



MINISTÈRE  
DE LA TRANSITION  
ÉCOLOGIQUE  
ET SOLIDAIRE

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

Lundi 19 novembre 2018

Organisée par l'INERIS et le BRGM, en concertation  
avec le Ministère de la Transition  
Ecologique et Solidaire

## *Echantillonnage et analyse des plantes potagères – Influence de la préparation des végétaux sur les résultats d'étude* Cas particulier du thym

***Karen PERRONNET***  
***INERIS***



maîtriser le risque  
pour un développement durable

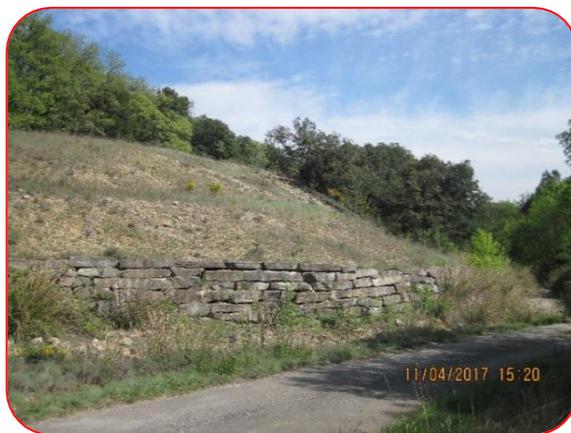
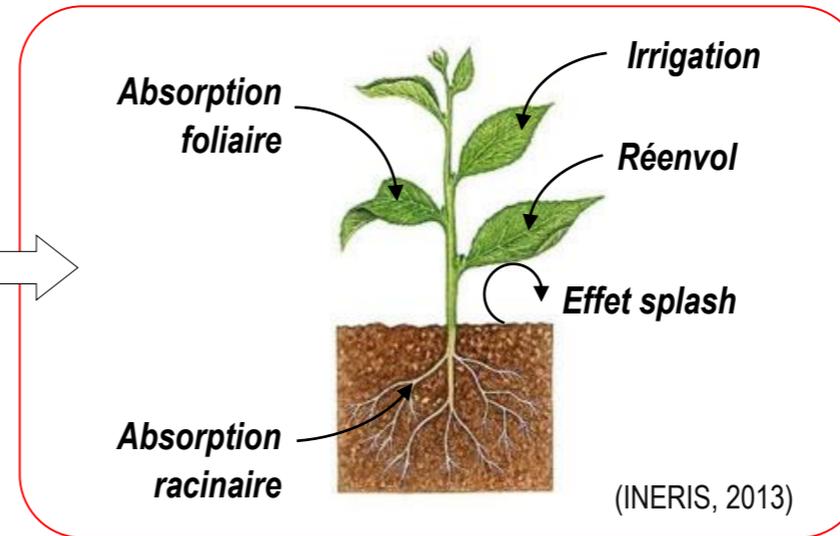


- Prélèvements et analyses de plantes potagères dans le cadre d'étude d'Interprétation de l'Etat des Milieux (IEM)
  - dans des jardins privés & familiaux
  - dans les espaces publics accessibles à tous - cueillette
  
- > Plusieurs catégories de légumes et fruits sont collectées ainsi que des **plantes aromatiques** (thym, romarin,...)
  
- > Sur des sols impactés, interrogation sur les niveaux de concentration en métaux significatifs fréquemment rencontrés dans les plantes aromatiques
  - Quel est l'impact sanitaire lié la consommation des plantes aromatiques ?
  - Quel est le niveau de concentrations en métaux dans les préparations dérivées?

# Contexte

## > Contamination des végétaux par les éléments traces métalliques (ETM)

- ➔ **Persistance dans les sols**
- ➔ **Mobilité et biodisponibilité, fonction des substances et des propriétés des sols**



## > Cueillette de thym sauvage situé sur des sols présentant des anomalies géochimiques : zone accessible à tous

- Quelle est l'influence du lavage sur les concentrations en ETM dans le thym ?
- Quel est le niveau de concentrations des métaux dans les préparations dérivées : tisane, teinture mère, huiles essentielles ?

