



**RÉPUBLIQUE
FRANÇAISE**

*Liberté
Égalité
Fraternité*

**Journée technique d'information et
de retour d'expérience
de la gestion des sites et sols pollués**

Mardi 5 décembre 2023

**Organisée par l'Ineris et le BRGM, en concertation avec le
Ministère Transition écologique
et de la Cohésion des territoires**



*maîtriser le risque |
pour un développement durable*



**Evolution des Bases de données Bappet et Bappop
et exemples d'utilisation**



Intervenant

F. Marot – ADEME

G. Bidar, C. Dumat, L. Genies, C. Hulot, C. Laurent, S. Ouvrard, C. Schwartz

Bappet Bappop, c'est quoi ?

Ce sont des bases de données qui :

- centralisent des données de contamination des plantes potagères,
- fournissent des couples (concentration plante / concentration milieu de culture)
- sont alimentées principalement par les publications scientifiques (référéncées),
- disposent d'un module d'extraction des données via des critères



=> Bappet (éléments traces) et Bappop (substances organiques)

Ref.	Type de plante	Espace	MS/HF	Lavage	Pelage	Type expérimental	Cont. ind/rural/urb/artif	Origine ind/agri/urb/artif/mat	Filets	Extraction	pH	
DOU11	Légume-feuille	Laitue	MF	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Extérieur potager	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Sol (mg)	Totale	
DOU11	Légume-feuille	Laitue	MF	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Extérieur potager	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Sol (mg)	Totale	
DOU11	Légume-feuille	Laitue	MF	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Extérieur potager	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Sol (mg)	Totale	
DOU061	Légume-feuille	Laitue	MS	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Extérieur potager	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Sol (mg)	Totale	7,3
DOU061	Légume-feuille	Laitue	MS	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Extérieur potager	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Sol (mg)	Totale	7,3
DOU061	Légume-feuille	Laitue	MS	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Extérieur potager	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Sol (mg)	Totale	7,5
DOU061	Légume-feuille	Laitue	MS	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Extérieur potager	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Sol (mg)	Totale	7,5
CU04	Légume-feuille	Laitue	MF	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Extérieur potager	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Sol (mg)	Semi-totale	
DOU11	Légume-feuille	Laitue	MF	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Extérieur potager	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Sol (mg)	Totale	
BR01	Légume-feuille	Laitue	MS	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Extérieur champ	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Sol (mg)	Semi-totale	7,2
DOU11	Légume-feuille	Laitue	MF	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Extérieur potager	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Sol (mg)	Totale	
DOU11	Légume-feuille	Laitue	MF	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Extérieur potager	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Sol (mg)	Totale	
BR08	Légume-feuille	Laitue	MS	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Extérieur champ	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Sol (mg)	Semi-totale	6,9
BR08	Légume-feuille	Laitue	MS	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Extérieur champ	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Sol (mg)	Partielle	6,9
DOU11	Légume-feuille	Laitue	MF	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Extérieur potager	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Sol (mg)	Totale	
DOU11	Légume-feuille	Laitue	MF	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Extérieur potager	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Sol (mg)	Totale	

Elles permettent :

- 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)

Mise à jour (2022 – 2024)

Dans un contexte où la qualité des sols est questionnée (projets d'agriculture urbaine, reconversion de friches...), nécessité d'actualiser les bases :

