

**JRI**  
**2024**

26 – 28 mars 2024 PAU

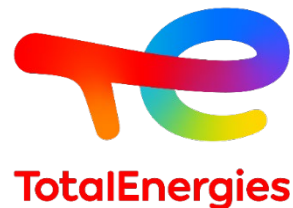
# JOURNÉES RECHERCHE INNOVATION

Biogaz Méthanisation



ARVALiS





## Valorisation des digestats par extraction des fractions biostimulantes : Effets sur la croissance du seigle d'hiver et la biodiversité du sol (Projet ValoDig - Janv. 2022 à juin 2024)

Chaves B.<sup>1,2</sup>, Richard-Molard C.<sup>2</sup>, L. Vieublé Gonod<sup>2</sup>, Thevenin N.<sup>1</sup>, Lot M.C.<sup>3</sup>, Salomez M.<sup>4</sup>,  
Joimel S.<sup>2</sup>, Houot S.<sup>2</sup>, Sambusiti C.<sup>4\*</sup>

<sup>1</sup> Department of Agronomy, Rittmo Agroenvironnement, F-68025 Colmar, France

<sup>2</sup> Université Paris-Saclay, INRAE, AgroParisTech, UMR EcoSys, 91120 Palaiseau, France

<sup>3</sup> TotalEnergies, PERL - Pôle d'Etudes et de Recherche de Lacq, Pôle Economique 2, BP 47–RD 817, 64170 Lacq, France

<sup>4</sup> TotalEnergies, CSTJF- Avenue Larribau, 64018 Pau, France



# CONTEXTE

## Digestats et biostimulants

- De nouvelles voies de valorisation des digestats sont recherchées pour :



Répondre aux contraintes techniques et limitations liées à l'épandage des digestats (législation, logistique, surface disponible, qualité digestat)



Diversifier les revenus des unités de méthanisation

- Un **biostimulant** est une substance ou un microorganisme appliqué sur les plantes dont le but est d'améliorer l'efficacité nutritionnelle, la tolérance au stress abiotique et/ou des traits agronomiques, en dehors de la nutrition NPK. <sup>2</sup>
- Les molécules connues dans les digestats possédant des propriétés biostimulantes sont les **substances humiques** <sup>3</sup> (i.e.: acides fulviques et acides humiques), les **phytohormones**<sup>4</sup>, les molécules **hormones-like**<sup>5</sup>, les **protéines et acides aminés** <sup>6</sup>

## Nouveautés

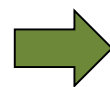
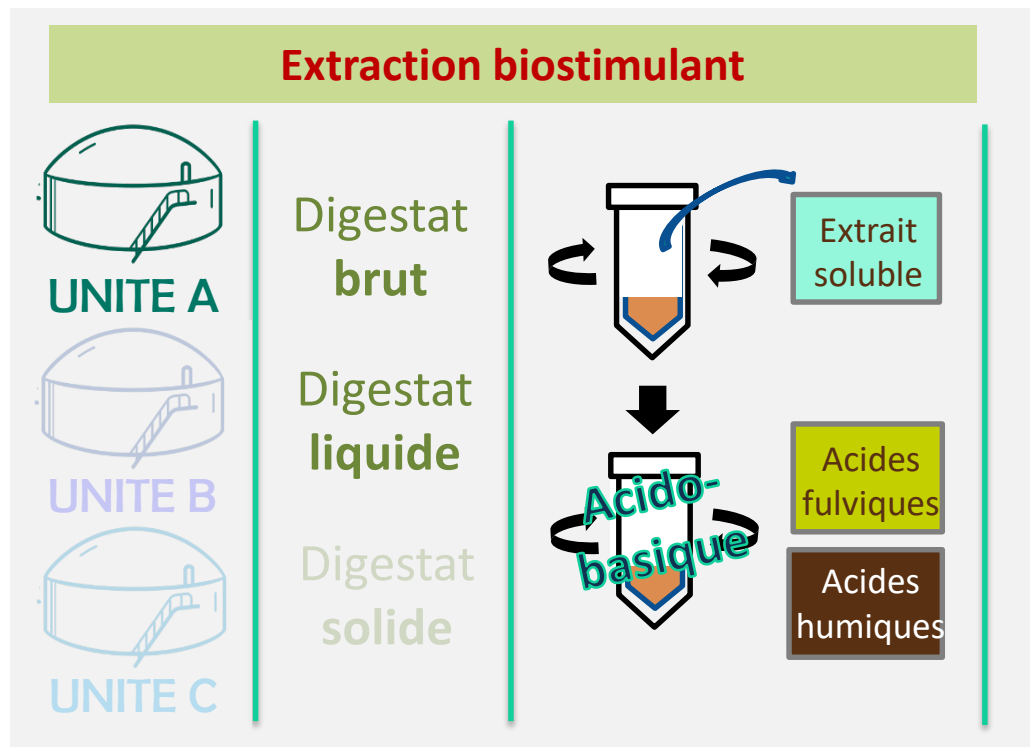
Modèle plante : Seigle hiver (CIVE)

