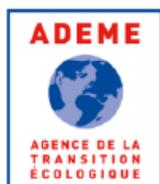


# BAPPET : base de données sur les teneurs en éléments trace métalliques de plantes potagères

## Guide pour les utilisateurs

Céline Laurent, Laure Genies, Stéphanie Ouvrard, Christophe Schwartz, Geoffroy Séré,  
Thibault Sterckeman, Camille Dumat, Géraldine Bidar  
Corinne Hulot, Franck Marot

Octobre  
2024



UNIVERSITÉ  
DE LORRAINE



# Sommaire

I.	PRESENTATION DE LA BASE DE DONNEES BAPPET .....	1
1.	Objectifs de BAPPET .....	1
2.	Sources documentaires .....	2
3.	Organisation et description des paramètres considérés dans BAPPET .....	3
3.1.	Identification des données et références bibliographiques .....	4
3.2.	Paramètres liés aux ETM.....	5
3.3.	Paramètres liés à la plante.....	6
3.4.	Paramètres liés au sol .....	9
3.5.	Paramètres liés au milieu analysé.....	9
II.	NOTICE D'UTILISATION DE LA BASE DE DONNEES BAPPET .....	13
1.	Notes préliminaires et avertissements .....	13
2.	Interface de la base de données .....	14
3.	Réaliser une sélection dans BAPPET avec le formulaire de recherche .....	16
III.	ANNEXES.....	18



# I. PRESENTATION DE LA BASE DE DONNEES BAPPET

## 1. Objectifs de BAPPET

Les denrées d'origine végétale consommées par l'homme proviennent de l'agriculture mais aussi de la culture de plantes en jardins potagers et de la cueillette. Les plantes ont la faculté de prélever les éléments traces à partir des milieux environnementaux et de les accumuler dans leurs tissus. Certains éléments traces métalliques (ETM) sont essentiels pour l'homme mais deviennent toxiques au-delà d'une certaine dose ; d'autres sont indésirables. L'exposition humaine est d'autant plus forte que les concentrations en éléments traces dans l'environnement sont élevées et que la part des aliments contaminés est importante dans le régime alimentaire. La consommation de plantes produites dans les jardins potagers peut donc représenter dans certaines situations un risque sanitaire qu'il convient d'évaluer.

L'évaluation de la contamination des végétaux est obtenue soit par l'échantillonnage des plantes et la mesure des substances polluantes dans les organes consommés, soit par la modélisation des transferts vers les plantes des substances présentes dans les milieux environnementaux (sol support, eau d'arrosage...). Ces méthodes sont notamment mises en œuvre dans le cadre de la gestion des sites industriels toujours en activité ou non lorsque l'ingestion de denrées alimentaires issues de potagers constitue une voie d'exposition potentielle.

L'objectif de la base de données BAPPET est de regrouper sur un support unique des informations documentaires sur la contamination des plantes potagères par les éléments traces métalliques et de les mettre à disposition des acteurs en charge des diagnostics environnementaux. Naturellement, d'autres usages et applications de cet outil peuvent être envisagés, mais il appartient aux utilisateurs d'en juger la pertinence. Dans le cadre des diagnostics environnementaux et des EQRS (Evaluation Quantitative des Risques Sanitaires), la base peut permettre :

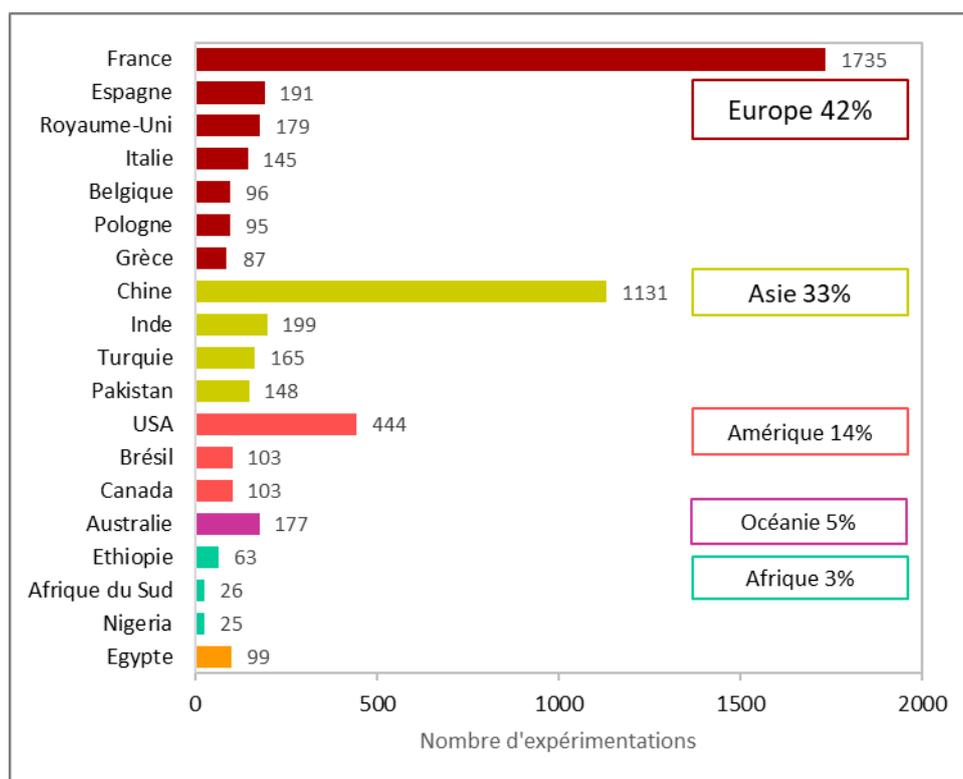
- de capitaliser les connaissances et retours d'expériences
- de consolider des résultats d'études ou d'identifier une situation singulière (IEM)
- d'estimer des concentrations dans les plantes de façon prédictive (PG)
- d'apprécier la pertinence d'étudier cette voie de transfert / situation environnementale (amont des études).

Naturellement, d'autres usages et applications de cet outil peuvent être envisagés, mais il appartient aux utilisateurs d'en juger la pertinence.

## 2. Sources documentaires

Deux types de documents ont été utilisés pour alimenter la base de données : (i) des articles scientifiques publiés dans des revues internationales à comité de lecture (487 articles) et (ii) la littérature « grise » (37 rapports expérimentaux provenant d'instituts publics, 2 rapports de diagnostic de sites provenant de bureaux d'études et 3 manuscrits de thèse). Les références bibliographiques de ces documents sont renseignées dans BAPPET, à l'exception de certaines données confidentielles issues de bureaux d'études.

BAPPET regroupe des données d'études réalisées dans 65 pays (voir **Figure 1**) : celles-ci proviennent majoritairement de France (26% des expérimentations), de Chine (22%) et, dans une moindre mesure des Etats-Unis (7%).



**Figure 1** : Pays d'origine des expérimentations enregistrées dans BAPPET (seuls les pays les plus fréquents ont été représentés ici). Les chiffres en gris indiquent le nombre d'expérimentations (ou couples *plante/conditions culturelles*) pour chaque pays.

