

Prêle des champs - *Equisetum arvense*

Table des matières

Abréviations et définitions	2
Introduction	3
Description	4
Principaux caractères d'identification	4
Répartition géographique.....	5
Cultures concernées	6
Types de sol	6
Cycle	6
Nuisibilité : très forte	6
Gestion au champ.....	7
Solutions herbicides	7
Gestion intégrée	7
Danger : thiaminase et alcaloïdes	8
Description	8
Propriétés physico-chimiques	9
Toxicité.....	10
Toxicité aiguë	10
Toxicité chronique	10
Toxicocinétique.....	11
Transfert vers les matrices animales	11
Traitement après intoxication.....	11
Doses	11
Exposition	11
Réglementation	11
Méthodes d'analyse	12
Mesures préventives pour l'Homme et l'animal	13
Recommandations.....	13
Tableau récapitulatif.....	15
Références	16

Abréviations et définitions

HPLC-ESI-MS/MS : Liquid chromatography - tandem mass spectrometry/ Chromatographie liquide suivie par spectrométrie de masse en tandem.

LogKow : Coefficient de partage. Paramètre mesurant la solubilité d'une molécule dans l'eau et dans l'octanol (=solvant organique).

Toxicocinétiques : Effets que le corps peut avoir sur un toxique. Ces effets sont en relation avec l'absorption, la distribution, la métabolisation, et l'élimination du toxique (ou autre molécule).

- Absorption : Cette étape correspond à l'entrée du toxique dans l'organisme, jusqu'à son arrivée dans la circulation sanguine.
- Biodisponibilité : Quantité de toxique présents dans la circulation sanguine.
- Distribution : Transport du toxique via la circulation sanguine, jusqu'aux tissus auxquels il sera distribué.
- Volume de distribution : Volume imaginaire de distribution d'une substance dans l'organisme, en supposant qu'il y ait la même concentration dans tout l'organisme. Il est compris entre 0,06 L/kg et 500 L/kg, voire plus (Pour une personne de 70kg : entre 4,2 L et 35 000 L).
- Métabolisme : Transformation d'une molécule par des enzymes, dans le sang ou les cellules des tissus de distribution, donnant lieu à des métabolites dérivés.
- Élimination : Excrétion du toxique ou de ses métabolites par l'organisme.
- Demi-vie : Temps nécessaire pour que la concentration plasmatique du toxique diminue de 50%.

Introduction

La prêle des champs (*Equisetum arvense*) appartient à la famille des équisétacées[1]. Ces plantes sont considérées comme les descendantes de plantes déjà présentes dans la plupart des territoires lors de la période dévonienne [2] [3]. Elle est connue pour sa concentration élevée en silice, et pour ses usages en médecine traditionnelle depuis l'époque gréco-romaine. [3] On la retrouve aujourd'hui dans les champs, les jardins ou sur les chemins bordant les fossés[2].

Peu ou pas toxique pour l'Homme, [4] elle a des effets indésirables chez les animaux, et plus particulièrement chez les chevaux et les bovins, dus à la présence de thiaminase.[1]

L'étude de cette adventice est donc importante du fait de sa menace pour la santé animale.

Description

La prêle des champs est présente sur l'ensemble du territoire français, hormis la Corse. C'est une plante vivace [5] qui s'adapte assez bien à diverses conditions écologiques. Sa pousse est favorisée sur les sols humides. On la retrouve dans plusieurs grandes cultures, mais également les pépinières, les cultures maraichères et les prairies. Cette adventice est très nuisible. [6]

Principaux caractères d'identification

- Rhizome et tubercules peu accessibles, vivace.
- Ne possède ni fleur ni graine
- Tiges fertiles de 10-25 cm, lisses, brunes-rougeâtres
- Gaines de la tige avec 6-12 dents brunes



- Tiges stériles de 20-80 cm, vert pâle, grêles. Rameaux en verticilles à 4 ou 5 angles aigus. Ces tiges apparaissent plus tardivement que les fertiles.
- Lacune centrale (1/3 du diamètre de la tige) [5] [6]

A NE PAS CONFONDRE avec :

A l'exception d'autres espèces du même genre (*E. telmateia* ou *E. ramossissimum*), il n'y a pas de confusion possible (à dire d'experts).