Propriétés biostimulantes des extraits en sol

Effet des extraits sur la biodiversité du sol

**Objectif principal : Evaluer les propriétés biostimulantes et l'intérêt de l'extraction des substances humiques issues des digestats**

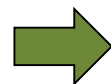
# METHODE GENERALE



### Test germination



- Taux de germination
- Dynamique



### Essai plante - hydroponie



- Matière sèche/fraiche
- Racine (WinRhizo)
- Indice foliaire (LAI)
- Effet dose
- Taux C et N



### Essai plante - Sol



- Matière sèche/fraiche
- Indice foliaire (LAI)
- Hauteur tige
- Nombre talles/feuilles
- Taux C et N

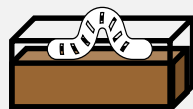


### Biodiversité

- Microbiologie - Activité enzym.
- Microbiologie - Séquençage
- Collemboles
- Nématodes



### Ecotoxicologie - Essai normé



- ISO 11268-2 (2023) : *A. Caliginosa* (juvénile)
- ISO 11267 (2014) : Collemboles - *F. candida*.

# METHODE HYDROPONIE

Chambre culture  
Seigle hiver - var. turbogreen  
6 réplicats par modalités



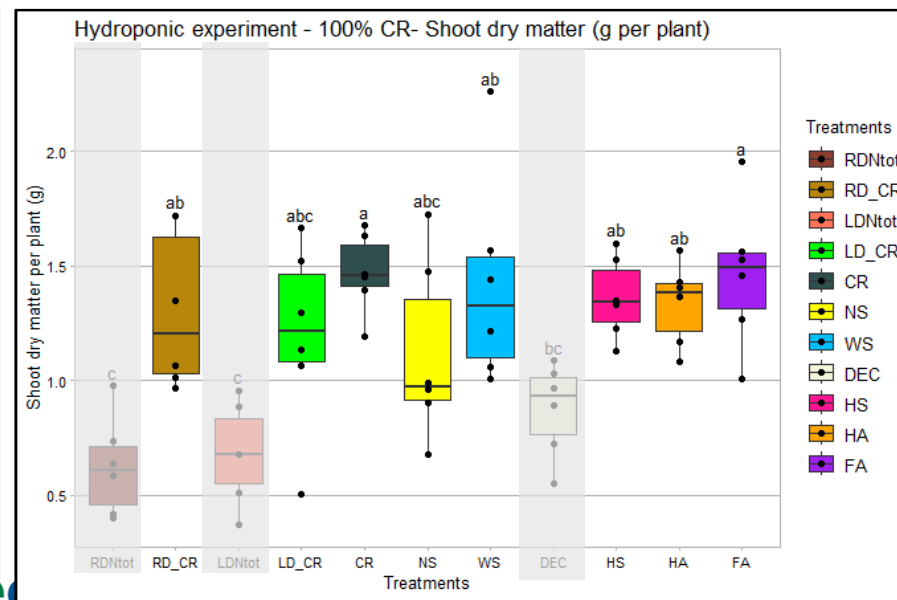
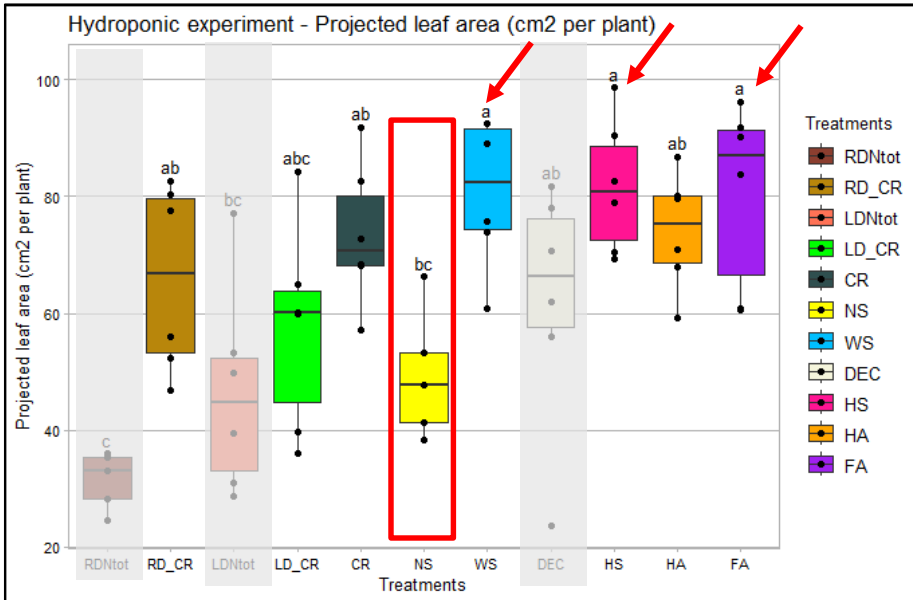
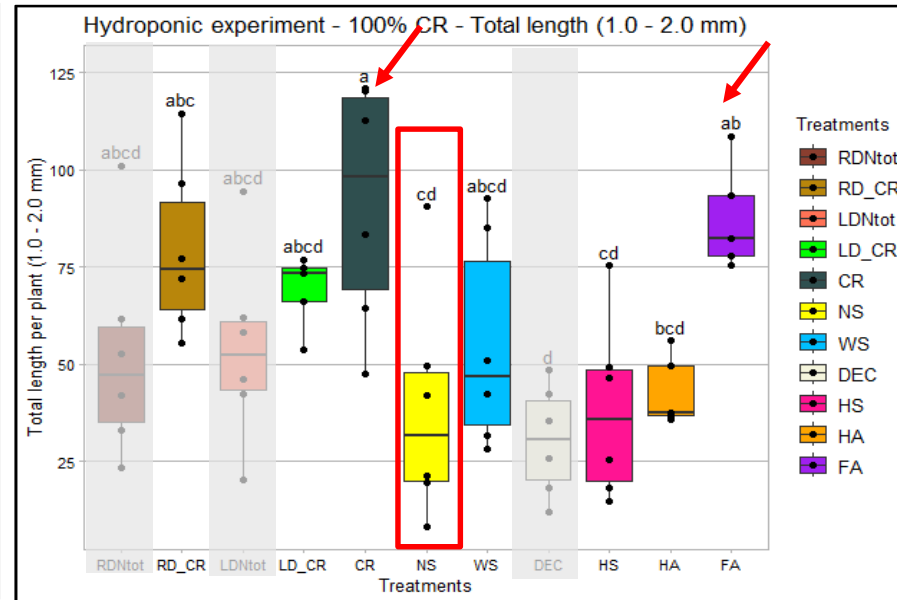
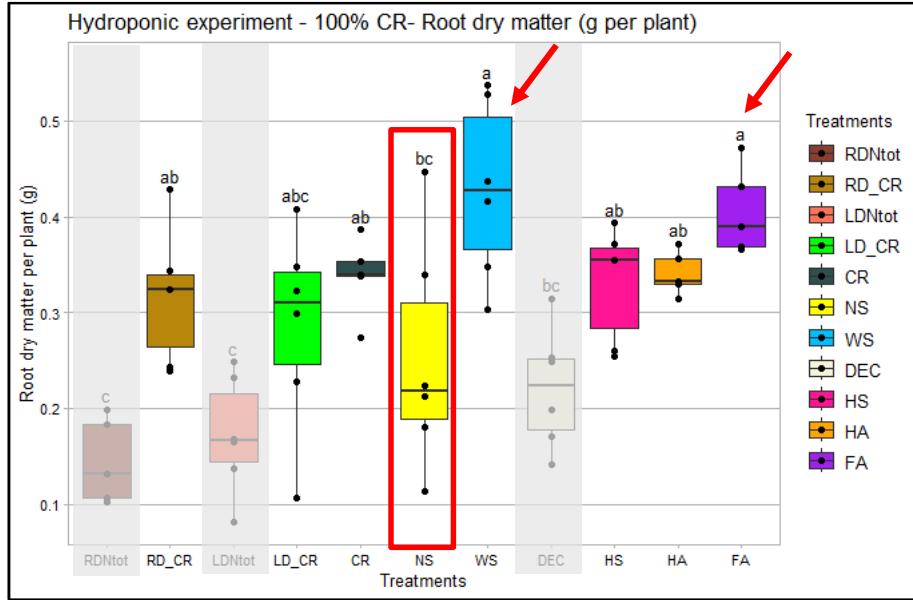
## Sans extraction

## Extraits

## Témoins

Dose 100% éq. Ref. Commerciale	Digestat Brut (RD)	Digestat Liquide (LD)	Extrait soluble (WS)	Substances humiques (HS)	Acides humiques (HA)	Acides fulviques (FA)	Réf. Commerciale (CR)	Solution nutritive (NS)
Volume appliqué (ml/plante)	0.4	1.1	7.7	6.5	4.3	14.6	0.02	-
Quantité C-humic substances (mg/plante)	<b>2.1</b>	<b>2.1</b>	-	<b>2.1</b>	<b>2.1</b>	<b>2.1</b>	<b>2.1</b>	-
Quantité C total (mg/plante)	5.2	10.6	2.1	2.1	2.1	2.1	2.1	-
Total N (mg/plante)	105.2	105.6	107.9	105.6	105.6	105.3	105.0	105.0
Total P (mg/plante)	15.5	15.5	15.6	15.6	15.6	15.7	15.5	15.5
Total K (mg/plante)	117.0	116.8	119.2	117.2	117.2	117.2	118.4	117.2