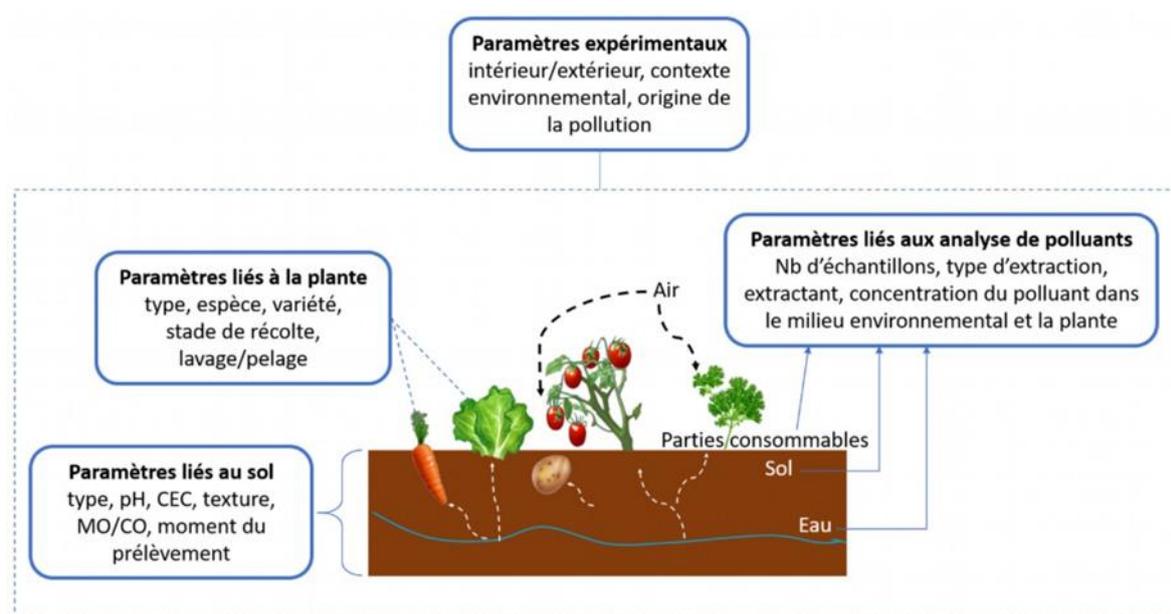
Dans la majorité des cas, les données rapportées dans BAPPET sont issues de tableaux ou de texte. Les données graphiques ont également pu être extraites grâce à l'outil en ligne WebPlotDigitizer (enregistrements portant la mention « Données extraites de graphiques » en commentaires).

### 3. Organisation et description des paramètres considérés dans BAPPET

Les données sont organisées en expérimentation. Une expérimentation correspond à un ETM ou un ensemble d'ETM analysés pour une espèce végétale donnée. Pour une même expérimentation, plusieurs polluants peuvent être analysés dans différents compartiments de l'environnement (air, eau, sol). A minima, dans BAPPET, les concentrations en ETM sont renseignées dans la plante et dans le sol. Seules les expérimentations dans lesquelles la plante est cultivée sur du sol sont enregistrées dans BAPPET (les cultures en hydroponie ou sur d'autres substrats de culture ne sont pas prises en compte dans la base données). Par contre, certaines données référencées « artificielles » portent sur des sols qui ont été spikés/dopés avec des formes solubles de métaux.... Selon les jeux de données disponibles à l'issue de l'interrogation de la base, il appartient aux utilisateurs d'affiner leur sélection en conservant ou écartant ces données, afin de se rapprocher au plus près de leur contexte d'étude.

La concentration d'un ETM dans une plante dépend de l'élément considéré et des paramètres liés à la plante, au contexte environnemental et aux milieux environnementaux considérés comme source du polluant. Ces paramètres ont été renseignés dans BAPPET lorsque l'information était disponible. Lors de l'interrogation de BAPPET, il est possible de sélectionner les modalités de certains critères afin de se rapprocher des conditions qui sont spécifiques à la situation que l'utilisateur étudie.

Les différents paramètres liés aux transferts des ETM dans les plantes potagères considérés dans BAPPET sont résumés dans la **figure 2**.



**Figure 2 : Transfert des polluants organiques dans les cultures potagères : paramètres considérés dans BAPPET. Les flèches en pointillés représentent les transferts de polluants organiques depuis l'air, le sol et l'eau.**

La base de données BAPPET a été construite à partir de résultats expérimentaux hétérogènes. Dans un but d'exploitation des données, 69 paramètres ont été collectés sur chacune des expérimentations exploitées :

- **Références bibliographiques.** Les documents d'où sont extraites les données peuvent être retrouvés par les références bibliographiques (à l'exception de certaines données confidentielles collectées auprès de bureaux d'études).

- **Paramètres liés à l'expérimentation et au contexte environnemental.** Autant que possible, le contexte environnemental et l'origine des ETM, le type expérimental est décrit pour chaque expérimentation.
- **Paramètres liés à la plante potagère.** La plante étudiée est identifiée par ses noms vernaculaire et botanique. Diverses informations d'échantillonnage de la plante sont également indiquées.
- **Paramètres liés au sol.** Le sol est décrit à travers différents paramètres influençant la disponibilité de l'ETM (type, texture, pH, taux de matière organique, de carbone organique, CEC).
- **Extraction des ETM.** Le type d'extraction et les extractants utilisés indiquent la mobilité et la disponibilité de la fraction analysée.
- **Teneurs en ETM.** Les concentrations en ETM dans la plante et le sol (et plus rarement dans l'eau et l'air) sont données à travers diverses statistiques. Seules les statistiques disponibles dans le document d'origine ont été rapportées, aucun calcul n'a été réalisé (à l'exception de conversions quand nécessaire).

### 3.1. Identification des données et références bibliographiques

- **Numéro d'expérimentation**

Dans la base de données BAPPET, une expérimentation est définie comme un ensemble d'analyses réalisées sur une espèce/variété végétale cultivée dans une condition donnée (un type de sol, un type d'irrigation, un type de culture : extérieure, en serre...). Les différentes analyses réalisées sur le même couple plante/conditions culturales sont déclinées sur différentes lignes portant toutes le même numéro d'expérimentation (**Figure 3**).

N° Exp.	Code réf.	ETM	Spéciation ETM
1	ADA03	Cd	<i>Non précisé</i>
1	ADA03	Cu	<i>Non précisé</i>
1	ADA03	Zn	<i>Non précisé</i>
2	ALE06	Cd	<i>Non précisé</i>
2	ALE06	Cu	<i>Non précisé</i>

**Figure 3 :** Colonnes de BAPPET liées à l'identification des données et aux ETM : vue d'un échantillon d'enregistrements, non représentatif de tous les cas rencontrés dans la base de données.

- **Code référence**

A chaque référence enregistrée dans BAPPET, est associé un code unique (ex. ADA03, **Figure 3**) indiquant la référence de l'article scientifique, du rapport d'expérimentation ou du diagnostic environnemental (**Figure 3**). Dans ce dernier cas, la codification de la référence de l'étude écarte toute possibilité d'identifier un dossier en particulier, assurant l'anonymat des situations.

- **Références bibliographiques**

Les références bibliographiques (avec le DOI pour les publications enregistrées après 2012), ainsi que le pays où l'étude s'est déroulée sont renseignés dans BAPPET. Pour certaines données collectées auprès de bureaux d'études, seul le pays est renseigné (**Figure 4**).

La nature de la source de données est également décrite, les différents types de documents utilisés pour BAPPET étant :

- les publications scientifiques (code ART pour Article) ;
- les données acquises dans le cadre d'une évaluation des risques de sites et sols pollués (code EDR pour Evaluation Des Risques) ;
- les rapports d'expérimentations (code EXP pour Expérimentation) ;
- les manuscrits de thèse (code THESE).

Auteur1	Auteur2	Titre Article	Annee	Journal	Vol	Numero	Pages	DOI	Pays	Nature
Adamo P.	et al.	Characterization of heavy met.	2003	Geoderma	117	Non applica	347-366	Donnée non mise à jou	Japon	ART
Adamo P.	et al.	Characterization of heavy met.	2003	Geoderma	117	Non applica	347-366	Donnée non mise à jou	Japon	ART
Adamo P.	et al.	Characterization of heavy met.	2003	Geoderma	117	Non applica	347-366	Donnée non mise à jou	Japon	ART
Alexander P. D.	Alloway B. J.	Genotypic variations in the acc	2006	Environmental Pollution	144	Non applica	736-745	Donnée non mise à jou	Royaume-Uni	ART
Alexander P. D.	Alloway B. J.	Genotypic variations in the acc	2006	Environmental Pollution	144	Non applica	736-745	Donnée non mise à jou	Royaume-Uni	ART

Figure 4. Informations concernant les références bibliographiques de la source documentaire

### 3.2. Paramètres liés aux ETM

Quatorze ETM sont renseignés dans BAPPET dans la colonne désignée par « ETM » (Figure 3). Leur symbole chimique est utilisé (Tableau 1). Cette liste est susceptible d'évoluer en fonction des orientations de la recherche dans le domaine.