# Objectifs et hypothèses de travail

## > OBJECTIF

Etudier les transferts sol-plantes des ETM et l'influence du lavage et des préparations à base de thym sur l'exposition des consommateurs pour la voie ingestion, dans un objectif d'évaluation des risques sanitaires

## > QUESTIONS

1

**Question 1** : Le lavage des végétaux avant leur utilisation permet-il de diminuer significativement les concentrations en ETM dans les végétaux ?

2

**Question 2** : Les tiges feuillées et les feuilles de thym présentent-elles des concentrations en ETM similaires ? (i.e. besoin de préciser à l'opérateur ou au laboratoire d'effeuiller le thym avant l'analyse) ?

3

**Question 3** : L'utilisation alimentaire du thym sauvage poussant sur un sol pollué en ETM et de leurs produits dérivés présente-t-il un risque sanitaire pour les usagers potentiels ?



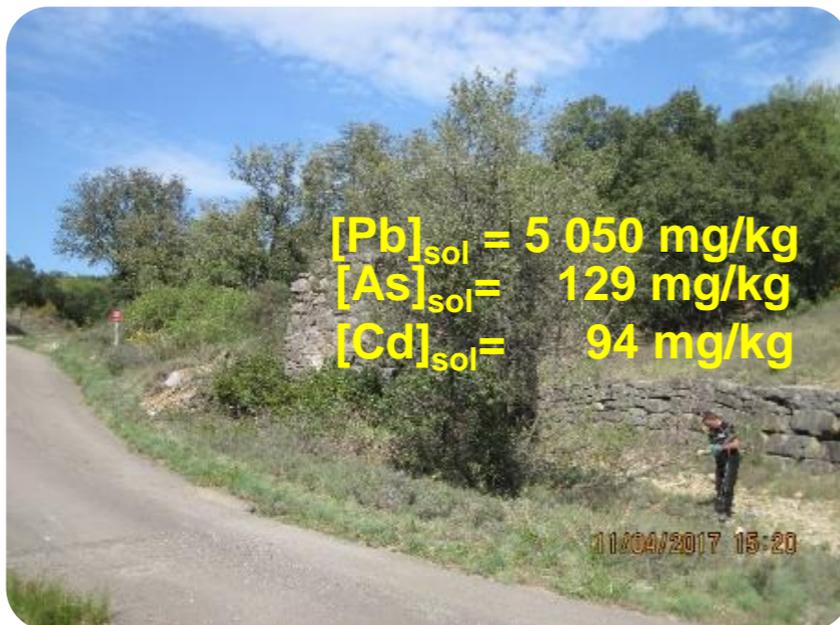
**TRAVAUX EXPERIMENTAUX EXPLORATOIRES**

# Plan expérimental mis en œuvre (1/3)

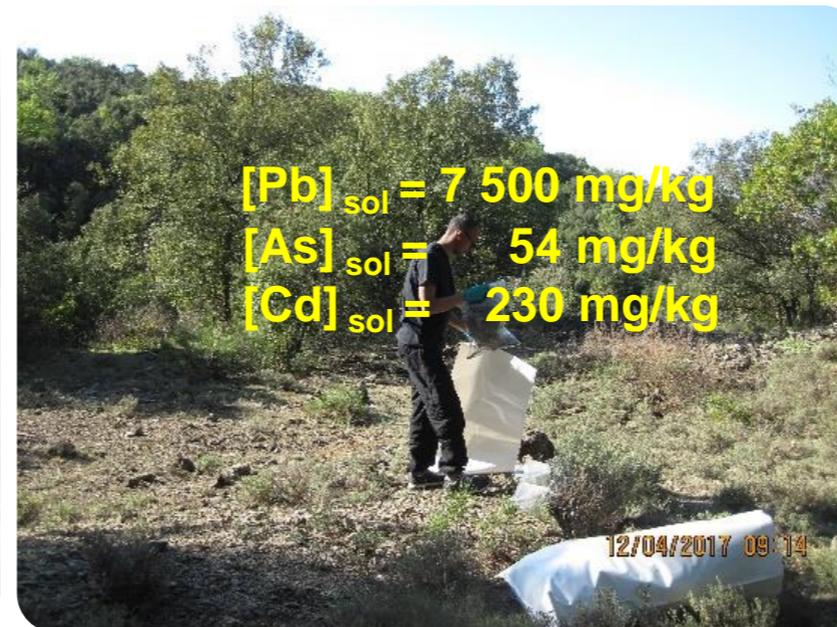
## Sites de prélèvement

- Prélèvement de thym sauvage sur un sol impacté par des métaux/métalloïdes
- Deux emplacements : sites D1 et D2