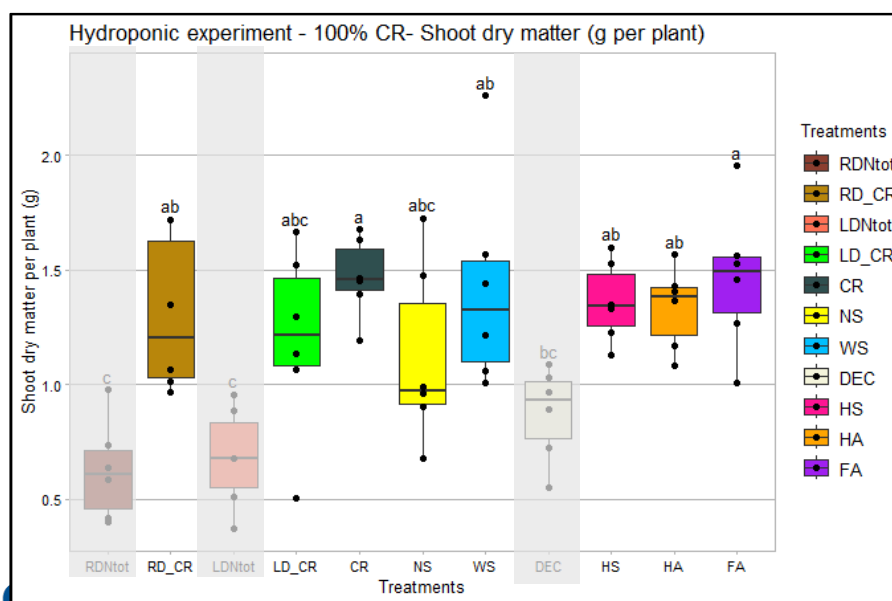
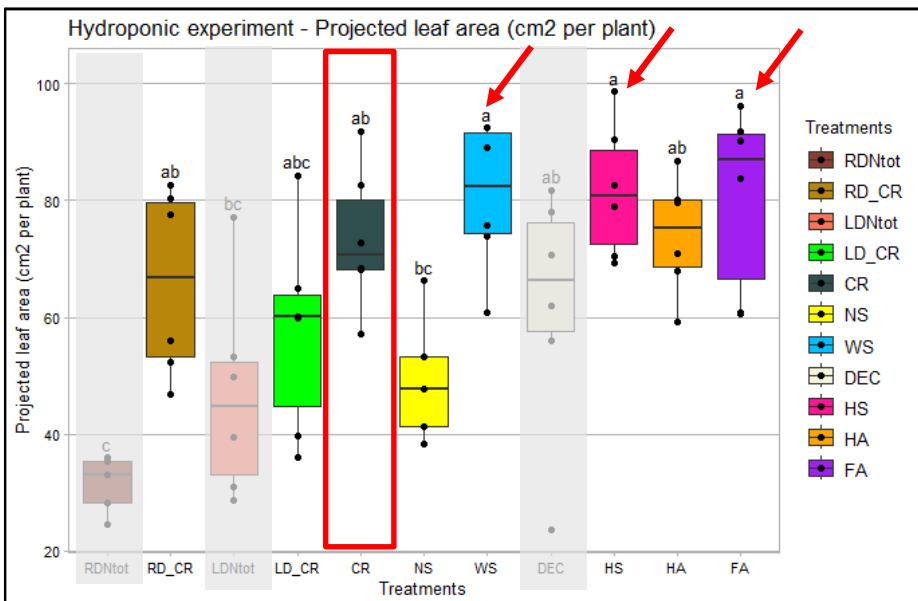
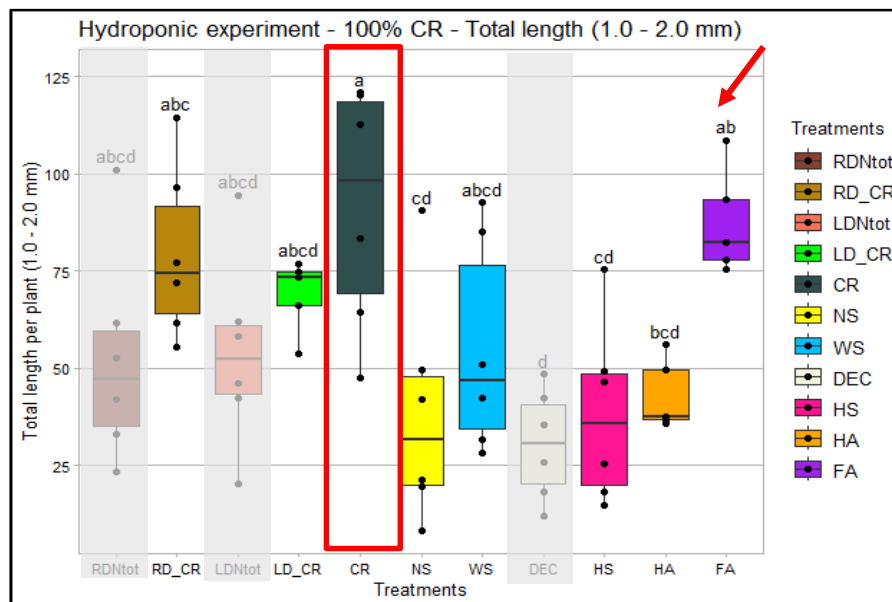
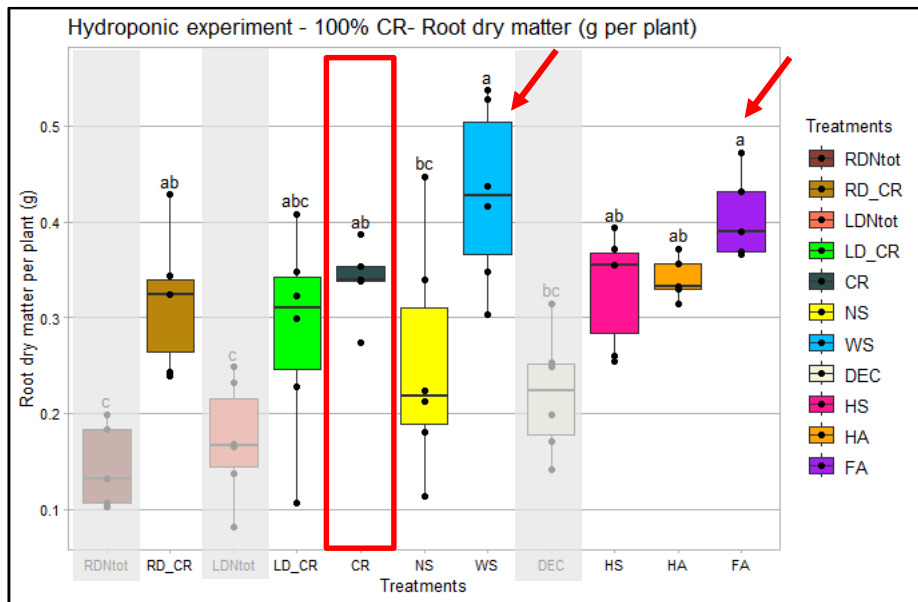
# Effet biostimulant - hydroponie - dose 100%