Tableau 1 : Liste des 14 éléments traces métalliques (ETM) renseignés dans BAPPET

<b>As</b>	Arsenic	<b>Ni</b>	Nickel
<b>Cd</b>	Cadmium	<b>Pb</b>	Plomb
<b>Co</b>	Cobalt	<b>Sb</b>	Antimoine
<b>Cr</b>	Chrome	<b>Se</b>	Selenium
<b>Cu</b>	Cuivre	<b>Tl</b>	Thallium
<b>Hg</b>	Mercure	<b>V</b>	Vanadium
<b>Mo</b>	Molybdène	<b>Zn</b>	Zinc

Les différentes formes chimiques (ou spéciation) d'un ETM peuvent être accumulées différemment par les plantes ou avoir des toxicités différentes. Ainsi, les mécanismes d'absorption de l'As varient selon sa spéciation (review par Abbas et al., 2018<sup>1</sup>) et le Cr(VI) est plus toxique que le Cr(III) (Shanker et al., 2005<sup>2</sup>). Quand elle est indiquée dans l'étude source, la spéciation des ETM est donc également renseignée dans BAPPET dans la colonne « spéciation ETM » (Figure 3).

<sup>1</sup> Abbas, G., Murtaza, B., Bibi, I., Shahid, M., Niazi, N. K., Khan, M. I., ... & Natasha. (2018). Arsenic uptake, toxicity, detoxification, and speciation in plants: physiological, biochemical, and molecular aspects. International journal of environmental research and public health, 15(1), 59.

<sup>2</sup> Shanker, A. K., Cervantes, C., Loza-Tavera, H., & Avudainayagam, S. (2005). Chromium toxicity in plants. Environment international, 31(5), 739-753.

### 3.3. Paramètres liés à la plante

#### ▪ Type de plante

Les espèces végétales enregistrées dans BAPPET sont des plantes couramment cultivées dans les potagers en Europe. Les céréales (à l'exception du maïs doux) ou les plantes d'ornement par exemple ne sont pas renseignées dans la base de données.

Dans BAPPET, colonne « Type Plante » (**Figure 5**), ces plantes sont organisées en 10 catégories en fonction de la partie qui est consommée (racine, tubercule, feuille...). Cette organisation permet aux utilisateurs de BAPPET de comparer l'accumulation d'ETM dans des organes végétaux consommés ayant des positions différentes (croissance dans le sol ou aérienne) et aux anatomies et physiologies distinctes (tégument des graines, cuticule cireuse des feuilles...). Une même espèce végétale peut donc être classée dans des catégories différentes selon l'organe étudié : l'oignon bulbe est ainsi classé dans la catégorie « Légume-bulbe » alors que l'oignon feuille est classé dans « Légume-feuille ».

Type Plante	Espec (fr)	Espec (en)	Espec (lat)	Variété
Légume-fruit	Aubergine	Eggplant	Solanum melongena	porte greffe "Daitarou"
Légume-fruit	Aubergine	Eggplant	Solanum melongena	porte greffe "Daitarou"
Légume-fruit	Aubergine	Eggplant	Solanum melongena	porte greffe "Daitarou"

Nb échantillons	MS ou MF	Moyenne Plante (mg/kg)	Ecart-type Plante	Min Plante	Max Plante	Mediane Plante	Limite Détection Plante	Limite Quantification Plante	Ecart-type Geo
Non précisé	MF	0,50	Non précisé	Non précisé	Non précisé	Non précisé	> LD	Actualisé après 2012	Non précisé
Non précisé	MF	1,30	Non précisé	Non précisé	Non précisé	Non précisé	> LD	Actualisé après 2012	Non précisé
Non précisé	MF	2,40	Non précisé	Non précisé	Non précisé	Non précisé	> LD	Actualisé après 2012	Non précisé

BCF	Ecart-type BCF	BCF min	BCF max	Organe analysé	Lavage/Pelage	Maturite	Stade prélèvement	MS (%)
Non précisé	Non précisé	Non précisé	Non précisé	Partie consommable	Non précisé	oui	Non précisé	Non précisé
Non précisé	Non précisé	Non précisé	Non précisé	Partie consommable	Non précisé	oui	Non précisé	Non précisé
Non précisé	Non précisé	Non précisé	Non précisé	Partie consommable	Non précisé	oui	Non précisé	Non précisé

Equation Modèle	R <sup>2</sup> Modèle
Non applicable	Non applicable
Non applicable	Non applicable
Non applicable	Non applicable

**Figure 5** : Colonnes de BAPPET liées à la plante : vue d'un échantillon d'enregistrements, non représentatif de tous les cas rencontrés dans la base de données.

A notre connaissance, il n'existe pas de liste publiée sur le classement des légumes selon leur type. Dans certaines études, utilisées pour alimenter la base de données, les teneurs en ETM sont rapportées dans différentes parties d'un même légume. La logique adoptée dans BAPPET consiste à **classer la plante dans la catégorie qui correspond à la nature de l'organe végétal analysé**. L'utilisateur trouvera ainsi des données sur le vert du poireau dans la catégorie « Légume-feuille », alors que le poireau entier, le blanc du poireau et les données pour lesquelles la partie analysée du poireau n'est pas précisée sont classés dans la catégorie « Légume-tige ». Cela est d'autant plus important que les valeurs réglementaires distinguent ces catégories.

**Tableau 2 : Exemples de plantes par types de plantes enregistrés dans BAPPET**

Type de plante	Exemples
Fruit	Pomme...
Légume-bulbe	Ail, oignon bulbe...
Légume-feuille	Chou...
Légume-fleur	Chou-fleur, artichaut...
Légume-fruit	Aubergine...
Légume-graine	Haricot, maïs...
Légume-racine	Carotte, betterave...
Légume-tige	Poireau, asperge...
Légume-tubercule	Pomme-de-terre, topinambour...
Plante aromatique	Aneth, menthe...

La liste des espèces végétales renseignées dans BAPPET est enrichie au cours des différentes mises à jour de la base de données. De la même manière, une espèce végétale déjà renseignée est susceptible d'être ajoutée dans un autre type de légume en plus de celui qui lui était attribué initialement, selon la partie analysée rapportée dans les études sources.

- **Espèce végétale (fr), (eng), (lat) et variété**

Les noms courants (en français « Espèce (fr) » et en anglais « Espèce (en) ») et scientifiques (« Espèce (lat) ») sont utilisés dans BAPPET pour décrire la plante étudiée (**Figure 5**). Lorsque l'information est disponible, les précisions sur la variété/cultivar également sont rapportées (« Variété », **Figure 5**).

- **Stade de récolte et maturité**

La colonne « **Maturité** » indique si l'échantillon végétal a été prélevé au degré de maturité habituellement consommé ou non (**Figure 5**). Dans la plupart des cas, cette information n'est pas mentionnée dans les sources. L'utilisateur peut alors se reporter à la colonne « **Stade de prélèvement** » qui indique le temps passé entre la mise en culture et le prélèvement (exprimé en semaines/mois) (**Figure 5**).

- **Organe**

Cette colonne précise l'organe de la plante analysé. Seules les concentrations en ETM analysées dans les **parties consommées** dans la plante ont été enregistrées dans BAPPET (**Figure 5**). Les données liées à d'autres parties de la plante (feuilles de tomate, racines de chou...) n'ont pas été conservées.

- **Lavage et/ou pelage et/ou grattage**

Cette colonne indique les différentes préparations appliquées à l'échantillon végétal avant analyse des ETM (**Figure 5**).

- **Matière sèche (MS)/fraîche (MF)**

La masse de la plante peut faire référence à la masse de la matière sèche (**MS**) ou à celle de la matière fraîche (**MF**), comme indiqué dans la colonne « MS ou MF » (**Figure 5**). Cette information est essentielle pour faire des comparaisons pertinentes : dans les réglementations concernant les teneurs maximales en Cd, Pb et Ni dans les denrées alimentaires, les concentrations sont relatives à la matière fraîche des légumes par exemple. Dans BAPPET, les teneurs exprimées en matière fraîche dans la source n'ont pas été transformées en matière sèche. Un tableau de conversion est mis à disposition des utilisateurs en

**Annexe 2.** Il indique les teneurs en eau moyenne de différents fruits et légumes. Ces données sont consultables dans la base de données Ciqual de l'ANSES (<https://ciqual.anses.fr/>).