D1



D2



**Niton XL2**  
Mesure directe sol



Parties aériennes



Individus entiers

# Plan expérimental mis en œuvre (2/3)

## Méthodologie – modalités de lavage

### Répartition des ETM dans le thym



x 3 réplicats par site

Plante aromatique vivace au feuillage persistant - espèce *Thymus vulgaris* L. (famille Lamiacées). Sous-arbrisseau de 10 à 30 cm, aromatique, rameux, à tiges ligneuses, habituellement dressées, en touffes ou en petits buissons très denses

### Effet du lavage sur la concentration en ETM



#### 3 modalités de lavage

- Bain de lavage (LB)
- Eau courante (LC)
- Non lavé (NL)

#### 2 parties

- Feuilles (F)
- Tiges feuillées (TF)



SE 1 : NL/F



SE 2 : NL/TF



SE 3 : LB/F



SE 4 : LB/TF



SE 5 : LC/F



SE 6 : LC/TF

x 6 réplicats par site

# Plan expérimental mis en œuvre (3/3)

## Méthodologie – préparations à base de thym

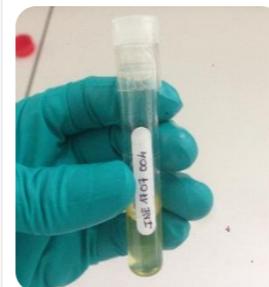
### TEINTURE MERE



- ❑ Macération dans de l'alcool à 90° pendant 3 semaines à l'obscurité de 60 g de tiges feuillées fraîches (300 mL)
- ❑ **Mesure des concentrations en ETM dans la préparation**

x 1 préparation par site (D1, D2)

### HUILES ESSENTIELLES



- ❑ Distillation en micro-distillateur vapeur (*sous-traitance*)
- ❑ **Analyse des teneurs en ETM**

x 1 préparation par site (D1, D2)

### TISANES



- ❑ **2 modalités de lavage des feuilles de préparation : NL, LB**
- ❑ Infusion pendant 10 minutes (*1g de feuilles pour 100 mL d'eau du robinet*)
- ❑ **Analyse des teneurs en ETM**

x 3 réplicats par site (D1, D2)

