produits en tant que substance active classique, seule catégorie existante

jusqu'en 2011^[24].

Espérons que les 2 nouvelles catégories de substances actives décrites précédemment (substances à faible risque et substances de base) permettront d'autoriser plus simplement l'utilisation des extraits végétaux.

A l'exception de certaines huiles essentielles ou plantes pouvant s'avérer toxiques, il est fort probable qu'ils seront le plus souvent considérés comme des substances à faible risque.

En France, en plus de la réglementation européenne, les extraits végétaux peuvent aussi être considérés comme des Préparations Naturelles Peu Préoccupantes (PNPP). Depuis l'amendement voté et adopté en juin 2014, les PNPP sont donc exclusivement composées de substances de base ou de substances naturelles à usage biostimulant. Les PNPP ne sont plus considérées comme des produits de protection des plantes. Une procédure sera fixée ultérieurement pour les PNPP contenant des substances à usage biostimulant^[25, 26].

Les travaux réalisés ou en cours

De nombreux travaux sont en cours pour permettre l'utilisation d'extraits végétaux en protection des plantes.

L'ITAB par exemple, a été porteur du projet 4P (protéger les plantes par les plantes) et travaille depuis plusieurs années à l'inscription de plusieurs extraits de plantes en tant que substance de base (extrait de prêle) ou en tant que substance à faible risque.

L'association PO²N (Pesticides Organiques d'Origine Naturelle), organise tous les 2 ans un colloque ayant pour but de partager les connaissances et faire connaître les différents travaux réalisés dans les pays francophones sur les molécules ou extraits naturels à activité de type pesticide.

En octobre 2013, un brevet a été déposé par des chercheurs et universités espagnols portant sur le procédé de production organique d'un biopesticide. Son élaboration est basée sur l'utilisation d'extraits naturels d'absinthe (*Artemisia absinthium*) incluant la production contrôlée au champ d'un chémotype spécifique dépourvu de thuyone, différentes méthodes d'extraction et la caractérisation chimique de l'essence extraite. L'avantage revendiqué par ce brevet est d'assurer une méthode de production contrôlée et une standardisation chimique et biologique des extraits obtenus^[27].



Culture d'absinthe

Conclusion

Bien que différents types de composés issus des plantes présentent un intérêt dans la protection des plantes, l'autorisation de telles substances est encore aujourd'hui très minoritaire. En dehors de la réglementation, les

principaux obstacles à leur utilisation sont les difficultés à les caractériser et à les reproduire à l'identique ainsi que les doses très importantes nécessaires pour prétendre à une bonne efficacité.

Cependant, les nouvelles réglementations européennes et françaises devraient permettre d'en développer un plus grand nombre dans les années à venir.