- **Matière sèche (MS(%))**

Le pourcentage de matière sèche (**MS (%)**) a été reporté dans BAPPET quand celui-ci était renseigné dans le document source (**Figure 5**).

- **Nombre d'échantillons (Nb échantillon)**

Le **nombre d'échantillons** correspond au nombre de données ayant servi à calculer les statistiques relatives à la concentration en ETM dans la plante (**Figure 5**). Dans certains cas, plusieurs légumes sont regroupés en un seul échantillon dit « échantillon composite ». Si cet échantillon composite n'est analysé qu'une fois, alors le nombre d'échantillons rapporté dans BAPPET est 1 (le nombre de légumes composant cet échantillon n'est pas rapporté dans BAPPET). C'est souvent le cas des enquêtes de terrain pour lesquelles il existe des contraintes liées aux prélèvements dans des potagers de particuliers par exemple.

- **Moyenne, écart-type, minimum, maximum, médiane**

Selon les sources de données, différentes statistiques liées à la teneur en ETM dans la plante sont rapportées dans BAPPET : **moyenne, écart-type** (géométrique), **minimum/maximum** et **médiane** (**Figure 5**). Dans tous les cas, ces concentrations sont exprimées en mg d'ETM par kg de plante (**mg/kg**).

- **Limite détection plante (LD)**

La **limite de détection** (LD) est la plus petite concentration en ETM détectable. Dans BAPPET, cette colonne indique si la concentration de l'ETM est au-dessus ou au-dessous de la LD et la valeur de cette LD quand cela est mentionné dans la source (**Figure 5**). Il est conseillé à l'utilisateur de garder un œil critique sur les concentrations mesurées, notamment en les comparant à la limite de détection quand celle-ci est indiquée.

- **Limite quantification plante (LQ)**

La **limite de quantification** correspond à la limite au-delà de laquelle le polluant organique est quantifiable lors de la mesure, c'est-à-dire la concentration à partir de laquelle la donnée est considérée comme fiable. Cette colonne est renseignée uniquement quand l'information est donnée dans la source (**Figure 5**).

- **BCF, écart-type BCF, BCF min, BCF max**

Dans BAPPET, le facteur de bioconcentration (**BCF** - Bioconcentration factor en anglais) correspond au rapport entre la teneur en ETM dans la partie consommée de la plante et la concentration en ETM dans le sol (**Figure 5**). Cette colonne n'est renseignée que si l'information existe dans la source, aucun calcul n'a été fait pour alimenter la base de données.

- **Modèles d'accumulation d'ETM dans la plante (Equation modèle et R<sup>2</sup> modèle)**

Quand mentionnées dans la source, les équations de **modèles** d'accumulation d'ETM dans la plante et le coefficient de détermination (**R<sup>2</sup>**) ont été enregistrés dans la base de données (**Figure 5**). En cas de réutilisation de ces modèles, il est pertinent - entre autres - de noter le type de concentration en ETM mesurée dans le sol (totale ou partielle).

Exemples de modèles enregistrés dans BAPPET :

- i-  $[As \text{ plante}] = 0,0038[As \text{ sol-totale}] - 0,2176$  (XUJ85), où  $[As \text{ sol-totale}]$  est la concentration totale en As dans le sol ;
- ii-  $[Pb \text{ feuilles}] = 0,094 + 3,394 [Pb \text{ sol-NH}_4\text{NO}_3] + 50,671 [Pb \text{ feuilles}]/[Pb \text{ racines}]$  (ZHE17), où  $[Pb \text{ sol-NH}_4\text{NO}_3]$  est la concentration partielle en Pb du sol extrait avec  $\text{NH}_4\text{NO}_3$ .

### 3.4. Paramètres liés au sol

Les paramètres liés au sol considérés comme d'intérêt dans le cadre de BAPPET car pouvant influencer les transferts d'ETM du sol vers la plante sont (**figure 6**) :

- **Sol** : indique le type de sol ou quand cela n'est pas donnée dans le document source, des informations sur le sol et les modalités de traitement.
- **Argile (%)** : indique la teneur en argile granulométrique du sol.
- **Sable (%)** : indique la teneur en sable (fin et grossier) du sol.
- **Limon (%)** : indique la teneur en limon du sol.
- **pH** : indique le pH (mesuré dans l'eau) du sol.
- **pH min** : indique la valeur minimale de pHeau du sol.
- **pH max** : indique la valeur maximale de pHeau du sol.
- **Matière organique (%)** : indique le taux de matière organique dans le sol.
- **C organique (%)** : indique le taux de carbone (C) organique dans le sol.
- **CEC (cmol<sup>+</sup>/kg)** : indique la capacité d'échange cationique du sol.

Nature Sol	Nature Sous-sol	Argile (%)	Argile min (%)	Argile max (%)	Sable (%)	Limon (%)
Calcosol, Horizon 0-20 cm	<i>Non précisé</i>	22	<i>Non précisé</i>	<i>Non précisé</i>	41	37

pH	pH min	pH max	Matière organique (%)	C organique (%)	CEC (cmol/kg)
8,2	<i>Non précisé</i>	<i>Non précisé</i>	2	<i>Non précisé</i>	<i>Non précisé</i>

**Figure 6** : Colonnes de BAPPET liées aux caractéristiques du sol : vue d'un échantillon d'enregistrements, non représentatif de tous les cas rencontrés dans la base de données.

### 3.5. Paramètres liés au milieu analysé

- **Type de milieu**

Dans BAPPET, la concentration en ETM est rapportée dans l'air, l'eau d'irrigation (robinet, nappe...) et le sol du milieu de culture (Figure 7). Cette colonne précise dans quel milieu la teneur en ETM est analysée et l'unité de cette teneur (mg/kg pour le sol, mg/m<sup>3</sup> pour l'air, mg/l pour l'eau d'irrigation).

- **Extraction / Extractant**

Les colonnes « **Extraction** » et « **Extractants** » indiquent respectivement le type d'extraction (totale ou pseudo-totale, partielle et séquentielle) et la nature des réactifs utilisés tels que mentionnés dans la source. Ces informations renseignent ainsi l'utilisateur sur la mobilité des ETM dosés dans le milieu (Figure 7).

- **Moyenne, écart-type, min, max, médiane milieu**

Selon les sources, différentes statistiques décrivant la concentration en ETM dans le milieu sont rapportées dans BAPPET (Figure 7).

- **Limite détection milieu (LD)**

La **limite de détection** (LD) est la plus petite concentration en ETM détectable. Dans BAPPET, cette colonne indique si la concentration de l'ETM est au-dessus ou au-dessous de la LD et la valeur de cette LD quand cela est mentionné dans la source (**Figure 7**). Il est conseillé à l'utilisateur de garder un œil critique sur les concentrations mesurées, notamment en les comparant à la limite de détection quand celle-ci est indiquée.

- **Limite quantification milieu (LQ)**

Elle correspond à la limite au-delà de laquelle l'élément considéré est quantifiable lors de la mesure, c'est-à-dire la concentration à partir de laquelle la donnée est considérée comme fiable. Cette information est renseignée uniquement quand elle est donnée dans le document source.

- **Prélèvement du sol**

Pour le sol, le moment de prélèvement (avant plantation, pendant la culture, à la récolte...) est également rapporté quand l'information est précisée dans la source (pour les travaux enregistrés après 2012).

Type de milieu (unités)	Extraction	Extractants	Moyenne Milieu	Ecart-type Milieu	Min Milieu	Max Milieu	Médiane Milieu
Eau irrigation (mg/L)	Totale	HNO3	12,05	5,16	4,92	17,42	Non précisé
Sol (mg/kg)	Partielle	DTPA	1,25	0,20	Non précisé	Non précisé	Non précisé
Air total (mg/m3)	Pseudo-totale	HCl + HNO3	0,01	Non précisé	Non précisé	Non précisé	Non précisé

Limite détection Milieu	Limite quantification Milieu	Prélèvement du sol
> 0,03	Non précisé	Avant plantation
> 0,002	Non précisé	A la récolte
> LD	Actualisé après 2012	Actualisé après 2012

**Figure 7** : Colonnes de BAPPET liées aux paramètres du milieu analysé : vue d'un échantillon d'enregistrements, non représentatif de tous les cas rencontrés dans la base de données.