**Effet biostimulant (>NS) :**  
 Extrait soluble (WS)  
 Extrait acide fulvique (FA)  
 Substances humiques (HA)  
 Référence commerciale (CR)  
**Sur :**  
 + matière sèche racine  
 + indice foliaire  
 + longueur racine (1-2mm)

\*Analyse de variance (ANOVA)  
 et test post-hoc Tukey's HSD

# Efficacité - hydroponie - dose 100%

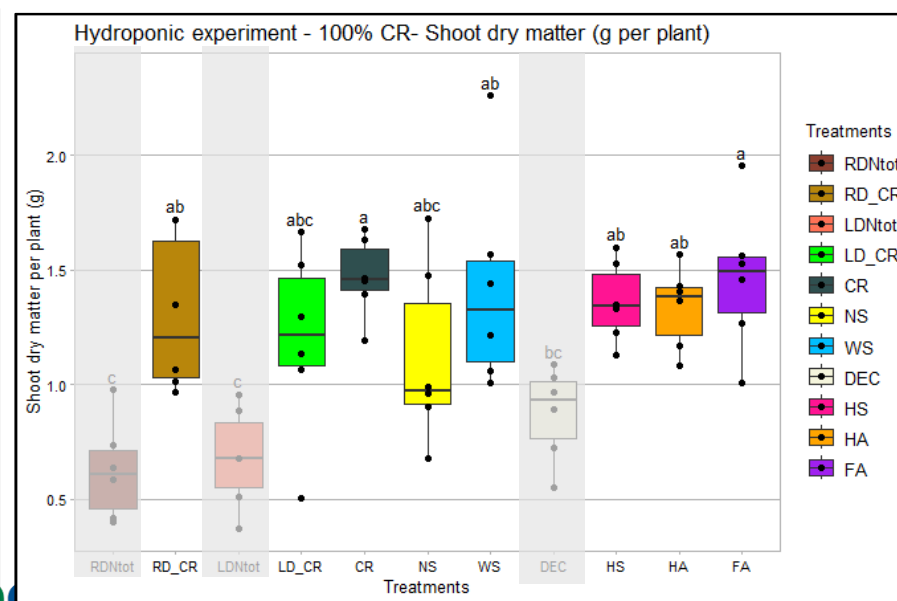
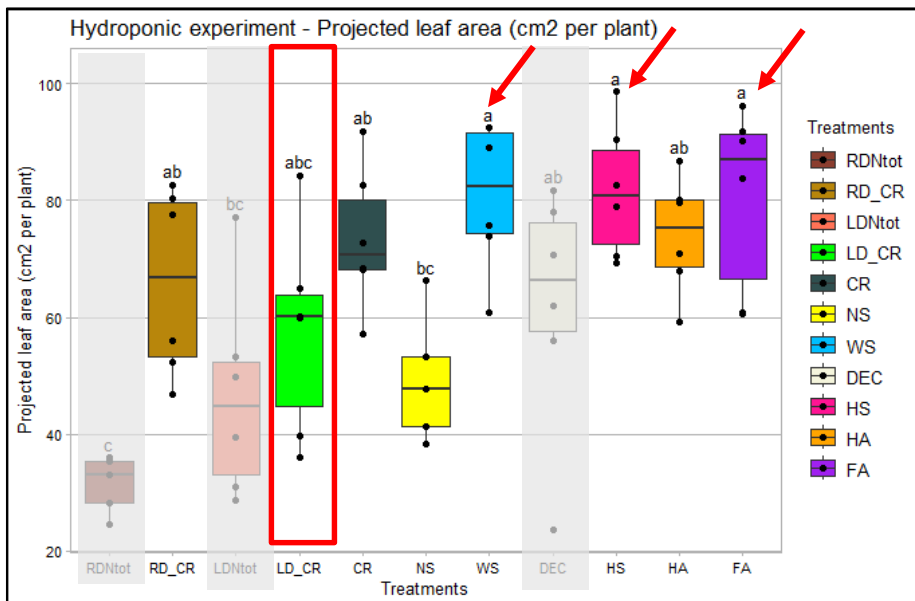
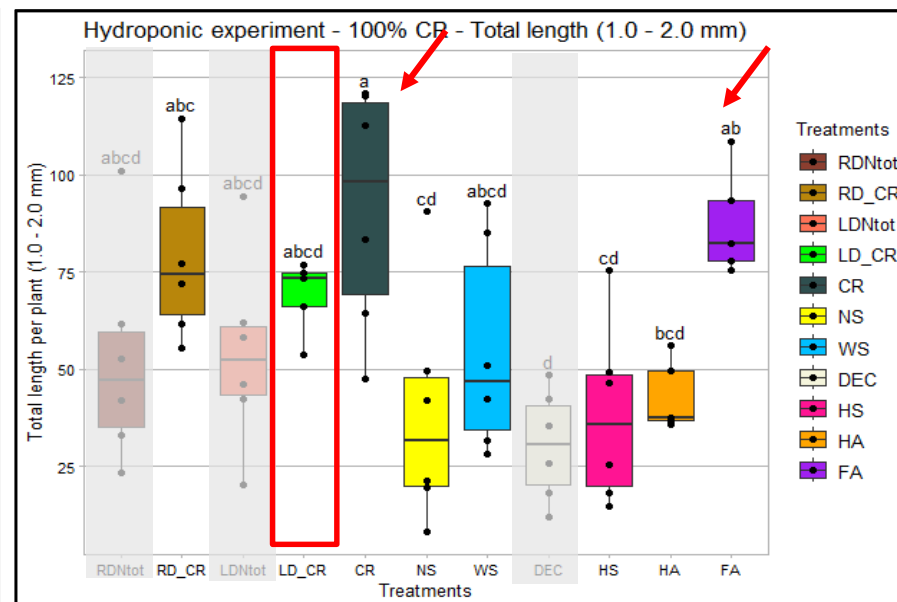
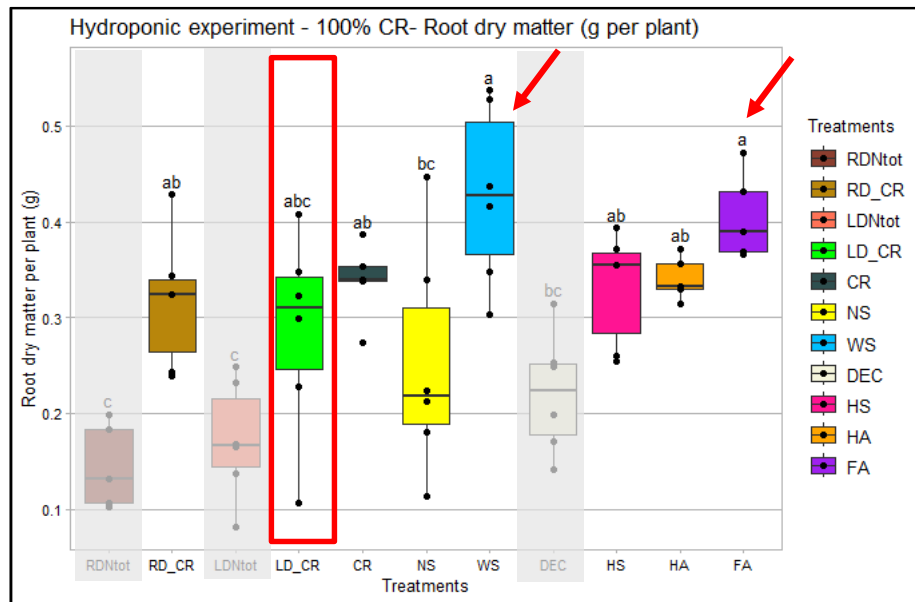