Prêle géante (*Equisetum telmateia*)



Prêle rameuse (*Equisetum ramossissimum*)

Répartition géographique



■ Native ■ Introduced



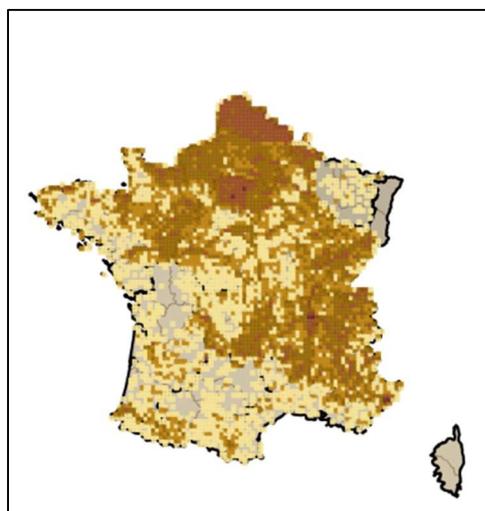
■ Présence de la prêle des champs

□ Absence de prêle des champs ou manque de données

Répartition mondiale de la prêle des champs
(*Equisetum arvense* L. | Plants of the World Online | Kew Science)

Départements de présence de la prêle des champs
(*Equisetum arvense* L. - Préservons la Nature (preservons-la-nature.fr))

Les régions du monde apparaissant en blanc sur la carte représentant la répartition mondiale de la prêle des champs ne signifient pas forcément que celle-ci n'y est pas présente. Il est plus probable que les mesures n'aient pas été réalisées à cet endroit.



Répartition Maille 10*10 INPN

- Moins de 5 observations
- Entre 5 et 9 observations
- Entre 10 et 24 observations
- Entre 25 et 99 observations
- Plus de 100 observations

Territoires agréments CBN

- Conservatoire botanique en création
- Conservatoires botaniques agréés

Répartition en nombre d'observations de la prêle des champs en France (SI Observation Flore - *Equisetum arvense* L., 1753 (fcbn.fr))

Les nombres d'observations correspondent soit à une abondance de la plante, soit à la présence de la plante due à de nombreuses visites et donc enregistrements de la plante à ces endroits-là.

Il n'y a pas de données pour la présence de prêles des champs en Alsace et en Corse. Cela ne signifie pas que cette adventice n'y est pas forcément présente.

Cultures concernées

On retrouve la prêle des champs dans diverses cultures [5], mais surtout dans les cultures de printemps comme le tournesol, le maïs et le soja [8]

Types de sol

Texture	pH	Besoins en nutriment	Besoins en ensoleillement
Argilo-sableux à sableux, limoneux, Sol humide [2]	Neutre à légèrement acide (4,2-6,6) [2]	Peu de besoins en calcium Besoins en azote pour les parties aériennes [2]	Fort (sensible à l'ombre) [1]

➔ Pousse jusqu'à une altitude de 2500m. [2]

Cycle

[8] [6]

	J	F	M	A	Ma	J	Ju	Ao	S	O	N	D
Apparition des tiges fertiles												
Apparition et croissance des tiges stériles												
Senescence des tiges												
Quiescence												

Nuisibilité : très forte

- Effet sur les rendements des cultures
- Effet sur la qualité des récoltes
- Toxicité pour les animaux [1]

Gestion au champ

Contrôle en culture : il n'existe à ce jour aucune solution de maîtrise définitive en culture.

Solutions herbicides

Concernant la lutte herbicide, quelques solutions "de frein" existent en maïs mais il n'y a aucune solution dans les autres situations.

Gestion intégrée

Les interventions mécaniques ralentissent au mieux la croissance des individus, laissant le temps à la culture de se développer.

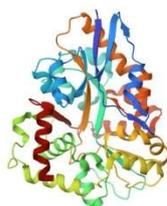
Il est également mentionné les pratiques suivantes :

- Tonte/fauche pendant un certain nombre d'années
- Travailler le sol de manière superficielle et faire suivre d'une culture
- Paillis [1]

Danger : thiaminase et alcaloïdes

Description

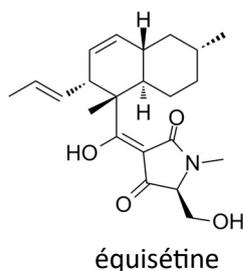
Thiaminase : enzyme détruisant la thiamine (vitamine B1). [9] [10]



Conformation 3D de la thiaminase

(RCSB PDB - 4HCW: Structure of a eukaryotic thiaminase-I)

Alcaloïdes :