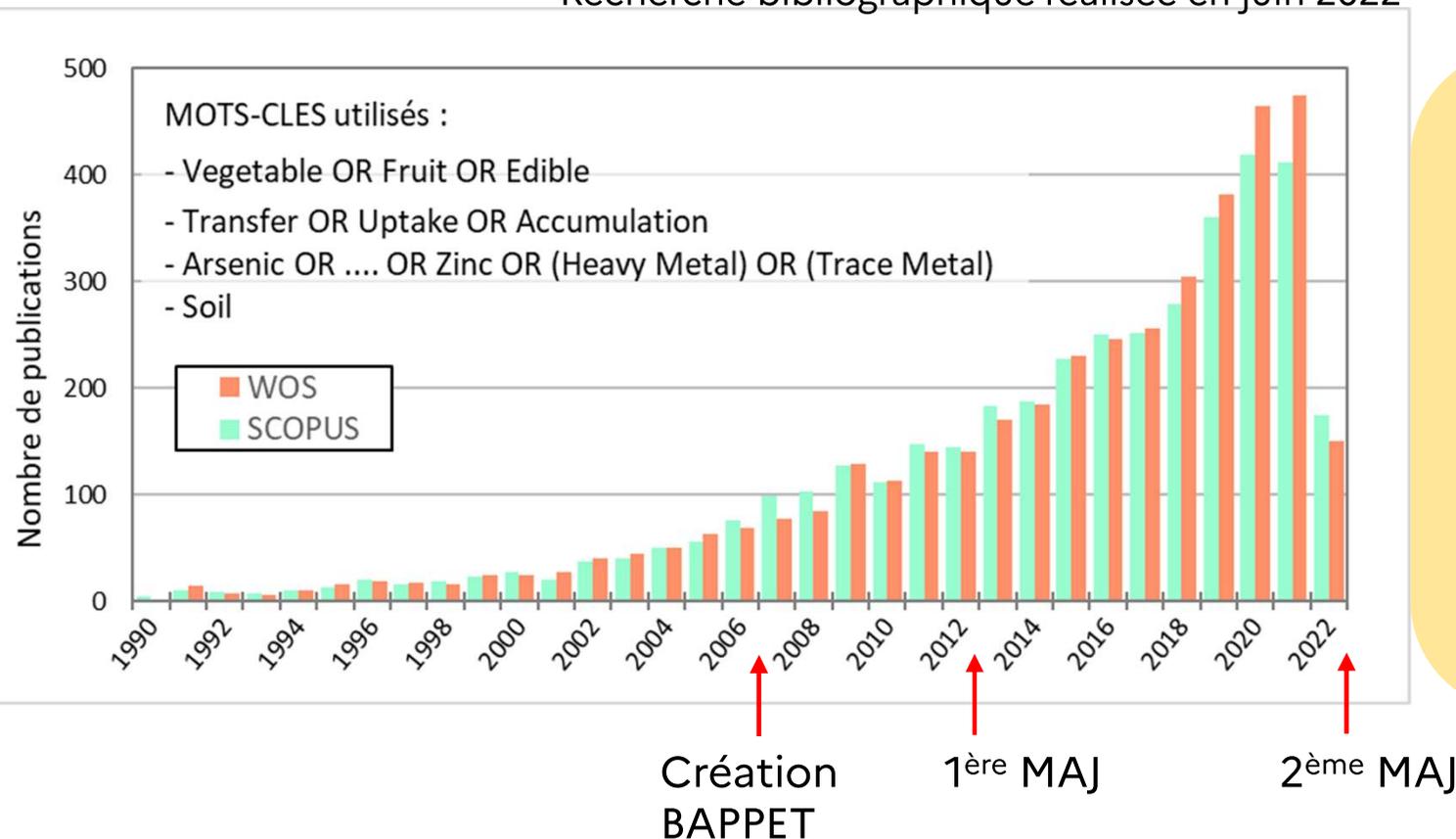
- 2007 (BAPPET) – mise à jour en 2012
- 2015 (BAPPOP)

Collecte des nouvelles données

- **Littérature scientifique**
- **Projets de recherche** récents (Trophé, Phytopoc, Carthage...)
- **Géodéris** (sites miniers)
- **Opérateurs et chercheurs** (UPDS, UCIE, AFES, SécurAgri...)

Illustration de l'évolution des publications sur la thématique

Recherche bibliographique réalisée en juin 2022



SCOPUS/WOS :

2891/3005 références
trouvées,
Taux d'acceptabilité 8-13 %.

Librairie EndNote JUNIA :

1400 références trouvées,
Taux d'acceptabilité 33-40%.

Diapositive 4

LGO

C'est peut-être moins flou comme ça ...

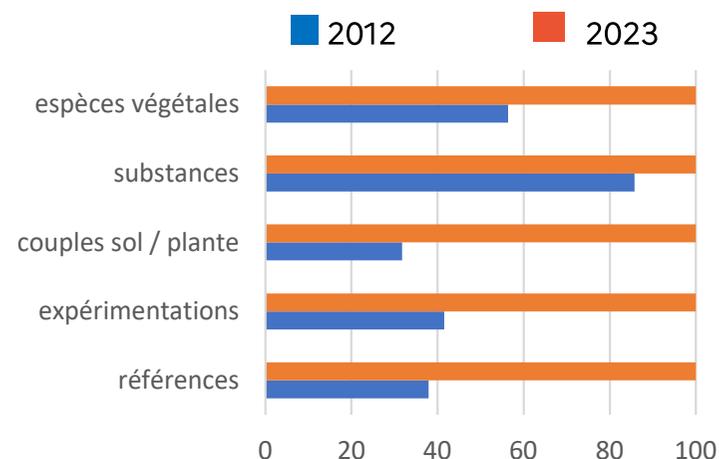
Laure GENIES; 2023-11-27T14:07:21.497

Principales évolutions (chiffres non définitifs)