**Effet biostimulant (>NS) :**  
 Extrait soluble (WS)  
 Extrait acide fulvique (FA)  
 Substances humiques (SH)  
 Référence commerciale (CR)  
**Sur :**  
 + matière sèche racine  
 + indice foliaire  
 + longueur racine (1-2mm)

**Efficacité :**  
 Effet similaire à la référence commerciale (=CR)

\*Analyse de variance (ANOVA)  
 et test post-hoc Tukey's HSD

# Intérêt extraction - hydroponie - dose 100%



**Effet biostimulant (>NS) :**  
 Extrait soluble (WS)  
 Extrait acide fulvique (FA)  
 Substances humiques (SH)  
 Référence commerciale (CR)  
**Sur :**  
 + matière sèche racine  
 + indice foliaire  
 + longueur racine (1-2mm)

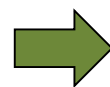
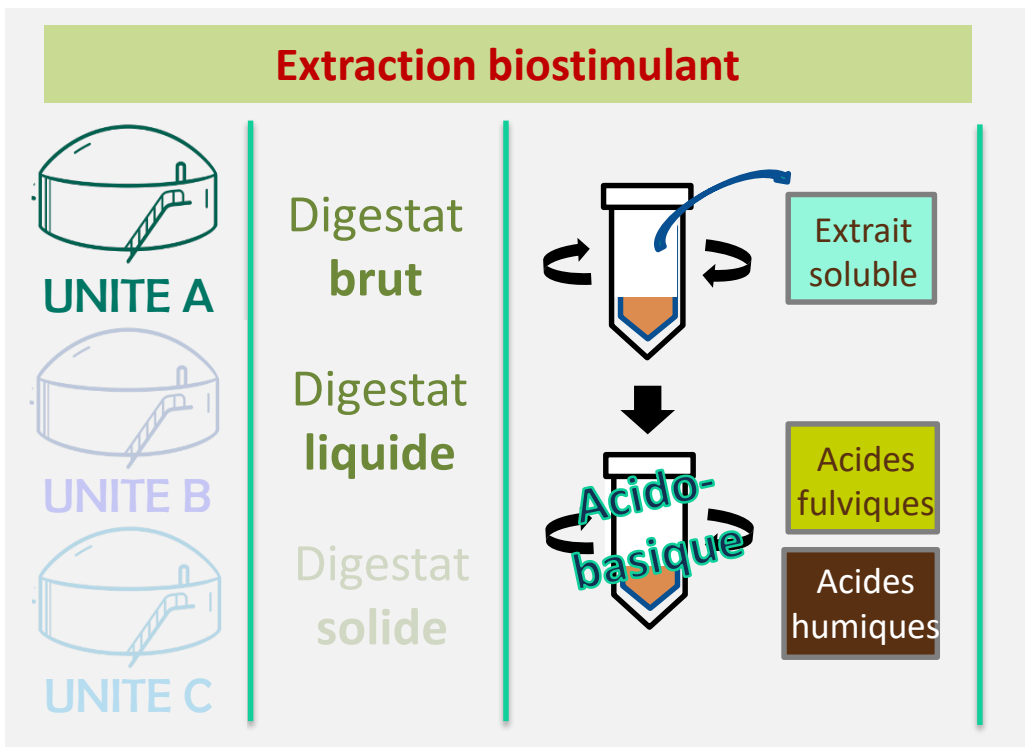
**Efficacité :**  
 Effet similaire à la référence commerciale (=CR)

**Intérêt extraction**  
 Effet similaire au digestat (=LD\_CR)


\*Analyse de variance (ANOVA)  
 et test post-hoc Tukey's HSD



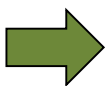
# METHODE GENERALE




**Test germination**



- Taux de germination
- Dynamique




**Essai plante - hydroponie**



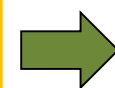
- Matière sèche/fraiche
- Racine (WinRhizo)
- Indice foliaire (LAI)
- Effet dose
- Taux C et N



**Essai plante - Sol**



- Matière sèche/fraiche
- Indice foliaire (LAI)
- Hauteur tige
- Nombre talles/feuilles
- Taux C et N