[11] [12]

Les concentrations en alcaloïdes seraient plus élevées en début de développement et seraient fonction des températures. [11] Elles pourraient également dépendre des saisons et des conditions environnementales. [13]

- ➔ Remarque : certaines sources indiquent que la prêle des champs contient les alcaloïdes palustrine et palustridiène [14], mais d'après une étude menée par *Afoke Ibi & co*, cette dernière serait caractérisée par l'absence de ces molécules, contrairement à la prêle des marais (*Equisetum palustre*) qui elle, serait caractérisée par la présence majoritaire de ces deux molécules. [15] Ces résultats sont illustrés par les tableaux ci-dessous :

Table 1

The *Equisetum* alkaloid content of the *E. arvense* samples analyzed by LC-MSMS. Values of 0.0 indicate results below the LoD.

Test Code	Average Palustrine Content in µg/g	Average Palustridiene Content in µg/g	Sum of Alkaloids in µg/g
A1	6.2	0.0	6.2
A2	0.0	0.0	0.0
A3	0.0	0.0	0.0
A4	0.0	0.0	0.0
A5	0.0	0.0	0.0
A6	0.0	0.0	0.0
A7	0.0	0.0	0.0
A8	0.0	0.0	0.0
A9	0.0	0.0	0.0

Table 2

The *Equisetum* alkaloid content of the *E. palustre* samples analyzed by LC-MSMS. Values of 0.0 indicate results below the LoD.

Test Code	Average Palustrine Content in µg/g	Average Palustridiene Content in µg/g	Sum of Alkaloids in µg/g
P1	769.3	38.5	807.8
P2	408.5	0.0	408.5
P3	425.9	0.0	425.9
P4	414.0	0.0	414.0
P5	572.9	0.0	572.9
P6	560.2	0.0	560.2
P7	313.2	0.0	313.2
P8	301.2	0.0	301.2
P9	469.7	0.0	469.7
P10	280.3	0.0	280.3

Propriétés physico-chimiques

N°CAS de l'équisétine : 57749-43-6 [16]

N°CAS de la nicotine : 54-11-5

	Masse moléculaire (g/mol)[17]	logKow*[17]	Point de fusion
Equisétine	373,5 g/mol (calculé)[16]	3,02 (calculé) [18]	556 ± 50 °C (calculé, 760 mmHg) [19]
Nicotine	162,23 g/mol (calculé)[20]	1,17 [20]	247 °C (760 mmHg) [21]

Toxicité

Toute la plante est toxique [22].

Elle est considérée comme moins toxique que la prêle des marais.[15]

Des symptômes démontrant cette toxicité ont été répertoriés chez des **jeunes chevaux, vaches et moutons**. Leur apparition ne serait pas immédiate.[9]

Toxicité aiguë

Les intoxications aiguës ont été observées en majorité chez les **chevaux**[22] :

- Mydriase[22]
- Colique[22]
- Convulsions[22]
- Augmentation de la fréquence respiratoire et difficulté de respiration [22]
- Manque de coordination[22]
- Exsudation séreuse au niveau du système nerveux central [22]

Toxicité chronique

Les intoxications chroniques ont été observées en majorité chez les bovins, lors d'expositions alimentaires pendant plusieurs semaines[22] :

- Forte salivation (ptyalisme), sueurs [22]
- Urine rouge (hémoglobinurie) [22]
- Ataxie et fatigue [22]
- Dégénérescence hépatique et rénale et hypertrophie de la vessie [22]
- Diarrhée[9]
- Léger manque de coordination et perte du control des muscles si l'empoisonnement persiste[9]
- Faiblesse[9]
- Titubation[9]

- Nervosité[9]
- Crise d'épilepsie[9]
- Mort en 7 à 15 jours. [9]

Toxicocinétique

Il n'y a pas d'information disponible sur la toxicocinétique de la prêle des champs chez l'Homme et l'animal. [4] [23]

Transfert vers les matrices animales

Il n'y a pas d'information disponible concernant le transfert vers les matrices animales.

Traitement après intoxication

(Chez les animaux seulement)

Il faut extraire le poison du corps. [9]

- Injection intraveineuse suivie d'injection intramusculaire de **thiamine = vitamine B1** [9]
- Caféine[22]
- Strychnine[22]
- Tonicardiaques[22]

Doses

Doses de toxicité inconnues.