### 3.6 Paramètres liés à l'expérimentation et au contexte environnemental

- **Type expérimental**

Les données renseignées dans BAPPET sont issues de différents types d'expérimentations (**Figure 8**) : en **intérieur** (e.g., en conditions contrôlées sous serre ou dans des phytotrons), en **extérieur** (en pleine terre comme dans des **potagers** et dans des **champs** ou en **containers**).

Type expérimental	Contexte de l'expérimentation	Origine de la pollution	Commentaires
Extérieur champ	Agricole	Agricole et Industrielle	Terres rouges contaminées par l'agriculture intensive (fertilisants), l'industrialisation rapide et les activités minières. Données extraites graphiquement.
Intérieur	Artificiel	Agricole et Urbaine	Irrigation eaux usées municipales non traitées + Fertilisation NPK. Expérimentations en pots sous serre, pendant deux ans, sur des sols agricoles sans historiques d'irrigation avec des eaux usées.
Extérieur container	Artificiel	Naturelle	Sol non contaminé irrigué avec de l'eau du robinet.

**Figure 8** : Colonnes de BAPPET liées aux paramètres de l'expérimentation dont sont extraites les données : vue d'un échantillon d'enregistrements, non représentatif de tous les cas rencontrés dans la base de données.

- **Contexte de l'expérimentation**

Autant que possible, le contexte environnemental dans lequel est réalisé l'expérimentation est renseigné dans BAPPET (**Figure 8**) selon 5 modalités (qui peuvent se combiner) :

- **contexte urbain** : pour des cultures réalisées dans des jardins et potagers urbains ou à proximité du trafic urbain par exemple ;
- **contexte industriel** : pour des expérimentations situées à proximité d'activités industrielles actuelles ou anciennes (minières, de tannage, métallurgiques...) ;
- **contexte agricole** : pour des plantes cultivées dans des zones agricoles ;
- **contexte artificiel** : pour des expérimentations dans des conditions éloignées d'une culture usuelle de plante potagère (culture en pots dans des phytotrons par exemple) ;
- **contexte naturel** : pour des plantes prélevées dans des milieux naturels, faiblement anthropisés.

- **Origine de la pollution**

Les sources d'ETM sont variées et, quand l'information est disponible dans le document source, l'origine de la contamination est rapportée dans la base de données (**Figure 8**) selon 6 modalités (**qui peuvent se combiner**) :

- **origine urbaine** : la présence d'ETM dans le milieu de culture est liée aux activités urbaines (trafic, irrigation avec des eaux usées municipales...) ;
- **origine industrielle** : les activités industrielles sont responsables de la pollution en ETM ;
- **origine minière** : la présence naturelle d'ETM dans l'environnement est combinée aux apports anthropiques liés aux activités minières ;
- **origine agricole** : l'activité agricole (utilisation d'intrants) affecte la présence des ETM dans l'environnement ;
- **origine artificielle** : l'ETM est ajouté par l'expérimentateur, sous forme de sels notamment, dans le milieu de culture (spiking). Les cultures de plantes en milieu contrôlé avec des apports artificiels en polluants ont été pris en compte si elles n'étaient pas trop éloignées de conditions qui peuvent être rencontrées sur le terrain

- **origine naturelle** : la présence d'ETM dans le milieu n'est pas liée aux activités humaines.

▪ **Commentaires**

Des informations complémentaires sur le dispositif expérimental ou encore sur l'origine de la pollution sont renseignées dans la colonne « Commentaires » de la base de données.

## II. NOTICE D'UTILISATION DE LA BASE DE DONNEES BAPPET

### 1. Notes préliminaires et avertissements

La base de données BAPPET a été actualisée en 2022 et fonctionne désormais sur Excel. Les données enregistrées dans la version antérieure (2012) et diffusée sous ACCESS ont été intégrées dans la nouvelle version. De nouveaux paramètres ont été ajoutés au cours de l'actualisation de 2022 : DOI de la publication source, taux de carbone organique et CEC du sol, limite de quantification et moment où le sol a été prélevé (« Prélèvement sol »). Les données déjà collectées avant la mise en jour n'ont pas été complétées avec ces paramètres (« Donnée non mise à jour »).

Nous n'avons pas modifié les données ni cherché à combler le manque d'information. Certains champs peuvent donc apparaître vides (« Non précisé ») quand l'information n'apparaît pas dans l'étude source. Les teneurs d'ETM exprimées en matière sèche n'ont pas été transformées en matière fraîche mais un tableau de conversion est mis à disposition des utilisateurs en [Annexe 2](#).

#### **AVERTISSEMENT**

La base de données regroupe sur un même support des données relatives à la contamination de plantes potagères sélectionnées dans la littérature scientifique et technique. Il appartient à l'utilisateur averti de sélectionner les données qui lui apparaîtront pertinentes eu égard à son cas d'étude. Ce travail est facilité par la mise en place du **formulaire de recherche**. Nous attirons cependant l'attention des utilisateurs sur le **travail d'analyse critique** des résultats qu'ils doivent mener pour exploiter ces données. Dans ce sens, il est recommandé aux utilisateurs de consulter les informations sur le **contexte environnemental** accompagnant les données de contamination des plantes et notamment **l'origine de la contamination**.

La **variabilité des concentrations** en ETM pour une même espèce végétale, cultivée dans des conditions apparemment similaires, peut être importante. Il convient donc de ne pas extraire une ou quelques données et de ne pas utiliser uniquement la moyenne de l'ensemble des données sélectionnées, ce qui aboutirait inévitablement à masquer cette variabilité et à une estimation peu fiable de la contamination des plantes. Des différences entre les traitements d'un même légume avant analyse (lavage, pelage, grattage) peuvent également affecter les concentrations en ETM.

D'autre part, l'utilisation prédictive des données ne peut en aucun cas se substituer à la mesure lorsque celle-ci est réalisable pour le site étudié. **L'évaluation prédictive à partir de la base de données est une opération qui nécessite le renseignement de critères reflétant le contexte du site et de la pollution de façon à limiter les incertitudes inhérentes à ce type de démarche**. Elle nécessite un traitement de données critique et rigoureux.

Les auteurs de la base ne peuvent en aucun cas être considérés comme responsables d'un usage inapproprié et/ou irraisonné des données qu'ils mettent à disposition.

## 2. Interface de la base de données

BAPPET au format Excel utilise des macros : il est nécessaire de les activer pour utiliser le fichier. Quatre onglets sont alors consultables dans le fichier Excel téléchargé :

- La première feuille, « **Accueil** », rappelle les avertissements sur l'utilisation de la base de données BAPPET.
- La deuxième feuille, « **Données** », contient le jeu de données complet ainsi qu'un bouton pour lancer un formulaire de recherche multicritère. Il n'est pas nécessaire de renseigner tous les critères pour extraire les données, mais le nombre de critères renseignés accroît la pertinence des résultats obtenus. Une fois la recherche lancée, l'utilisateur est dirigé directement vers la troisième feuille.

The screenshot displays the 'Données' worksheet in an Excel spreadsheet. The table contains the following data:

N° Exp.	Code réf.	ETM	Spéciation ETM	Type Plante	Espec (fr)	Espec (en)	Espec (lat)	Variété	Nb échantillon	MS ou MF	Moyenne Plante (mg/kg)	Ecart-type Plante	Min
1	ADA03	Cd	Non précisé	Légu							0,50	Non précisé	Non
1	ADA03	Cu	Non précisé	Légu							1,30	Non précisé	Non
1	ADA03	Zn	Non précisé	Légu							2,40	Non précisé	Non
2	ALE06	Cd	Non précisé	Légu							1,81	Non précisé	Non
2	ALE06	Cu	Non précisé	Légu							4,43	Non précisé	Non
2	ALE06	Pb	Non précisé	Légu							5,01	Non précisé	Non
2	ALE06	Zn	Non précisé	Légu							42,54	Non précisé	Non
3	ALE06	Cd	Non précisé	Légu							2,30	Non précisé	Non
3	ALE06	Cu	Non précisé	Légu							4,43	Non précisé	Non
3	ALE06	Pb	Non précisé	Légu							7,23	Non précisé	Non
3	ALE06	Zn	Non précisé	Légu							33,38	Non précisé	Non
4	ALE06	Cd	Non précisé	Légu							2,13	Non précisé	Non
4	ALE06	Pb	Non précisé	Légu							5,18	Non précisé	Non
4	ALE06	Cu	Non précisé	Légu							5,45	Non précisé	Non

Overlaid on the spreadsheet is a search form titled 'BAPPET - Base de données sur les teneurs en éléments traces métalliques dans les plantes potagères'. The form is divided into three sections: 'MILIEU', 'VEGETAL', and 'CONDITIONS DE L'EXPERIMENTATION'. Each section contains several dropdown menus for selection. At the bottom of the form are three buttons: 'Fermer', 'Réinitialiser', and 'Chercher'. A red arrow points from the 'Recherche multicritère' button in the spreadsheet header to the search form.