Références bibliographiques

- [1] Norme ISO 9235:1997, Matières premières d'origine naturelle - Vocabulaire.
- [2] Pharmacopée européenne : Extraits de drogues végétales (01/2015 :0765).
- [3] Anonyme, 2014. Guidance document on botanical active substances used in plant protection products. European commission Health & consumer protection directorate-general (SANCO/11470/2012-rev.8, 20 march 2014), p.1 à 28
- [4] Furet A., Bellenot D. (2013). Les huiles essentielles dans la protection des cultures : une voie en cours d'exploitation, Unilet infos n°145 : 17-20
- [5] Regnault-Roger C., Philogène B. JR, Vincent C. (2008). Biopesticides d'origine végétale, éditions Tec & Doc, ISBN-978-2-7430-1081-2
- [6] Sauvion N., Calatayud P.-A., Marion-Poll F. (2013). Interactions insectes-plantes, éditions Quae, ISBN-978-2-7592-2018-2
- [7] Cornes D., Callisto : a very successful maize herbicides inspired by allelochemistry : pp5. http://www.regional.org.au/au/allelopathy/2005/2/7/2636_cornesd.htm
- [8] Joulain D. (2013). L'emploi des produits naturels pour la protection des cultures : perspectives et limitations. UN e opportunité pour la filière des plantes aromatiques françaises ?, communication du 29.05.2013 à l'académie de l'agriculture : pp. 7
- [9] Soltys D., Krasuska U., Bogatek R., Gniazdowska A., (2013). Allelochemicals as bioherbicides – present ans perspectives, Herbicides – Current research and case studies in use, INTECH open science/open minds :517-542
- [10] Strugstad M.P., Despotovski S. (2012). A summary of extraction, synthesis, properties, and potential uses of juglone : a litterature review, Journal of ecosystem & management 13(3) :1-16
- [11] Appleton B., Berrier R., Harris R., Alleman D., Swansoon L. The walnut tree : Allelopathic effects and tolerant plants, Virginia cooperative extension : publication 430-021
- [12] Rietveld W.J.. (1983). Allelopathic effects of juglone on germination and growth of several herbaceous and woody species, Journal of chemical ecology 9(2) :295-308
- [13] Ercisli S., Esitken A., Turkkal C., Orhan E., (2005). The allelopathic effects of juglone and walnut leaf extracts on yield, growth, chemical and PNE compositions of strawberry cv. Fern, Plant soil environment 51(6) :283-287
- [14] Bray L. Interactions végétales, la guerre biologique est déclarée, L'officiel Jardin motoculture, pp.5
- [15] Henn H., Petit D., Vernet P., (1988). Interference between *Hieracium pilosella* and *Arrhenatherum elatius* in colliery spoils of north of France, Oecologia 76(2) : 268-272
- [16] Henn H. (1986). Interférences entre *Hieracium pilosella* et *Arrhenatherum elatius* sur les terrils houillers du Nord de la France : allélopathie ou compétition. Thèse : pp.115
- [17] Kruse M., Strandberg M. & B. (2000). Ecological effects of allelopathic plants – a review, NERI technical report, n° 315, ISBN 87-7772-540-9
- [18] Delabays N., Adnet A., Emery S., Tschabold J.-L. (2009). Nouvelles espèces potentiellement peu concurrentielles pour l'engazonnement des vignes. Revue suisse viticole, arboricole et horticole 41(1) : 65-69
- [19] Sharangi A.B. (2011). In search of allelopathy from common alliaceous crops for managing weeds in coriander : an overview, International journal of agricultural research 6(3) : 209-217
- [20] Biopesticides – Legitimate products for integration into IPM and certified Organic Production, Marrone Bio Innovations <http://www.organicfertilizerassociation.org/Marrone-Biopesticides.pdf>
- [21] Piasentin J.,2010. Produits naturels en protection des cultures. potentiel d'utilisation des plantes a parfum, aromatiques et medicinales. TERRES D'INNOVATION, vol. , p. 1-87
- [22] Marotti I., & M., Piccaglia R., Nastri A., Grandi S., Dinelli G., (2010). Thiophene occurrence in different *Tagetes* species : agricultural biomasses as sources of biocidal substances, Journal of the science of food and agriculture 90(7) : 1210-1217
- [23] Reglement (ce) n° 1107/2009 du parlement europeen et du conseil du 21 octobre 2009 concernant la mise sur le marche des produits phytopharmaceutiques et abrogeant les directives 79/117/cee et 91/414/cee du conseil. Journal Officiel De L'union Europeenne, vol.L 309, p. 1 à 50
- [24] Regnault-Roger C., (2014). Produits de protection des plantes – innovation et sécurité pour une agriculture durable, éditions Tec & Doc, ISBN-978-2-7430-1539-8
- [25] article L 253-1 du code rural et de la pêche maritime
- [26] Proposition d'amendement n° CE623, Assemblée nationale, 20 juin 2014
- [27] Des biopesticides dérivés de l'abstinhe, (2013). <http://www.bulletins-electroniques.com/actualites/74370.htm>
- [28] EU pesticides database : http://ec.europa.eu/sanco_pesticides/public/index.cfm
- [29] e-phy : <http://e-phy.agriculture.gouv.fr/>