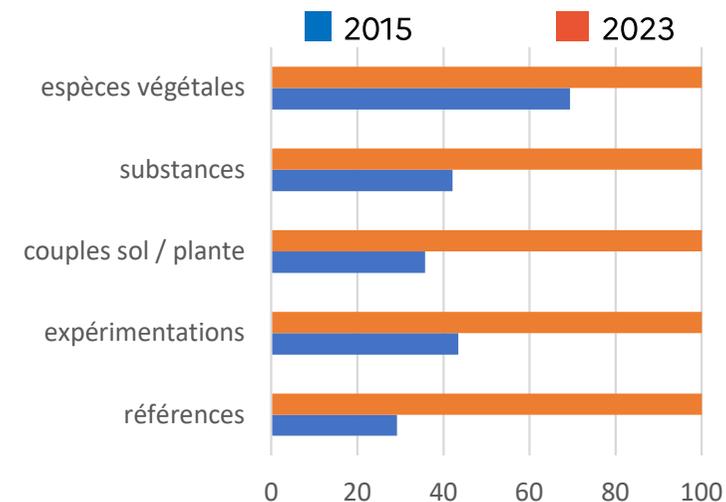
Nombre de ...	2012	2023
espèces végétales	53	94
substances	12	14
couples sol / plante	8 619	27 151
expérimentations	2 534	6 095
références	184	485

Nombre de ...	2015	2023
espèces végétales	34	49
Substances	32	76
couples sol / plante	1 851	5 179
expérimentations	454	1046
références	26	89

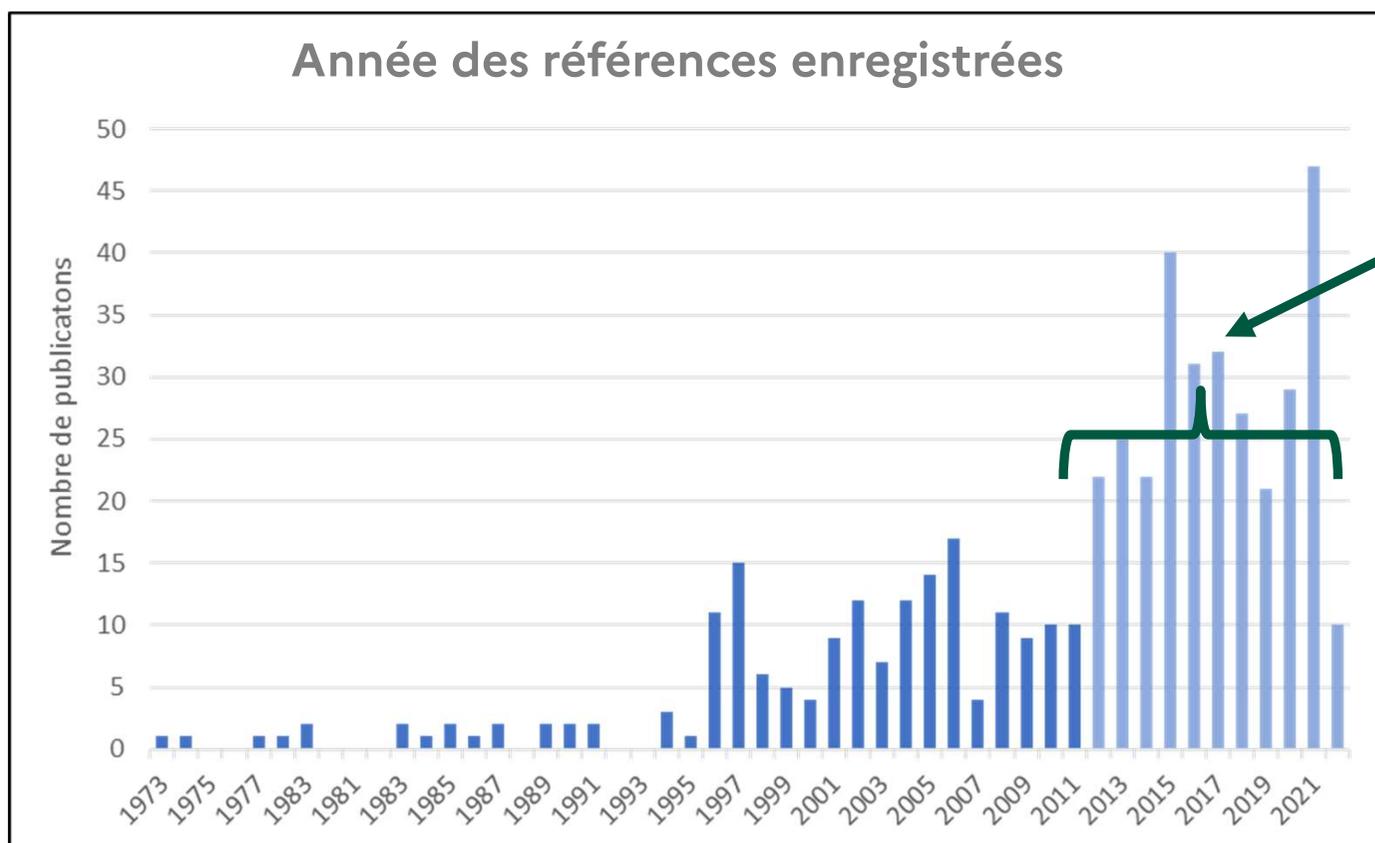
BAPPET



BAPPOP



Exemple de méta-données dans BAPPET (2023)