Figure 2 : Deuxième onglet de BAPPET : jeu de données complet et accès au formulaire de recherche multicritère.

- La troisième feuille, « **Résultat** », contient le jeu de données filtré selon les critères choisis par l'utilisateur dans le formulaire de recherche. Pour alléger la lecture et l'exploitation des résultats, ce tableau ne comprend que 27 des 70 colonnes du jeu de données complet (les références bibliographiques notamment n'apparaissent pas dans ce tableau tronqué). Un bouton « Afficher les résultats étendus », dirige directement l'utilisateur vers la quatrième feuille. Les premières lignes de cette feuille rappellent les critères sélectionnés.

CRITERES APPLIQUES														
ETM	Hg	Milieu	Non sélectionné	Type de plante	Légume-fleur	Type expériment	Non sélectionné							
Type d'extraction	Non sélectionné	pH	Non sélectionné	Espèce	Non sélectionné	Contexte	Non sélectionné							
		CEC	Non sélectionné	Pelage/Lavage	Non sélectionné	Origine de la pollution	Origine minière							
				MS ou MF	Non sélectionné	Type de données	Non sélectionné							
Afficher les résultats étendus ... 1 résultat(s)														
N° Exp.	Code réf.	ETM	Espece (fr)	Nb échantillons	MS ou MF	Moyenne Plante (mg/kg)	Ecart-type Plante	Min Plante	Max Plante	Mediane Plante	Limite Détection Plante (mg/kg)	BCF	Argile (%)	pH
5532	NJO21	Hg	Artichaut	Non précisé	MS	< LD	Non précisé	Non précisé	Non précisé	Non précisé	0,001	0,002	Non précisé	Non précisé

Figure 3 : Troisième feuille de BAPPET : résultat du filtre multicritère, seule une partie des colonnes s'affiche (27 colonnes sur les 70 du jeu de données complet).

- La quatrième feuille, « **Résultat étendu** », contient le jeu de données filtré selon les critères choisis par le formulaire de recherche. Sur cette feuille, toutes les colonnes du jeu de données apparaissent.

CRITERES APPLIQUES													
ETM	Hg	Milieu	Non sélectionné	Type de plante	Légume-fleur	Type expérimental	Non sélectionné						
Type d'extraction	Non sélectionné	pH	Non sélectionné	Espèce	Non sélectionné	Contexte	Non sélectionné						
		CEC	Non sélectionné	Pelage/Lavage	Non sélectionné	Origine de la pollution	Origine minière						
				MS ou MF	Non sélectionné	Type de données	Non sélectionné						
N° Exp.	Code réf.	ETM	Speciation ETM	Type Plante	Espece (fr)	Espece (en)	Espece (lat)	Variété	Nb échantillons	MS ou MF	Moyenne Plante (mg/kg)		
20548	5532	NJO21	Hg	Non précisé	Légume-fleur	Artichaut	Globe artichoke	Cynara scolymus	Non précisé	Non précisé	MS	< LD	
29928													
29929													
29930													
29931													
29932													
29933													

Figure 4 : Quatrième feuille de BAPPET : résultat du filtre multicritère, la totalité des colonnes du jeu de données s'affiche.

Les feuilles suivantes décrivent respectivement les différentes modalités des paramètres collectés et la liste des plantes enregistrées.

### 3. Réaliser une sélection dans BAPPET avec le formulaire de recherche

**Recherche multicritère** 🔍

**BAPPET - Base de données sur les teneurs en éléments traces métalliques dans les plantes potagères**

**RECHERCHE MULTICRITERE**

	<u>MILIEU</u>	<u>VEGETAL</u>	<u>CONDITIONS DE L'EXPERIMENTATION</u>
ETM Hg	Type de milieu	Type de plante Légume-fleur	Type expérimental
Extraction des ETM du sol	pH du sol	Espèce végétale	Contexte environnemental
	CEC	Traitement avant analyse	Origine de la pollution Origine minière
		Concentration dans MF ou MS	Type de données

*Sélectionnez les critères pour affiner votre recherche dans la base de données*

**Fermer**   **Réinitialiser**   **Chercher**

**Figure 5 :** Formulaire de recherche sur BAPPET. Accessible via le bouton « Recherche multicritère ».

Le formulaire de recherche permet de sélectionner les données de BAPPET selon 13 critères :

- **ETM** : dans cette version, 14 ETM sont renseignés dans BAPPET ;
- **Extraction du sol** : mode d'extraction des ETM du sol (totale ou pseudo-totale, partielle ou séquentielle) ;
- **Type de milieu** : analyse des concentrations en ETM dans l'eau (d'irrigation, de surface, de la nappe), dans le sol ou dans l'air ;
- **pH du sol** : 3 gammes de pH sont proposées ( $\text{pH} < 6,5$  ;  $6,5 \leq \text{pH} \leq 7,8$  ;  $\text{pH} > 7,8$ ) ;
- **CEC** : 5 gammes de CEC proposées ( $\text{CEC} \leq 9$  ;  $9 < \text{CEC} \leq 12$  ;  $12 < \text{CEC} \leq 20$  ;  $20 < \text{CEC} < 40$  ;  $\text{CEC} \leq 40$ ) ;
- **Type de plante** : 10 types proposés en fonction de la partie de la plante qui est consommée (Fruit ; Légume-bulbe ; Légume-feuille ; Légume-fleur ; Légume-fruit ; Légume-graine ; Légume-racine ; Légume-tige ; Légume-tubercule ; Plante aromatique) ;
- **Espèce végétale** : si un type de plante est sélectionné, seules les espèces végétales appartenant à ce type sont proposées ;
- **Traitement avant analyse** : 3 types de traitements de la plante avant analyse sont proposés (Lavage ; Pelage ; Grattage). Ces traitements peuvent se combiner (Lavage et Pelage / Grattage) ;
- **Concentration dans MF ou MS** : indique si la concentration de l'ETM dans la plante est exprimée en masse fraîche (MF) ou sèche (MS) ;
- **Type expérimental** : 5 types proposés (Intérieur ; Extérieur ; Extérieur champ ; Extérieur container ; Extérieur potager) ;
- **Contexte environnemental** : 5 environnements proposés (Agricole ; Artificiel ; Industriel ; Naturel ; Urbain) ;
- **Origine de la pollution** : 6 sources de pollution proposées (Agricole ; Artificielle ; Industrielle ; Minière ; Naturelle ; Urbaine) ;

- **Type de données** : concentrations (mesurées pour un couple *plante/conditions culturales*) ou modèle de transfert sol-plante.

Les paramètres sélectionnés sont rappelés dans les feuilles de résultats. Les paramètres de la dernière recherche sont conservés et chargés dans le formulaire de recherche. Pour les effacer, il faut utiliser le bouton « Réinitialiser ».

### III. ANNEXES

Annexe 1: Liste des espèces végétales renseignées dans BAPPET.....	19
Annexe 2 : Teneurs en eau moyennes de différents fruits et légumes et aide à la conversion masse sèche/masse fraîche.....	21

### Annexe 1: Liste des espèces végétales renseignées dans BAPPET

La distribution des données enregistrées dans BAPPET par catégorie de plante et à l'intérieur de chaque catégorie sont indiquées en %.