| Nom de la substance | Substance de base | Autorisé en tant que | AMM française | Commentaires |
|-----------------------------|-------------------|------------------------------|------------------------------|---|
| azadirachtine | | insecticide | dérogation de 120 jours 2015 | extrait titré en azadirachtine A |
| carvone | | inhibition de la germination | | cette substance peut être extraite de végétaux mais aussi être obtenu par la synthèse |
| <i>Equisetum arvense</i> L. | oui | fongicide | pas d'AMM nécessaire | |
| eugenol | | fongicide | | cette substance peut être extraite de végétaux mais aussi être obtenu par la synthèse |
| extrait d'ail | | répulsif | | |
| extrait d'algue marine | | régulateur de croissance | | |
| geraniol | | fongicide | | cette substance peut être extraite de végétaux mais aussi être obtenu par la synthèse |
| laminarine | | éliciteur | oui | |
| poivre | | répulsif | | poivre noir extrait par un solvant puis distillé à la vapeur extrait titré à 4% de pipérine |
| pyréthrine | | insecticide | oui | |
| sucrose | oui | | pas d'AMM nécessaire | cette substance peut être extraite de végétaux mais aussi être obtenu par la synthèse |
| thymol | | fongicide | | cette substance peut être extraite de végétaux mais aussi être obtenu par la synthèse |

Liste des extraits végétaux, hors huiles essentielles, autorisés en Europe et en France [28 ;29]

Pour en savoir plus sur les produits autorisés en France, se reporter sur le site du ministère de l'agriculture : e-phy

LES HUILES ESSENTIELLES DANS LA PROTECTION DES CULTURES : UNE VOIE EN COURS D'EXPLORATION

Par Aurélie DELLA-TORRE et Denis BELLENOT ([iteipmai](http://iteipmai.fr))
Tél. 02 41 30 30 79 - www.iteipmai.fr

Rappelons tout d'abord ce qu'est une huile essentielle. La Pharmacopée Européenne^[1] en donne la définition suivante, très proche de celle de la norme ISO^[2] : « Produit odorant, généralement de composition complexe, obtenu à partir d'une matière première végétale botaniquement définie, soit par entraînement à la vapeur d'eau, soit par distillation sèche, soit par un procédé mécanique approprié sans chauffage. L'huile essentielle est le plus souvent séparée de la phase aqueuse par un procédé physique n'entraînant pas de changement significatif de sa composition ».

Soulignons deux éléments importants :

- **C'est un produit obtenu à partir** d'une matière première **végétale** : l'origine est végétale mais nécessite la mise en œuvre d'un procédé pour son obtention.
- **Trois procédés d'obtention seulement** sont retenus :
 - l'entraînement à la vapeur qui est à l'origine de la plupart des huiles essentielles ;
 - « un procédé mécanique approprié » : il s'agit de l'obtention à froid (pressage ou raclage) des huiles essentielles d'agrumes (citron, orange, etc.) ;
 - la distillation sèche qui n'est plus guère employée.

Les composés que l'on retrouve dans

l'huile essentielle sont issus du métabolisme secondaire du végétal et s'accumulent généralement dans des structures spécifiques telles que des poches sécrétrices souvent localisées sur ou proche de la surface de la plante. Selon les plantes, ces structures peuvent se trouver dans tous les types d'organes végétaux : fleurs, feuilles, fruits, racines... et leur contenu peut varier en quantité et en qualité selon la localisation dans la plante.

En raison même de leur mode d'obtention, il y a de nombreux exemples d'huiles essentielles dont la composition diffère significativement du contenu des structures végétales accumulatrices. Par exemple, l'huile

essentielle de fruit de coriandre a une odeur douce d'orange alors que l'huile essentielle de feuille de coriandre sent la punaise écrasée.

Dans une même espèce botanique, on peut parfois différencier plusieurs

racines chimiques ou chémotypes. En effet, il arrive que les voies de biosynthèse diffèrent légèrement, aboutissant à la production d'huile essentielle dont le constituant principal n'est pas le même. Par exemple, on

peut distinguer au moins 7 chémotypes différents sur le thym : thymol, carvacrol, linalol, géraniol, a-terpinéol, thuyanol et eucalyptol^[3].

Des modes d'action variés

Les huiles essentielles ont été testées sur différentes cibles en protection des cultures : les insectes, les micro-organismes (champignons et bactéries), les adventices et aussi en protection des semences.



Culture de menthe pour huile essentielle

Les insectes

Les activités des huiles essentielles décrites sur les insectes sont variées : larvicides, adulticides, répulsifs ou inhibiteurs de croissance. La plupart des huiles essentielles agissent en perturbant la structure de la membrane cellulaire mais, pour certaines, des effets neurotoxiques ont pu être mis en évidence, dus à des interac-

tions avec des neurotransmetteurs tels que le GABA (acide gamma-aminobutyrique) et l'octopamine, ou par inhibition de l'acétyl cholinestérase. Enfin, certaines huiles essentielles peuvent potentialiser l'action d'autres molécules en inhibant les cytochromes P450 qui, normalement les détoxifient.