Depuis 2012,
en moyenne,
35 publications / an
ont été saisies dans
BAPPET.



Besoin de
mise à jour
tous les **5 à 7 ans**

Accès aux données :

Mise à disposition courant 2024 des données en opendata :

- données brutes au format .tab

=> entrepot.recherche.data.gouv.fr (DOI) (plutôt pour chercheurs)

- données + module d'extraction au format Excel

=> **Portail de l'ADEME** (plutôt pour opérateurs)

N° Exp.	Code réf.	ETM	Type Plante	Espece (fr)	Min Plante	Max Plante	Organe analysé	Lavage/Pelage	Maturité	Type de milieu (unités)	Extractants	Moyenne Milieu	Ecart-type Milieu	Min Milieu	Max Milieu	
8	5001	REH20	Cd	Légume-racine	Carotte	0,04	0,06	Partie consommable	Lavage	Oui	Eau irrigation (mg/L)	HNO3	0,15	0,1	0,02	0,39
9	5001	REH20	Cd	Légume-racine	Carotte	0,04	0,06	Partie consommable	Lavage	Oui	Sol (mg/kg)	HClO4 + HNO3	0,01	0,01	0,01	0,03
0	5001	REH20	Cu	Légume-racine	Carotte	0,54	0,69	Partie consommable	Lavage	Oui	Eau irrigation (mg/L)	HNO3	0,12	0,09	0,02	0,35
1	5001	REH20	Cu	Légume-racine	Carotte	0,54	0,69	Partie consommable	Lavage	Oui	Sol (mg/kg)	HClO4 + HNO3	0,89	0,27	0,41	1,25
2	5001	REH20	Zn	Légume-racine	Carotte	0,33	0,91	Partie consommable	Lavage	Oui	Eau irrigation (mg/L)	HNO3	1,09	0,54	0,34	1,85
3	5001	REH20	Zn	Légume-racine	Carotte	0,33	0,91	Partie consommable	Lavage	Oui	Sol (mg/kg)	HClO4 + HNO3	7,05	1,18	5,42	9,5
4	5001	REH20	Ni	Légume-racine	Carotte	0,68	0,87	Partie consommable	Lavage	Oui	Eau irrigation (mg/L)	HNO3	0,06	0,01	0,04	0,09
5	5001	REH20	Ni	Légume-racine	Carotte	0,68	0,87	Partie consommable	Lavage	Oui	Sol (mg/kg)	HClO4 + HNO3	0,30	0,02	0,27	0,36
6	5002	REH20	Pb	Légume-racine	Navet	1,23	1,39	Partie consommable	Lavage	Oui	Eau irrigation (mg/L)	HNO3	1,35	0,2	1	1,69
7	5002	REH20	Pb	Légume-racine	Navet	1,23	1,39	Partie consommable	Lavage	Oui	Sol (mg/kg)	HClO4 + HNO3	2,94	0,94	1,39	4,51
8	5002	REH20	Cd	Légume-racine	Navet	0,023	0,07	Partie consommable	Lavage	Oui	Eau irrigation (mg/L)	HNO3	0,15	0,1	0,02	0,39
9	5002	REH20	Cd	Légume-racine	Navet	0,023	0,07	Partie consommable	Lavage	Oui	Sol (mg/kg)	HClO4 + HNO3	0,01	0,01	0,01	0,03
0	5002	REH20	Cu	Légume-racine	Navet	0,03	0,29	Partie consommable	Lavage	Oui	Eau irrigation (mg/L)	HNO3	0,12	0,09	0,02	0,35
1	5002	REH20	Cu	Légume-racine	Navet	0,03	0,29	Partie consommable	Lavage	Oui	Sol (mg/kg)	HClO4 + HNO3	0,12	0,09	0,02	0,35