Il est souvent indiqué un seuil de toxicité à **5%** de contamination des fourrages, pour cette prêle.[22]

Quelques études chez le rat ont démontré :

- Une NOAEL de 1,79 g/kg/j pour les mâles et 1,85 g/kg/j pour les femelles, après exposition subchronique à la prêle des champs. [24]
- Pas de toxicité aiguë chez des rats en-dessous de 5000 mg/kg [9]

Exposition

Exposition orale, lors de consommation de foin qui en contient.[22]

Réglementation

Pas de réglementation sur les prêles ou leurs molécules au niveau de l'alimentation animale et humaine.

Méthodes d'analyse

Préparation et purification

Lors d'une étude d'identification de la prêle des champs et de la prêle des marais, l'HPLC-ESI-MS/MS* a été utilisée. Les étapes de préparation étaient les suivantes [15] :

Prêle des champs	Prêle des marais
- Broyage des plantes	
<ul style="list-style-type: none">- 1 ml acide chlorhydrique + rotateur+ centrifugation- 500 µl dichlorométhane + vortex + centrifugation- 240 µL de 25% hydroxyde d'ammonium- Purification : élution des alcaloïdes sur colonne avec du dichlorométhane.	<ul style="list-style-type: none">- 1,7 ml éthanol 80% + bain à ultrason + centrifugation- 2 ml de méthanol et dilution de la solution avec de l'acétonitrile 70%

Analyse

La méthode d'analyse la plus citée dans la littérature est la **chromatographie liquide couplée à la spectrométrie de masse ESI-MS/MS**. [25] [13] [26].

Les avantages de cette méthodes énoncés par les auteurs sont **une reproductibilité**[13] et une capacité de quantification à de **faibles concentrations** [15].

Mesures préventives pour l'Homme et l'animal

Tenir éloigné des enfants.

Consulter un centre antipoison ou un centre antipoison vétérinaire pour les animaux en cas de contact/ingestion.

Garder si possible un moyen d'identification de la plante/molécules (photo de la plante, étiquettes...)[66]

Contact d'urgence :

Samu : 15 Numéro d'appel d'urgence européen : 112

Centres antipoison de Angers : 02 41 48 21 21

Centres antipoison de Bordeaux : 05 56 96 40 80

Centres antipoison de Lille : 08 00 59 59 59

Centres antipoison de Lyon : 04 72 11 69 11

Centres antipoison de Marseille : 04 91 75 25 25

Centres antipoison de Nancy : 03 83 22 50 50

Centres antipoison de Paris : 01 40 05 48 48

Centres antipoison de Toulouse : 05 61 77 74 47

Centres antipoison vétérinaire de Lyon : 04 78 87 10 40

Centres antipoison vétérinaire de Nantes : 02 40 68 77 40 [66]

Recommandations

- Davantage d'études sur les doses toxiques, afin de mettre au clair et avoir de meilleures certitudes à propos du seuil de 5% en prêle dans l'alimentation animale.
- Plus d'études sur ce qui est véritablement responsable des intoxication (Thiaminase seule ? Alcaloïdes ? Effets synergiques ?)
- Une réglementation adaptée à la santé animale
- Etudier le transfert des molécules toxiques vers les matrices animales

Tableau récapitulatif

Occurrence	Plante vivace
Cultures concernées	Maïs et soya
Occurrence	Plante vivace
Cycle	Croissance entre avril et septembre
Nuisibilité	Très forte Impact sur le rendement et sur la qualité des récoltes Toxique pour les animaux (bovins et chevaux)
Danger	Thiaminase, alcaloïdes (équisétine, nicotine)
Toxicité	Toute la plante est toxique Toxicité aiguë (chevaux) : colique, convulsions... Toxicité chronique (bovins) : diarrhées, hémoglobinurie, faiblesse...
Transfert vers les matrices animales	Aucune étude trouvée
Traitements	Injection de thiamine
Doses	Pas plus de 5% dans la nourriture animale
Exposition	Via l'alimentation
Réglementation	Non réglementé
Méthodes d'analyse	L'HPLC-ESI-MS/MS