Par leur volatilité et leur petite taille, beaucoup des constituants des huiles essentielles interagissent avec les récepteurs d'odeur des insectes, déclenchant des comportements variés : fuite, attraction, oviposition, etc.^[4;5]

Les micro-organismes

La grande majorité des études sur l'activité antibiotique des huiles essentielles porte sur les micro-organismes pathogènes pour l'homme ou qui altèrent sa nourriture^[6]. Les huiles essentielles les plus efficaces sont riches en phénols (thymol, carvacrol, eugénol) ou en aldéhyde cin-

namique, bien que quelques alcools (linalol, terpinène-4-ol...) montrent dans certains cas une activité intéressante.

Un article récent^[7] fait le point sur les huiles essentielles ayant démontré, au laboratoire, des activités intéressantes contre des champignons

pathogènes des cultures. Les champignons étudiés appartiennent aux genres suivants : *Botrytis*, *Penicillium*, *Aspergillus*, *Pythium*, *Colletotrichum*, *Curvularia*, *Fusarium*, *Alternaria*, *Bipolaris*, *Pyricularia*, *Rhizoctonia*, *Cladosporium*, *Lasio-diplodia*, *Phomopsis*, *Rhizopus*...

Les adventices

Les études publiées sur l'activité des huiles essentielles comme herbicides sont nombreuses et recouvrent généralement des tests d'inhibition de germination de graines. Celles qui paraissent les plus actives sont des huiles essentielles à phénols (thymol, carvacrol), à cétones (carvone, pulégone) ou à étheroxydes (eucalyptol ou 18-cinéol).

Les produits commercialisés aux USA sont majoritairement des herbicides de contact qui agissent en dissolvant la cuticule recouvrant les feuilles, ce qui entraîne la mort

des cellules. Cet effet ne dure pas longtemps, ce qui nécessite des applications fréquentes, à doses assez élevées (50 à 500 l/ha d'huile essentielle)^[8].

Certains composés issus d'huile essentielle agissent différemment. Par exemple, la leptospermone de l'huile essentielle de *Leptospermum scoparium* s'est révélée être un puissant inhibiteur de la HPPD (ou p-hydroxyphenylpyruvate dioxygénase), qui entraîne une décoloration et un flétrissement des adventices. Elle est efficace en pré et post levée des ad-

ventices (sétaire, avoine, moutarde brune, rumex crépu, panic pied-de-coq, digitale sanguine, amarante réfléchie) mais il en faut 9 kg/ha pour un contrôle satisfaisant^[9]. L'huile essentielle de *Leptospermum* est plus active que la leptospermone pure et des études récentes (2013) ont mis en évidence la circulation de cette molécule dans la digitale sanguine^[10]. Des molécules de synthèse de structure proche (sulcotrione et mésotrione par exemple) ont été développées avec des efficacités 100 fois supérieures^[8].

Une réglementation complexe

Malgré leur image de produits naturels, les huiles essentielles ne sont pas dépourvues de toxicité. Elles font donc l'objet de nombreuses réglementations, variables selon le secteur d'utilisation. La partie « contexte réglementaire » des recommandations relatives aux critères de qualité des huiles essentielles de l'Agence Nationale de Sécurité du Médicament^[3] fait le point à ce sujet pour les secteurs cosmétique, alimentaire et pharmaceutique.

Pour être utilisées en protection des cultures, les huiles essentielles doivent suivre la réglementation des produits phytopharmaceutiques, à savoir le règlement 1107/2009^[11]. Ce règlement fixe les exigences à respecter pour faire homologuer un produit phytosanitaire en Europe : il faut d'abord que l'huile essentielle soit autorisée en tant que substance active au niveau européen, puis que le produit la contenant soit autorisé en France.