2	5002	REH20	Zn	Légume-racine	Navet	0,41	1,25									
3	5002	REH20	Zn	Légume-racine	Navet	0,34	1,85									
4	5002	REH20	Ni	Légume-racine	Navet	5,42	9,5									
5	5002	REH20	Ni	Légume-racine	Navet	0,04	0,09									
6	5003	REH20	Pb	Légume-feuille	Chou	0,27	0,36									
7	5003	REH20	Pb	Légume-feuille	Chou	1	1,69									
8	5003	REH20	Pb	Légume-feuille	Chou	1,39	4,51									
9	5003	REH20	Cd	Légume-feuille	Chou	0,02	0,39									
0	5003	REH20	Cd	Légume-feuille	Chou	0,01	0,03									
1	5003	REH20	Cu	Légume-feuille	Chou	0,02	0,35									
2	5003	REH20	Zn	Légume-feuille	Chou	0,41	1,25									
3	5003	REH20	Zn	Légume-feuille	Chou	0,34	1,85									
4	5003	REH20	Ni	Légume-feuille	Chou	5,42	9,5									
5	5003	REH20	Ni	Légume-feuille	Chou	0,04	0,09									
6	5004	REH20	Pb	Légume-feuille	Épinard	0,27	0,36									
7	5004	REH20	Pb	Légume-feuille	Épinard	1	1,69									
8	5004	REH20	Cd	Légume-feuille	Épinard	1,39	4,51									
9	5004	REH20	Cd	Légume-feuille	Épinard	0,02	0,39									
0	5004	REH20	Cu	Légume-feuille	Épinard	0,01	0,03									
1	5004	REH20	Cu	Légume-feuille	Épinard	0,02	0,35									
2	5004	REH20	Zn	Légume-feuille	Épinard	0,41	1,25									
3	5004	REH20	Zn	Légume-feuille	Épinard	0,34	1,85									
4	5004	REH20	Ni	Légume-feuille	Épinard	5,42	9,5									
5	5004	REH20	Ni	Légume-feuille	Épinard	0,04	0,09									
6	5005	REH20	Pb	Légume-fleur	Chou-fleur	0,27	0,36									
7	5005	REH20	Pb	Légume-fleur	Chou-fleur	1	1,69									
8	5005	REH20	Cd	Légume-fleur	Chou-fleur	1,39	4,51									
9	5005	REH20	Cd	Légume-fleur	Chou-fleur	0,02	0,39									
0	5005	REH20	Cu	Légume-fleur	Chou-fleur	0,01	0,03									
1	5005	REH20	Cu	Légume-fleur	Chou-fleur	0,4	0,59	Partie consommable	Lavage	Oui	Eau irrigation (mg/L)	HNO3	0,12	0,09	0,02	0,35
0	5005	REH20	Cu	Légume-fleur	Chou-fleur	0,4	0,59	Partie consommable	Lavage	Oui	Sol (mg/kg)	HClO4 + HNO3	0,89	0,27	0,41	1,25
2	5005	REH20	Zn	Légume-fleur	Chou-fleur	0,39	0,79	Partie consommable	Lavage	Oui	Eau irrigation (mg/L)	HNO3	1,09	0,54	0,34	1,85
3	5005	REH20	Zn	Légume-fleur	Chou-fleur	0,39	0,79	Partie consommable	Lavage	Oui	Sol (mg/kg)	HClO4 + HNO3	7,05	1,18	5,42	9,5
4	5005	REH20	Ni	Légume-fleur	Chou-fleur	0,31	0,51	Partie consommable	Lavage	Oui	Eau irrigation (mg/L)	HNO3	0,06	0,01	0,04	0,09