Légume-feuille 32,7%		Légume-fruit 18,9%		Fruits 4,6%	
Laitue ( <i>Lactuca sativa</i> )	38,9%	Tomate ( <i>Solanum lycopersicum</i> )	38,4%	Raisin, vigne ( <i>Vitis vinifera</i> )	31,8%
Chou chinois ( <i>Brassica rapa subsp. chinensis</i> ou <i>pekinensis</i> )	15,4%	Haricot gousse ( <i>Phaseolus vulgaris</i> )	15,6%	Pomme ( <i>Malus domestica</i> )	13,2%
Epinard ( <i>Spinacia oleracea</i> )	14,9%	Piment ( <i>Capsicum frutescens</i> )	10,4%	Prune ( <i>Prunus domestica</i> )	10,3%
Chou ( <i>Brassica oleracea</i> )	12,3%	Courgette (et courge) ( <i>Cucurbita pepo</i> )	10,1%	Fraise ( <i>Fragaria</i> )	9,9%
Bette ( <i>Beta vulgaris</i> )	5,6%	Aubergine ( <i>Solanum melongena</i> )	9,5%	Poire ( <i>Pyrus communis</i> )	6,3%
Liseron d'eau ( <i>Ipomoea aquatica</i> )	3,5%	Poivron ( <i>Capsicum annuum</i> )	9,2%	Figue ( <i>Ficus carica</i> )	6,0%
Poireau ( <i>Allium porrum</i> )	2,8%	Concombre ( <i>Cucumis sativus</i> )	3,8%	Pêche ( <i>Prunus persica</i> )	5,6%
Céleri ( <i>Apium graveolens</i> )	2,0%	Potiron et courges d'hiver ( <i>Cucurbita sp.</i> )	2,3%	Framboise ( <i>Rubus idaeus</i> )	3,0%
Amaranthe comestible ( <i>Amaranthus sp.</i> )	1,4%	Okra ou gombo ( <i>Abelmoschus esculentus</i> )	0,5%	Cerise ( <i>Prunus cerasus</i> )	2,3%
Endive ( <i>Cichorium intybus</i> )	1,1%	Pois gourmand ( <i>Pisum sativum</i> )	0,2%	Citron ( <i>Citrus sinensis</i> )	2,3%
Chicorée frisée, scarole ( <i>Cichorium endivia</i> )	0,9%	Citrouille ( <i>Cucurbita maxima</i> )	0,1%	Melon ( <i>Cucumis melo</i> )	2,3%
Chou rouge ( <i>Brassica oleracea var. capitata f. rubra</i> )	0,4%	<b>Légumes-racine 17,3%</b>		Mûre ( <i>Rubus fruticosus</i> )	2,0%
Chou frisé ( <i>Brassica oleracea var. sabellica</i> )	0,3%	Radis ( <i>Raphanus sativus</i> )	44,6%	Châtaigne ( <i>Castanea sp.</i> )	1,0%
Roquette ( <i>Eruca vesicaria subsp. sativa</i> )	0,2%	Carotte ( <i>Daucus carota</i> )	40,6%	Mûrier ( <i>Morus sp.</i> )	1,0%
Chrysanthème comestible (feuille) ou Shungiku ( <i>Glebionis coronaria</i> ou <i>Chrysanthemum coronarium</i> )	0,1%	Betterave ( <i>Beta vulgaris</i> )	9,1%	Kaki ( <i>Diospyros kaki</i> )	1,0%
Fenouil ( <i>Foeniculum vulgare var. dulce</i> )	0,1%	Céleri-rave ( <i>Apium graveolens</i> )	2,8%	Myrtille ( <i>Vaccinium myrtillus</i> )	0,7%
Cresson des fontaines ( <i>Nasturtium officinale</i> )	0,1%	Navet ( <i>Brassica rapa</i> )	2,8%	Noix ( <i>Juglans regia</i> )	0,7%
Chou de Bruxelles ( <i>Brassica oleracea var. gemmifera</i> )	0,05%	<b>Légume-tubercules 13,0%</b>		Groseille ( <i>Ribes rubrum</i> )	0,3%
Ortie ( <i>Urtica dioica</i> )	0,05%	Pomme de terre ( <i>Solanum tuberosum</i> )	96,3%	Pastèque ( <i>Citrullus lanatus</i> )	0,3%
Brocoli chinois ( <i>Brassica oleracea var. alboglabra</i> )	0,05%	Patate douce ( <i>Ipomoea batatas</i> )	2,3%		
		Topinambour ( <i>Helianthus tuberosus</i> )	1,4%		

Suite de la liste

Légumes-tige 3,9%		Légume-grains 2,5%		Légumes-fleur 1,4%	
Poireau ( <i>Allium porrum</i> )	78,4%	Haricot grain ( <i>Phaesolus vulgaris</i> )	32,1%	Chou-fleur ( <i>Brassica oleracea</i> var. <i>botrytis</i> )	57,3%
Bette (côtes) ( <i>Beta vulgaris</i> )	14,6%	Petit pois ( <i>Pisum sativum</i> )	23,8%	Artichaut ( <i>Cynara scolymus</i> )	27,0%
Chou-rave ( <i>Brassica oleracea</i> var. <i>gongylodes</i> )	2,7%	Maïs doux ( <i>Zea mays</i> )	21,4%	Brocoli ( <i>Brassica oleracea</i> var. <i>italica</i> )	15,7%
Céleri à côtes (côtes) ( <i>Apium graveolens</i> )	2,3%	Niébé ( <i>Vigna unguiculata</i> )	10,7%		
Rhubarbe ( <i>Rheum rhaponticum</i> )	2,0%	Fève ( <i>Vicia faba</i> )	4,2%		
Laitue asperge ( <i>Lactuca sativa</i> )	1,5%	Pois chiche ( <i>Cicer arietinum</i> )	3,6%		
Poireau ( <i>Allium porrum</i> )	78,4%	Haricot mungo ( <i>Vigna radiata</i> )	3,0%		
Bette (côtes) ( <i>Beta vulgaris</i> )	14,6%	Pois sec ( <i>Pisum sativum</i> )	1,2%		
Chou-rave ( <i>Brassica oleracea</i> var. <i>gongylodes</i> )	2,7%	<b>Plantes aromatiques 2,6%</b>			
Céleri à côtes (côtes) ( <i>Apium graveolens</i> )	2,3%	Oignon (feuille) ( <i>Allium cepa</i> )	22,5%		
Rhubarbe ( <i>Rheum rhaponticum</i> )	2,0%	Persil ( <i>Petroselinum crispum</i> )	20,8%		
Laitue asperge ( <i>Lactuca sativa</i> )	1,5%	Coriandre ( <i>Coriandrum sativum</i> )	14,5%		
<b>Légume-bulbe 3,0%</b>		Romarin ( <i>Salvia rosmarinus</i> )	11,0%		
Oignon (bulb) ( <i>Allium cepa</i> )	80,3%	Menthe ( <i>Mentha spicata</i> )	9,2%		
Ail ( <i>Allium sativum</i> )	14,1%	Basilic ( <i>Ocimum basilicum</i> )	6,4%		
Echalote ( <i>Allium ascalonicum</i> )	5,6%	Ciboule ( <i>Allium fistulosum</i> )	5,2%		
		Thym ( <i>Thymus vulgaris</i> )	4,0%		
		Ciboulette ( <i>Allium schoenoprasum</i> )	1,7%		
		Ciboule de Chine ( <i>Allium tuberosum</i> )	1,7%		
		Origan ( <i>Origanum vulgare</i> )	1,7%		
		Aneth ( <i>Anethum graveolens</i> )	1,2%		

Annexe 2 : Teneurs en eau moyennes de différents fruits et légumes et aide à la conversion masse sèche/masse fraîche.