Pour inscrire une huile essentielle en Europe, 3 solutions existent avec chacune des exigences bien spécifiques :

- l'inscription en tant que **substance active classique**. C'est la démarche qui s'applique à tout produit phytosanitaire ; elle nécessite un dossier dont le coût est très élevé.
- l'inscription en tant que **substance à faible risque**. Une subs-

tance est dite « à faible risque » lorsqu'elle n'est ni un CMR (cancérogène, mutagène, reprotoxique), ni un produit chimique sensibilisant, ni une substance toxique ou très toxique, ni explosive, ni corrosive, ni persistante (demi-vie dans le sol < 60 jours), n'ayant pas un facteur de bioconcentration > 100, ni perturbateur endocrinien, sans effets neurotoxiques ou immunotoxiques.

- l'inscription en tant que **substance de base**. Est considérée comme substance de base une substance qui n'est pas préoccupante, et qui n'a pas d'effet perturbateur endocrinien, neurotoxique ou immunotoxique. Une substance de base est considérée comme étant utile dans la protection des cultures. Elle doit en outre être utilisable soit telle quelle, soit suite à un procédé simple de traitement.
- Aujourd'hui, les denrées alimentaires peuvent être considérées comme des substances de base. La substance de base est autorisée en Europe pour une durée illimitée^[11].

Aujourd'hui, en Europe, aucune substance n'est autorisée en tant que **substance à faible risque** ni en tant que **substance de base**. En effet, la démonstration de non toxicité des huiles essentielles selon les critères qui ont été développés pour les pro-

duits chimiques purs se heurte à de nombreuses difficultés méthodologiques comme par exemple, la complexité et les variations de leur composition et leur caractère lipophile. En l'absence d'études sur une huile essentielle dans son intégralité, les toxicologues estiment sa toxicité soit par celle de son constituant le plus toxique, soit en faisant le cumul de la toxicité de chacun de ses constituants. Cette approche mathématique peut conduire à attribuer à une huile essentielle une toxicité potentielle bien supérieure à celle constatée dans la réalité.

Quelques huiles essentielles –de citronnelle, de clou de girofle et de menthe verte– sont autorisées au niveau européen en tant que substances actives classiques parce qu'elles ont été soumises avant la mise en application du règlement 1107/2009.

L'huile essentielle d'orange douce, qui bénéficie déjà d'autorisations provisoires dans certains pays européens dont la France, est en cours d'évaluation pour inscription.

Le tableau ci-dessous résume les autorisations dont bénéficient ces huiles essentielles en Europe et/ou en France^[12 ; 13].

En raison d'une réglementation différente, davantage de produits phytosanitaires à base d'huiles essentielles sont commercialisés au Canada et aux Etats-Unis.

Les travaux en cours

Plusieurs études sont en cours pour évaluer l'intérêt des huiles essentielles dans la protection des cultures. On peut citer par exemple celles menées par l'ITAB (Institut Technique de l'Agriculture Biologique) qui, en 2012, a travaillé sur l'inscription de certaines plantes en tant que substances de base, mais aussi celles menées par PO²N (Pesticides Organiques d'Origine Naturelle), association qui a pour but de partager les

connaissances et faire connaître les différents travaux réalisés dans les pays francophones sur les molécules ou extraits naturels à activité de type pesticide.

De son côté, l'iteipmai a, depuis quelques années, entamé un travail de prospection bibliographique^[14] sur les produits naturels en protection des cultures à l'issue duquel est né le programme « GreenProtect ». Ce projet

visait à explorer les potentialités bio-cides de substances naturelles pour des usages en protection des plantes et protection contre les moustiques. Initié par l'iteipmai, porté par Goëmar, entreprise basée à Saint-Malo, GreenProtect associe les entreprises Goëmar, Vilmorin et Cie, SBM Développement et Nat'Inov, ainsi que 4 équipes de recherche (Université d'Angers, Montpellier SupAgro, EID Méditerranée) et Plante et Cité.

Ce programme a pour but de sélectionner des biocides innovants dont la toxicité n'est pas impactante pour l'homme et l'environnement afin de mettre sur le marché des produits naturels et homologués.

Pendant 4 ans, les partenaires mèneront ainsi un travail de sélection de ces substances : évaluation de leur efficacité à l'échelle du laboratoire, en conditions contrôlées puis en conditions réelles d'utilisation, optimisation des procédés d'obtention,

caractérisation et optimisation de la formulation jusqu'à la validation de la faisabilité industrielle et économique de ces produits innovants.