Quelques exemples d'utilisation des Bases

- Référentiel dans les dossiers SSP et AU (BE) en France et à l'étranger

=> **Mise en garde** : L'exploitation des données implique un travail spécifique en fonction des objectifs visés ; par ex : on ne détermine pas des valeurs de fond à partir d'un calcul (moyenne ou percentile) basé sur l'ensemble du jeu de données

- Elaboration des modèles :

- de transferts et d'évaluation des risques (Modul'ERS, ...)

- d'évaluation des flux de métaux dans les sols cultivés (Univ. Lorraine)

- **Exploitations ciblées** : colloque AgriAs 2018 (Arsenic), accompagnement des jardiniers sur certains territoires (projet PRIOR SPF)

- **Programmation de la recherche** (selon lacunes de connaissance)...

- **Former des acteurs** : étudiants, ingénieurs, parties prenantes...

Exemple d'application de Bappop à un dossier SSP

Contexte

- **Lotissement** implanté au droit d'une **ancienne ICPE (traitement de bois, avec la Dieldrine** indiquée dans la liste des substances utilisées)
 - **20 pavillons** individuels (**avec jardins d'agrément**) d'une dizaine d'années
 - Plan de Gestion (PG) réalisé par l'aménageur lors de la reconversion
 - Travaux de « dépollution » effectués par retrait des sols impactés et apport de sols sains
 - **Pratique du potager écarté dans le PG**, mais information **non reprise dans les actes de vente** (*pas de servitudes et pas d'information des acquéreurs*)
-
- Intervention de **l'ADEME** 10 ans après réhabilitation **pour juger de la qualité de la réhabilitation effectuée** (*sur demande administration, suite évènement particulier*)
 - **Absence de potager constaté**, mais question très sensible pour les **habitants**

Problématique

Au-delà de vérifier la **compatibilité des milieux avec les usages constatés** dans le cadre de la démarche IEM... (ce qui a été fait)

... **Comment** apporter des éléments de réponse aux habitants quant à la **possibilité / impossibilité de pratiquer le potager, en l'absence de végétaux à prélever ?**

=> **Plusieurs démarches possibles** - Ex : dieldrine mesurée jusqu'à 40 µg/kg PS dans les sols

Fiches substances Ineris

démarche n°1

Dieldrine (fiche 2011) :

- **Etudes sources anciennes** (1970 à 1992) et **concentrations sols élevées** (300 µg/kg)
- **Transfert essentiellement** dans les **racines** (carottes, navets, radis) ; peu de traces dans les feuilles (salade, épinard) et les fruits (choux-fleurs)
- Problématique **cucurbitacées non** encore **identifiée** à cette époque
- **Pas de facteur de bioconcentration** proposé tant les **données** sont **éparses**
- **Influence forte de la teneur en matière organique** associée à la capacité de rétention des molécules dans les sols

⇒ **Des informations utiles et confirmées par la suite, mais insuffisantes / besoin**

Données nationales

démarche n°2

- **Etude EAT 2 ANSES (2011)**
 - **Dieldrine** non détectée dans les fruits et légumes (414 échantillons), mais seuil de détection un peu élevé (5 à 20 µg/kg PF)
 - **Respect systématique des LMR** (limite maximale de résidu)
 - Présence possible néanmoins
- **Surveillance sanitaire des denrées** – Ministère de l’agriculture (campagnes 2017 – 2021)
 - **Dieldrine : non-conformité** constatée sur **quelques cucurbitacées** (notamment concombre) :
 - Détectée dans près de 80% des échantillons
 - ≈10% > LMR notamment concombre, courgette, potiron
 - Max : 79 µg/kg PF dans concombre pour LMR = 20 µg/kg PF

Dossier local consolidé par données RDI

démarche n°3

Parcelles maraichères (contamination phyto historique) proches d'une agglomération

- Découverte problématique **dieldrine** dans **cucurbitacées** (plan de surveillance Min. agriculture)
- **Etude spécifique** et analyse statistique des données de terrain (**projet RDI**) conduisant à considérer un **taux significatif de non-conformité au-delà de 100 µg/kg de dieldrine dans le sol**
- **Faibles transferts** pour **autres espèces** végétales et principalement **limités aux racines**
- **Recommandation** de cultiver **d'autres légumes** sur les parcelles concernées **ou** de procéder aux **contrôles systématiques des cucurbitacées** si culture maintenue

Exploitation données Bappop

démarche n°4

Données Bappop (2023)

- **Consistance du jeu de données dans le cas d'une pollution Dieldrine :**
 - **203 couples** sols / plantes provenant de **12 publications** entre 1991 et 2022
 - **8 pays** (Angleterre, Argentine, France, Inde, Japon, Pologne, Suède et Suisse)
 - Gamme de concentrations dans les **sols** allant de **0,1 à 2 500 µg/kg PS**
 - **Légumes** étudiés :
 - **feuille** (céleris, choux, épinard, laitue, bette...),
 - **racine** (betterave, carottes, navet, radis), **tubercules** (patates douces et pdt),
 - **fleur** (brocolis et choux-fleurs), **tige** (asperge, poireau),
 - **fruit** (fraise) et **légume fruit**: tomate, poivron, aubergine, dont **cucurbitacées** (melon, concombre, courgette, potiron)

Données Bappop

- Résultats :