Références

- [1] Moyens de lutte contre la prêle des champs.pdf n.d.
- [2] Comment désherber la prêle ? Gamm vert n.d. <https://www.gammvert.fr/conseils/conseils-de-jardinage/desherber-la-prele> (accessed June 27, 2023).
- [3] Knowlton A. Equisetum. Current Biology 2012;22:R388–90. <https://doi.org/10.1016/j.cub.2012.04.005>.
- [4] Assessment report on Equisetum arvense L., herba n.d.
- [5] eFlore. Tela Botanica n.d. <https://www.tela-botanica.org/eflore/> (accessed June 27, 2023).
- [6] Mamarot J, Rodriguez A. Mauvaises herbes des cultures. Acta Edition. Acta Edition; 2014.
- [7] Hypp : encyclopédie en protection des plantes - Biologie de la plante n.d. <http://ephytia.inra.fr/fr/C/17653/Hypp-encyclopedie-en-protection-des-plantes-Biologie-de-la-plante> (accessed June 27, 2023).
- [8] Document_98465.pdf n.d.
- [9] Al-Snafi PDAE. The pharmacology of Equisetum arvense- A review. IOSRPHR 2017;07:31–42. <https://doi.org/10.9790/3013-0702013142>.
- [10] Pohl RW. Toxicity of Ferns and Equisetum. American Fern Journal 1955;45:95–7. <https://doi.org/10.2307/1544850>.
- [11] Prêle des champs. Wikipédia 2023.
- [12] Santé animale_bovins.pdf n.d.
- [13] Müller J, Puttich PM, Beuerle T. Variation of the Main Alkaloid Content in Equisetum palustre L. in the Light of Its Ontogeny. Toxins (Basel) 2020;12:710. <https://doi.org/10.3390/toxins12110710>.
- [14] Prêle des champs. Wikipédia 2023.
- [15] Ibi A, Du M, Beuerle T, Melchert D, Solnier J, Chang C. A Multi-Pronged Technique for Identifying Equisetum palustre and Equisetum arvense—Combining HPTLC, HPLC-ESI-MS/MS and Optimized DNA Barcoding Techniques. Plants 2022;11:2562. <https://doi.org/10.3390/plants11192562>.
- [16] PubChem. Equisetin n.d. <https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/compound/54684703> (accessed June 21, 2023).
- [17] Ahmad R. Steroidal glycoalkaloids from *Solanum nigrum* target cytoskeletal proteins: an *in silico* analysis. PeerJ 2019;7:e6012. <https://doi.org/10.7717/peerj.6012>.
- [18] Compound Report Card n.d. https://www.ebi.ac.uk/chembl/compound_report_card/CHEMBL3103609/ (accessed June 21, 2023).
- [19] Equisetin | C22H31NO4 | ChemSpider n.d. https://www.chemspider.com/Chemical-Structure.21248604.html?rid=8be50210-90db-4e5b-9889-449fa645c0fd&page_num=0 (accessed June 21, 2023).
- [20] PubChem. Nicotine n.d. <https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/compound/89594> (accessed June 21, 2023).
- [21] L(-)-Nicotine | C10H14N2 | ChemSpider n.d. https://www.chemspider.com/Chemical-Structure.80863.html?rid=e43cb9ba-d69e-4d6a-ac06-f3be5c3b0655&page_num=0 (accessed June 21, 2023).
- [22] Noms français final n.d. <https://vegetox.envt.fr/Menus-html/nomsfrançaisfinal.htm> (accessed June 9, 2023).
- [23] Authority (EFSA) EFS. Outcome of the consultation with Member States and EFSA on the basic substance application for approval of Equisetum arvense L. for the extension of use in plant protection against fungal diseases on horticulture and vegetable crops. EFSA Supporting Publications 2020;17:1869E. <https://doi.org/10.2903/sp.efsa.2020.EN-1869>.

- [24] Tago Y, Wei M, Ishii N, Kakehashi A, Wanibuchi H. Evaluation of the Subchronic Toxicity of Dietary Administered Equisetum arvense in F344 Rats. J Toxicol Pathol 2010;23:245–51. <https://doi.org/10.1293/tox.23.245>.
- [25] Mo B, Sendker J, Herrmann F, Nowak S, Hensel A. Aqueous extract from Equisetum arvense stimulates the secretion of Tamm-Horsfall protein in human urine after oral intake. Phytomedicine 2022;104:154302. <https://doi.org/10.1016/j.phymed.2022.154302>.
- [26] Tipke I, Bücker L, Middelstaedt J, Winterhalter P, Lubienski M, Beuerle T. HILIC HPLC-ESI-MS/MS identification and quantification of the alkaloids from the genus Equisetum. Phytochemical Analysis 2019;30:669–78. <https://doi.org/10.1002/pca.2840>.