Ce rapide survol des potentialités d'emploi des huiles essentielles en protection des cultures illustre les espoirs mais aussi les difficultés liées à leur mise en œuvre. On peut espérer que les travaux en cours pourront aboutir rapidement sur des applications concrètes qui ouvriront de nouveaux débouchés à la filière des plantes aromatiques, médicinales et à parfum, tout en assurant la protection des cultures dans le respect de l'environnement.

Références bibliographiques

- [1] Pharmacopée européenne : Huiles essentielles - Aetherolea (01/2008 :2098).
- [2] Norme ISO 9235 :1997, Matières premières d'origine naturelle - Vocabulaire.
- [3] Desmares C., Laurent A., Delerme A., 2008. Recommandations relatives aux critères de qualité des huiles essentielles, AFSSAPS : pp.17
- [4] Regnault-roger C., Vincent C., Thor Arnason J.,2012. Essential oils in insect control: low-risk products in a high-stakes world. ANNUAL REVIEW OF ENTOMOLOGY, vol. 57, p. 405-424.
- [5] Tripatji et al. 2009. A review on prospects of essential oils as biopesticide in insect-pest management, Journal of Pharmacognosy and phytotherapy vol 5(1), 052-063
- [6] Lang, G. and Buchbauer, G. (2012), A review on recent research results (2008–2010) on essential oils as antimicrobials and antifungals. A review. Flavour Fragr. J., 27: 13–39. doi: 10.1002/ffj.2082
- [7] Vidyasagar G.M. et al., 2013, ANTIFUNGAL INVESTIGATIONS ON PLANT ESSENTIAL OILS. A REVIEW. Int J Pharm. Sci, Vol 5, Suppl 2, 19-28
- [8] Soltys D, Krasuska U, Bogatek R, et Gniazdowska A. 2013. Allelochemicals as Bioherbicides – Present and Perspectives; <http://dx.doi.org/10.5772/56185>
- [9] Dayan F.E., Howell J.L., Marais J.P., Ferreira D., and Koivunen M. (2011) Manuka Oil, A Natural Herbicide with Preemergence Activity. Weed Science: October-December 2011, Vol. 59, No. 4, pp. 464-469.
- [10] Owens DK, Nanayakkara NP, Dayan FE.,2013. In planta mechanism of action of leptospermon: impact of its physico-chemical properties on uptake, translocation, and metabolism. J Chem Ecol. Vol 39(2):262-70.
- [11] Anonyme, 2009. Règlement (ce) n° 1107/2009 du Parlement européen et du Conseil du 21 octobre 2009 concernant la mise sur le marché des produits phytopharmaceutiques et abrogeant les directives 79/117/CEE et 91/414/CEE du conseil. Journal Officiel De L'union Européenne, vol.L 309, p. 1 à 50
- [12] EU pesticides database : http://ec.europa.eu/sanco_pesticides/public/index.cfm
- [13] e-phy : <http://e-phy.agriculture.gouv.fr/>
- [14] Piasentin J.,2010. Produits naturels en protection des cultures. Potentiel d'utilisation des plantes à parfum, aromatiques et médicinales. TERRES D'INNOVATION, vol. , p. 1-87

| Substance active Huile essentielle de : | Autorisé en tant que | Pays d'autorisation | Produit commercial | AMM française | |
|--|--------------------------|---|--------------------|-----------------------|--------------------------------------|
| | | | | Cultures | Usages |
| Citronnelle | Herbicide | Grande Bretagne | | | |
| Clou de girofle | Fongicide, bactéricide | France, Italie | BIOXEDA | Pommier | Maladies de conservation |
| | | | | Poirier | |
| Menthe verte | Régulateur de croissance | Belgique, Espagne, France, Grande-Bretagne, Italie, Pays bas, Suède | BIOX-M | Pomme de terre | Inhibition ou suppression des germes |
| Orange douce | Insecticide | Belgique, Chypre, France | LIMOCIDE | Cultures fruitières | Aleurodes |
| | | | | Cultures légumières | |
| | | | | Cultures ornementales | |
| | | | | PPAM | Oïdium |
| | | | | Tabac | |
| Vigne | Thrips du tabac | | | | |
| tea tree (arbre à thé) | fongicide | Bulgarie Pologne | | | |

Liste des huiles essentielles autorisées en Europe et des utilisations autorisées en France [12 ;13]