Plante	Teneur moyenne en eau (g/100 g)	Coefficient de conversion MS en MF	Coefficient de conversion MF en MS	Plante	Teneur moyenne en eau (g/100 g)	Coefficient de conversion MS en MF	Coefficient de conversion MF en MS
<b>FRUITS</b>				<b>LEGUME-FRUIT</b>			
Cerise (acide)	85,7	0,14	6,99	Aubergine	92,9	0,07	14,08
Châtaigne	51	0,49	2,04	Concombre	96	0,04	25,00
Citron	91,3	0,09	11,49	Courgette	94,7	0,05	18,87
Figue	80,2	0,20	5,05	Haricot gousse	90,4	0,10	10,42
Fraise	90,3	0,10	10,31	Okra ou gombo	NA	NA	NA
Framboise	86,8	0,13	7,58	Piment	87,9	0,12	8,26
Groseille	82,1	0,18	5,59	Pois gourmand	88,3	0,12	8,55
Kaki	81,8	0,18	5,49	Poivron	91,7	0,08	12,05
Melon	84,2	0,16	6,33	Potiron	91,6	0,08	11,90
Mûre (arbre)	87,7	0,12	8,13	Tomate	94,1	0,06	16,95
Mûre (ronce)	86,1	0,14	7,19	<b>PLANTE AROMATIQUE</b>			
Noix	41,9	0,58	1,72	Aneth	86	0,14	7,14
Pastèque	91	0,09	11,11	Basilic	91,7	0,08	12,05
Pêche	88,6	0,11	8,77	Ciboule	90,6	0,09	10,64
Poire	83,5	0,17	6,06	Ciboule de Chine	NA	NA	NA
Pomme	85,4	0,15	6,85	Ciboulette	90,6	0,09	10,64
Prune	87	0,13	7,69	Coriandre	92,2	0,08	12,82
Raisin, vigne	80,5	0,20	5,13	Menthe	82,1	0,18	5,59
<b>LEGUME-RACINE</b>				Oignon (feuille)	NA	NA	NA
Betterave rouge	86,7	0,13	7,52	Origan	NA	NA	NA
Carotte	88,1	0,12	8,40	Persil	85,5	0,15	6,90
Céleri-rave	88,8	0,11	8,93	Romarin	67,8	0,32	3,11
Navet	91,9	0,08	12,35	Sauge	85,6	0,14	6,94
Radis	93,45	0,07	15,27	Thym	65,1	0,35	2,87
Rutabaga	89,5	0,11	9,52				

Plante	Teneur moyenne en eau (g/100 g)	Coefficient de conversion MS en MF	Coefficient de conversion MF en MS	Plante	Teneur moyenne en eau (g/100 g)	Coefficient de conversion MS en MF	Coefficient de conversion MF en MS
<b>LEGUME-FEUILLE</b>				<b>LEGUME TUBERCULE</b>			
Amarante	NA	NA	NA	Patate douce	78,8	0,21	4,72
Bette (carde)	95,4	0,05	21,74	Pomme de terre	79	0,21	4,76
Brocoli chinois	NA	NA	NA	Topinambour	80,1	0,20	5,03
Céleri à côtes	93,4	0,07	15,15	<b>LEGUME GRAINE</b>			
Chicorée frisée, scaroles	93,8	0,06	16,13	Haricot grain	8,5	0,92	1,09
Chou	90	0,10	10,00	Haricot mungo	9,52	0,90	1,11
Chou chinois	95,2	0,05	20,83	Maïs doux	NA	NA	NA
Chou de Bruxelles	85	0,15	6,67	Petit pois	79,2	0,21	4,81
Chou frisé	82,8	0,17	5,81	Fève	76,8	0,23	4,31
Chou rouge	90,7	0,09	10,75	Niébé	NA	NA	NA
Cresson des fontaines	94,7	0,05	18,87	Pois chiche	8,99	0,91	1,10
Endive	94,3	0,06	17,54	Pois cassé	8,33	0,92	1,09
Epinard	91,6	0,08	11,90	<b>LEGUME FLEUR</b>			
Fenouil	92,9	0,07	14,08	Artichaut	84,9	0,15	6,62
Laitue	95,3	0,05	21,28	Brocoli	88,9	0,11	9,01
Liseron d'eau	NA	NA	NA	Chou-fleur	92,9	0,07	14,08
Rhubarbe	92	0,08	12,50	<b>LEGUME BULBE</b>			
Roquette	91,7	0,08	12,05	Ail	67,8	0,32	3,11
<b>LEGUME-TIGE</b>				Echalote	82,3	0,18	5,65
Asperge	93,3	0,07	14,93	Oignon (bulbe)	89,6	0,10	9,62
Chou-rave	91	0,09	11,11				
Laitue asperge	NA	NA	NA				
Poireau	87,6	0,12	8,06				

Les teneurs en eau ont été obtenues sur la base de données Ciqua (Table de composition nutritionnelle des aliments) de l'ANSES : <https://ciqua.anses.fr/> (page consultée en septembre 2023).

Les coefficients de conversion ont été calculés à partir de la formule suivante :

$$[ETM]_{MS} = \frac{[ETM]_{MF} * 1000}{1000 - H}$$

Avec :

$[ETM]_{MS}$  : teneur en ETM de la plante exprimée en g par kg (ou mg par kg) de masse sèche

$[ETM]_{MF}$  : teneur en ETM de la plante exprimée en g par kg (ou mg par kg) de masse fraîche

$H$  : humidité (teneur en eau) en g/kg

## L'ADEME EN BREF

À l'ADEME - l'Agence de la transition écologique -, nous sommes résolument engagés dans la lutte contre le réchauffement climatique et la dégradation des ressources.

Sur tous les fronts, nous mobilisons les citoyens, les acteurs économiques et les territoires, leur donnons les moyens de progresser vers une société économe en ressources, plus sobre en carbone, plus juste et harmonieuse.

Dans tous les domaines - énergie, économie circulaire, alimentation, mobilité, qualité de l'air, adaptation au changement climatique, sols... - nous conseillons, facilitons et aidons au financement de nombreux projets, de la recherche jusqu'au partage des solutions.

À tous les niveaux, nous mettons nos capacités d'expertise et de prospective au service des politiques publiques.

L'ADEME est un établissement public sous la tutelle du ministère de la Transition écologique et du ministère de l'Enseignement supérieur, de la Recherche et de l'Innovation.

## LES COLLECTIONS DE L'ADEME



### FAITS ET CHIFFRES

L'ADEME référent : Elle fournit des analyses objectives à partir d'indicateurs chiffrés régulièrement mis à jour.



### CLÉS POUR AGIR

L'ADEME facilitateur : Elle élabore des guides pratiques pour aider les acteurs à mettre en œuvre leurs projets de façon méthodique et/ou en conformité avec la réglementation.



### ILS L'ONT FAIT

L'ADEME catalyseur : Les acteurs témoignent de leurs expériences et partagent leur savoir-faire.



### EXPERTISES

L'ADEME expert : Elle rend compte des résultats de recherches, études et réalisations collectives menées sous son regard



### HORIZONS

L'ADEME tournée vers l'avenir : Elle propose une vision prospective et réaliste des enjeux de la transition énergétique et écologique, pour un futur désirable à construire ensemble.



## BAPPET – Guide pour les utilisateurs

BAPPET (2012, BAse de données sur la contamination des Plantes Potagères en Éléments Traces métalliques) regroupe des données sur la contamination de diverses espèces potagères cultivées en éléments métalliques dans différents contextes de pollutions des sols. Ces données sont issues de publications scientifiques principalement et aussi de campagnes de mesures réalisées dans le cadre de projets de recherche ou de suivis des risques santé-environnement (Ineris, SPF, ARS ou ADEME). Cette base a été créée et mise à jour (PlantEval2.0) dans le but principal de regrouper, sur un support unique, des informations documentaires sur la contamination des plantes potagères par les polluants organiques et de les mettre à disposition des opérateurs en charge des diagnostics environnementaux. Dans le cadre de ces derniers, la base permet de situer des résultats de mesure spécifiques au site étudié par rapport à des données de la littérature. Les résultats peuvent ainsi être confortés ou bien au contraire mettre en lumière une situation singulière qu'il conviendra alors généralement d'approfondir. La base permet également d'évaluer de manière prédictive des concentrations en substances polluantes dans les plantes à partir des concentrations dans les milieux environnementaux. Ce guide a été rédigé à l'attention des utilisateurs de la BAPPET afin de tirer au mieux les potentialités de la base. Une première partie décrit la base de données (objectifs, sources des données et paramètres collectés). La deuxième partie est une notice d'utilisation du formulaire de recherche pour sélectionner et trier des données issues de BAPPET.