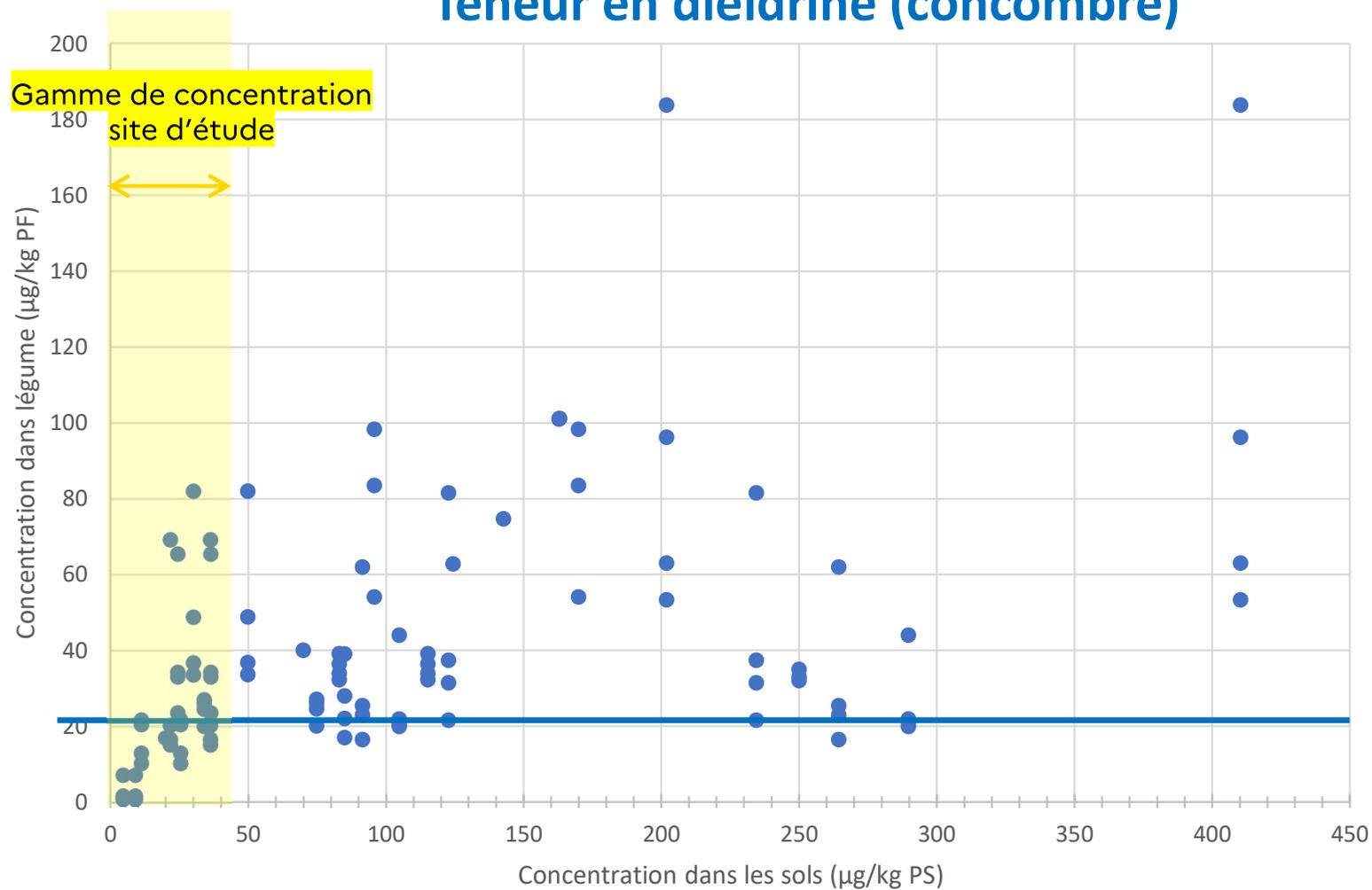
- **Très faibles transferts** dans les légumes **feuille, fleurs, tiges et fruits** (généralement < LQ même pour des concentrations sol de 100, voire 200 µg/kg PS)
- Pour les légumes **racines**,
 - dès lors qu'un **lavage** et plus encore un **pelage** est effectué, les **concentrations diminuent fortement**
 - une relation peut être établie entre [C]sol et [C]plante
- Pour les **tubercules**,
 - Idem racines, avec **accumulation** significative pour [C]sol > 100 µg/kg

Cas spécifique des cucurbitacées

Teneur en dieldrine (concombre)