+ **TEMOIN** : Sachet de thym BIO – origine PROVENCE – acheté en supermarché

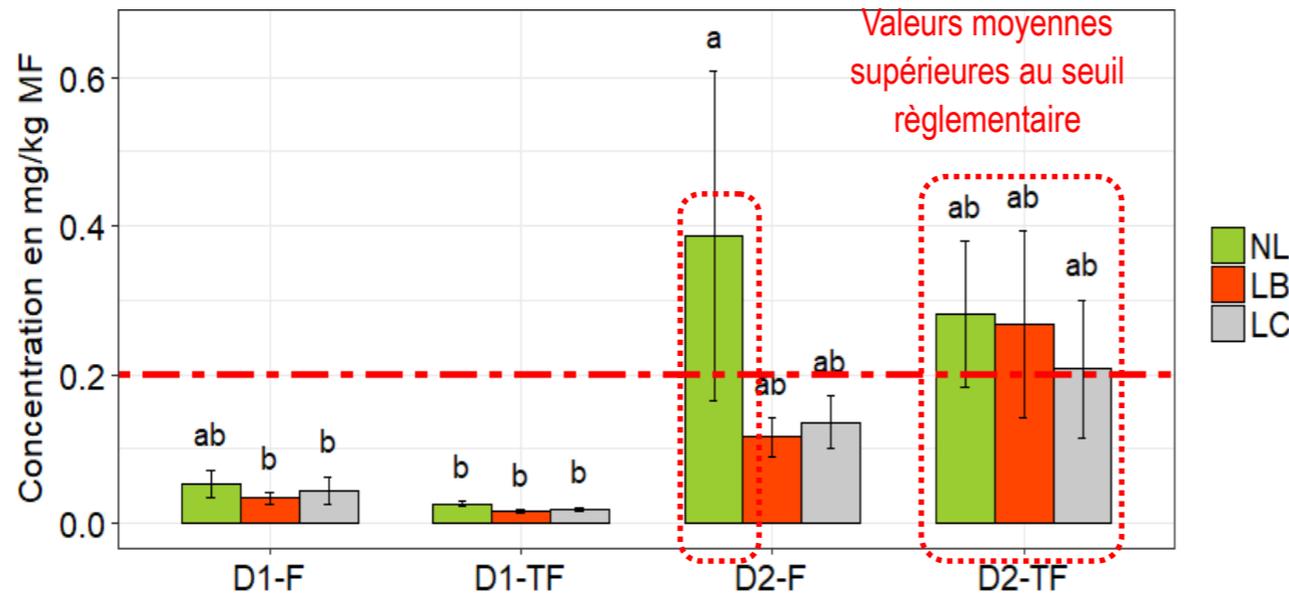


# Résultats

## Exposition liée à la consommation de feuilles ou tiges feuillées de thym

Cd

Concentrations des feuilles (F) et branches feuillées (TF) fraîches de thym lavées (LB, LC) et non lavées (NL)



Conditions météorologiques la veille du prélèvement sur les 2 sites:

Pluie : 14,3 mm  
(intensité 9,5 mm/h)



➡ Concentrations en cadmium inférieures à la valeur de 0,2 mg/kg MF (Règlement UE 2014/488) sur D1

*Domaine application: commercialisation interdite sur le marché européen si dépassement du seuil*

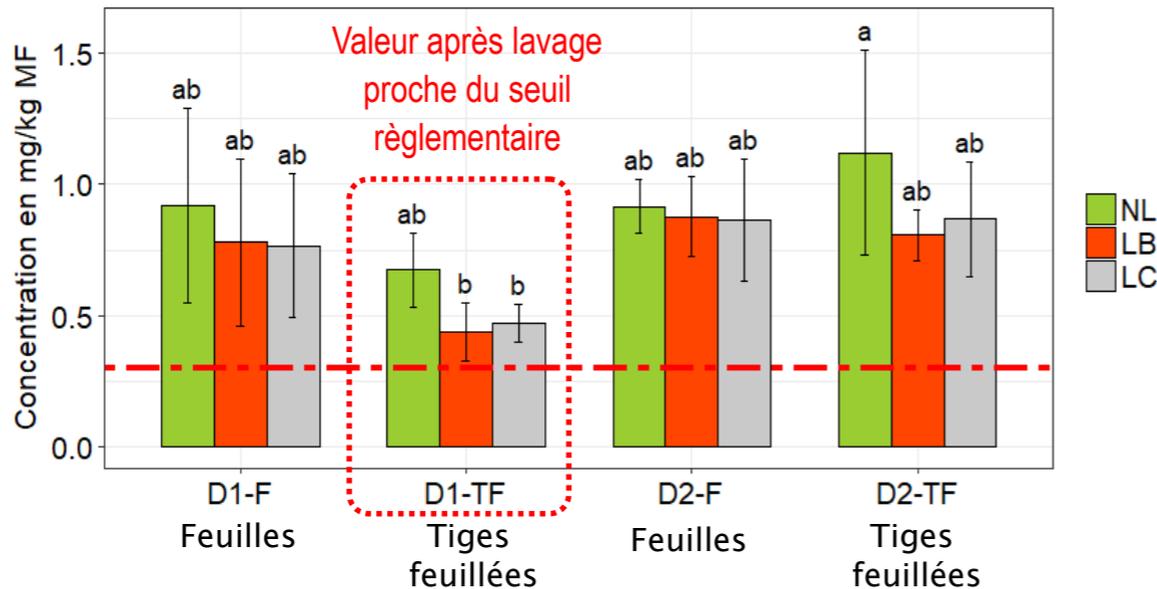
- ➡ Effet **non significatif** du lavage sur la teneur en Cd
- ➡ **Pas de différence significative** entre les 2 modes de lavage (bain / eau courante)
- ➡ Thym témoin bio (TF) : Cd = 0,02 mg/ kg MS (taux d'humidité du thym sauvage = 50% environ)