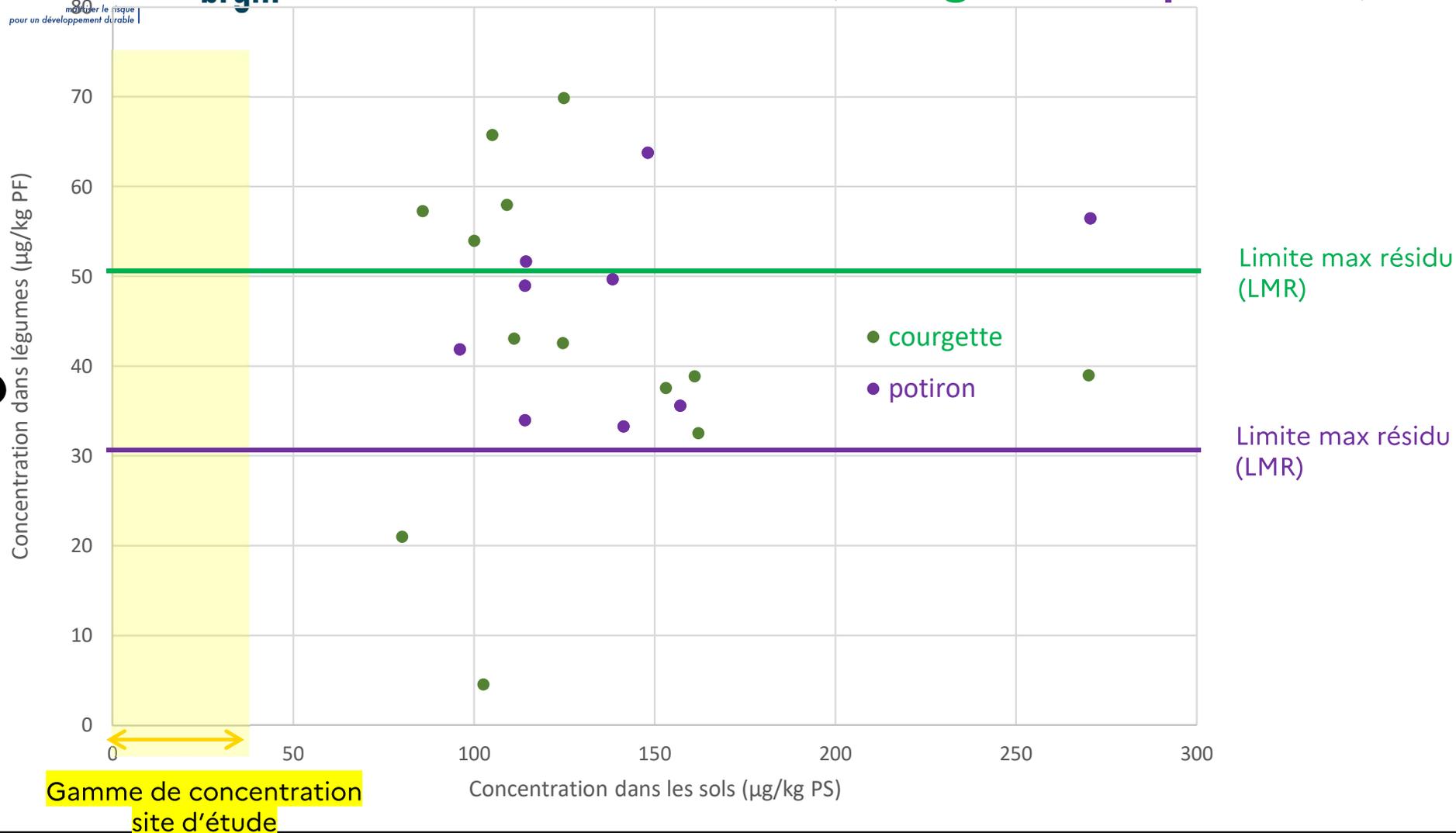
Bappop

Limite max résidu
(LMR)



Teneur en dieldrine (courgettes et potirons)

Bappop



Conclusions

Au regard des données Bappop, les sols du lotissement (max 40 µg/kg) apparaissent :

- **compatibles avec la production des principales familles de légumes (feuille, racine, tubercule...)**
=> cohérent avec les autres approches
- **peu compatibles avec la production de cucurbitacée :**
 - **risque réel de dépassement de la LMR du concombre dès 10 à 20 µg/kg**
 - **données insuffisantes pour garantir le respect des LMR pour les potirons et courgettes**
- **Recommandations de précaution (si la pratique devient effective) :**
 - **laver et peler soigneusement notamment les légumes racines**
 - **éviter ou limiter la production/consommation de cucurbitacées sur ces sols notamment les concombres**
 - **Procéder à des analyses de contrôle pour vérifier la robustesse des prédictions**

Conclusion générale

- Pour étayer une prise de décision en limite de connaissance, il convient de :
 - **Multiplier les approches** et ne pas se contenter d'une seule ; Cela peut se faire via des données issues:
 - **d'études spécifiques analogues** (lorsque l'on a la chance d'en avoir)
 - **des bases de données** (Bappet et Bappop sont faites pour cela !)
 - **Dégager des convergences** de résultats et **d'éventuelles divergences**
 - Être prudent et recommander de **consolider les données (prédites)** avec des **vérifications par des données de terrain a posteriori**



RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

Liberté
Égalité
Fraternité



Merci de votre attention