# Résultats

## Exposition liée à la consommation de feuilles ou tiges feuillées de thym

**Pb**

**Concentrations des feuilles (F) et branches feuillées (TF) fraîches de thym lavées (LB, LC) et non lavées (NL)**



Consommation dans préparations culinaires / grillade  
Quantité consommée:  
1 cuillère à café par jour ?



➡ Concentrations en plomb **supérieures** à la valeur de **0,3 mg/kg MF** (Règlement UE 2015/1005)

*Domaine application : commercialisation interdite sur le marché européen si dépassement du seuil*

- ➡ Effet **non significatif** du lavage sur la teneur en Pb
- ➡ **Pas de différence significative** entre les 2 modes de lavage (bain / eau courante)
- ➡ Thym témoin bio (TF) : Pb = 0,55 mg/ kg MS (taux d'humidité du thym sauvage = 50% environ)

# Résultats

## Exposition liée à la consommation de tisane à base de thym

Tisane préparée à base de feuilles de thym non lavée (NL)  
et lavées à l'eau courante (LB)

Infusion dans eau du robinet – Concentration en  $\mu\text{g/L}$

Site	Lavage	As	Cd	Pb
D1	NL	0,6	<0,2	2,8
D1	LB	0,4	<0,2	1,6
D2	NL	0,5	0,6	4,4
D2	LB	0,3	0,3	1,5
Témoin	NL	0,5	<0,2	2,1

Pourcentage de métaux dans la tisane issus des feuilles

Site	Lavage	As	Cd	Pb
D1	NL	6 %	-	3 %
D1	LB	3 %	-	3 %
D2	NL	6 %	4 %	4 %
D2	LB	0 %	3 %	2 %

☞ Peu de transfert de métaux dans l'eau infusée : 0-6% (bilan masse)

☞ Contribution des métaux issus de l'eau du robinet  
(Pb  $\approx$  1  $\mu\text{g/L}$  et As  $\approx$  0,3  $\mu\text{g/L}$ )

\* Infusion pendant 10 minutes  
(1g de feuilles pour 100 mL d'eau)  
Quantité bue par an : 132 tasses (150 mL)



\* Préparation de sirop à base de  
tisane



- Absence de réglementation sur la qualité des tisanes
- Possibilité de comparer les concentrations dans la tisane aux valeurs de l'arrêté du 11 janvier 2007

# Résultats

## Exposition liée à la consommation de teinture mère à base de thym

**Teinture mère préparée à base de tiges feuillées de thym non lavées (NL) -  
Macération dans solution hydroalcoolique – Concentration en µg/L**

Site	Lavage	As	Cd	Pb
D1	NL	0,27	<0,2	0,24
D2	NL	<0,2	<0,2	0,30
Témoin	NL (BIO)	0,20	<0,2	0,26
Blanc		<0,2	<0,2	<0,2

*Quantité de teinture mère pour un traitement :  
30 gouttes (1,6 mL-3 fois par jour)  
pendant 3 semaines. Dès 12 ans.*



**Pourcentage de métaux dans la teinture mère  
issus des feuilles**

Site	Lavage	As	Cd	Pb
D1	NL	0 %	-	0 %
D2	NL	-	-	0 %

☞ *Aucun transfert de métaux dans la teinture mère (excepté Zn à 1-2%)*

# Résultats

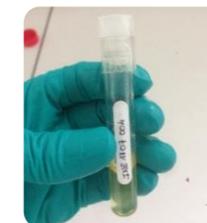
## Exposition liée à la consommation d'huiles essentielles à base de thym

Huile essentielle préparée à base de feuilles de thym non lavées (NL) -  
Concentration en mg/kg MS huiles essentielles (HE)

Site	Lavage	As	Cd	Pb
D1	NL	0,02	<0,01	0,02
D2	NL	<0,01	<0,01	<0,01
Témoin	NL (BIO)	<0,01	<0,01	0,03
Blanc	-	<0,01	<0,01	<0,01

Huiles essentielles :

- Ingestion
- Diffusion
- Inhalation



Pourcentage de métaux dans l'huile essentielle issus des feuilles

Site	Lavage	As	Cd	Pb
D1	NL	11 %	-	0,6 %
D2	NL	-	-	-

- Absence de réglementation sur la qualité des huiles essentielles pour les impuretés (type métaux/métalloïdes)

- ☞ Peu de transfert de métaux dans les huiles essentielles ( 11 % pour As et <1 % pour Pb)
- ☞ Faible productivité d'HE à partir du thym sauvage

# Conclusions sur travaux exploratoires

1

**Question 1** : Le lavage des végétaux avant leur utilisation permet-il de diminuer significativement les concentrations en ETM dans les végétaux ?

- Aucun effet significatif du lavage même si une légère tendance est observée, du fait des précipitations la veille et de la rugosité du sol peu propice à l'effet « splash »
- Pas de différence entre lavage « bain » et lavage « eau courante » sur les teneurs dans les végétaux

2

**Question 2** : Les tiges feuillées et les feuilles de thym présentent-elles des concentrations en ETM similaires ?

(besoin de préciser à l'opérateur ou au laboratoire d'effeuiller le thym avant l'analyse ?)

- Concentrations similaires en **plomb** entre feuilles (F) et tiges feuillées (TF) (rapport F/TF = 0,7 à 0,9)
- Concentrations feuilles F > tiges feuillées TF pour Hg et Zn (Ni sur site D1)
- Recommandation : analyser les plantes aromatiques telles qu'elles sont consommées (thym effeuillé ou non)

3

**Question 3** : L'utilisation alimentaire du thym sauvage poussant sur un sol pollué en ETM et de leurs produits dérivés présente-t-elle un risque sanitaire pour les usagers potentiels ?

- Dépassement des valeurs réglementaires pour Pb et/ou Cd pour les feuilles et/ou tiges feuillées (commercialisation sur marché européen)
- Faible transfert des polluants du thym vers les préparations (tisane, teinture mère, huile essentielle)
- Scénario (cueillette / jardin) à considérer si forte quantité consommée

# Conclusions sur travaux exploratoires

- Thym : plante aromatique pouvant présenter des teneurs en ETM élevées (sources possibles : retombées atmosphériques, sol avec transfert racinaire)
- Préparations à base de thym (tisane, teinture mère, HE) : faible transfert des ETM contenus dans les feuilles/tiges
- Effet du lavage : influence selon la source de pollution, l'espèce végétale, le sol et les conditions de croissance
  - GT végétaux : quelles modalités de lavage pertinentes pour une IEM ?
- Pour les plantes aromatiques : scénario de consommation à considérer dans certaines régions sur la base des quantités récoltées (cueillette) ou auto-produites (jardin potager)
  - Evaluation de l'exposition des usagers



# Pour aller plus loin

## 1/ Projet ANR MARSECO sur le romarin sauvage à proximité d'une ancienne mine de plomb (Marseille)

Ancienne fonderie de plomb – Parc National des Calanques

Teneurs en métaux dans parties aériennes, tisanes et huiles essentielles → faible transfert des métaux ; bon candidat pour la phytostabilisation



## 2/ Projet de recherche PHYTEO (Phytostabilization and Essential Oil – ADEME, 2017-2019) : culture de coriandre et de sauge sur un site contaminé par des ETM / valorisation innovante de la biomasse avec fabrication d'huiles essentielles (cultures non alimentaires) et valorisation des résidus de distillation

Teneurs en métaux dans huiles essentielles (biocide, anti-inflammatoire) → faible transfert

Valorisation possible des résidus de sauge (compostage, digestion anaérobique)