**Biodiversité**

- Microbiologie - Activité enzym.
- Microbiologie - Séquençage
- Collemboles
- Nématodes



**Ecotoxicologie - Essai normé**

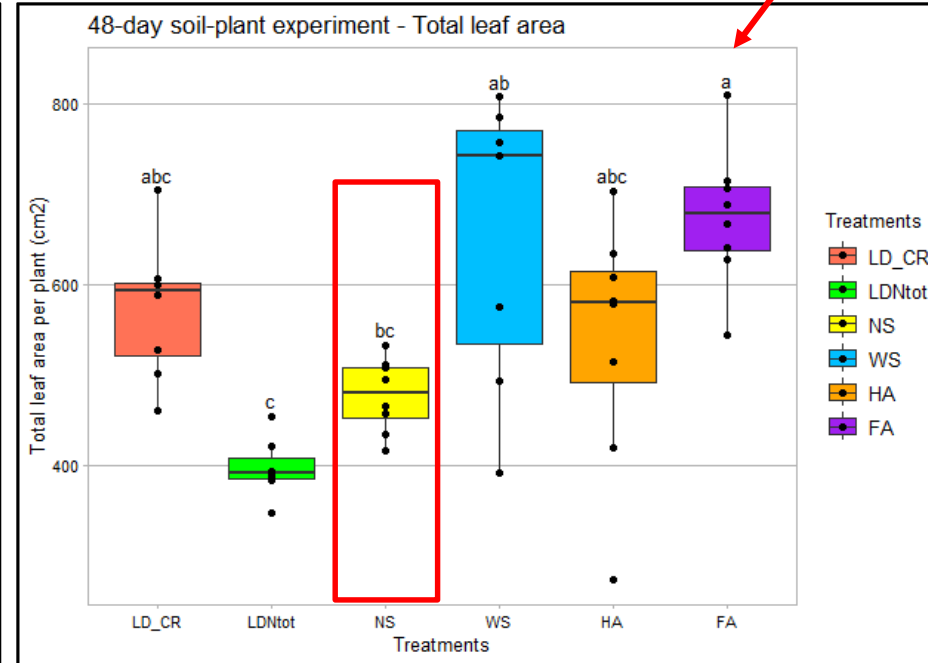
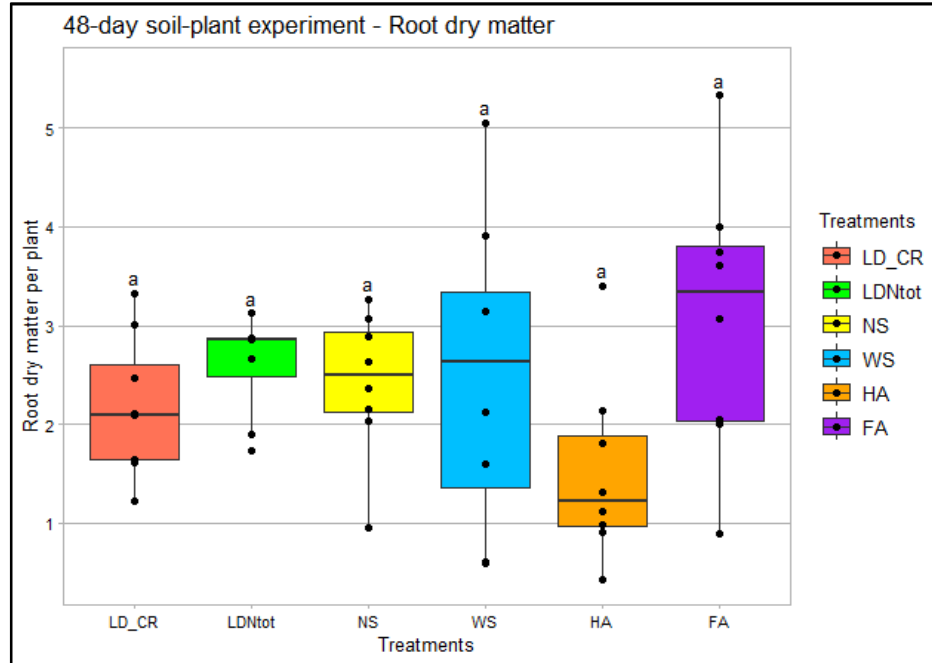


- ISO 11268-2 (2023) : *A. Caliginosa* (juvénile)
- ISO 11267 (2014) : Collemboles - *F. candida*.



# Effet biostimulant - Sol - dose 100%

\*Sol : 50% sol QualiAgro / 50% sable - Réplicats : 8 par modalité



\*Analyse de variance (ANOVA)  
et test post-hoc Tukey's HSD

Pas d'effet observé sur biomasse racinaire

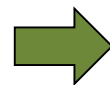
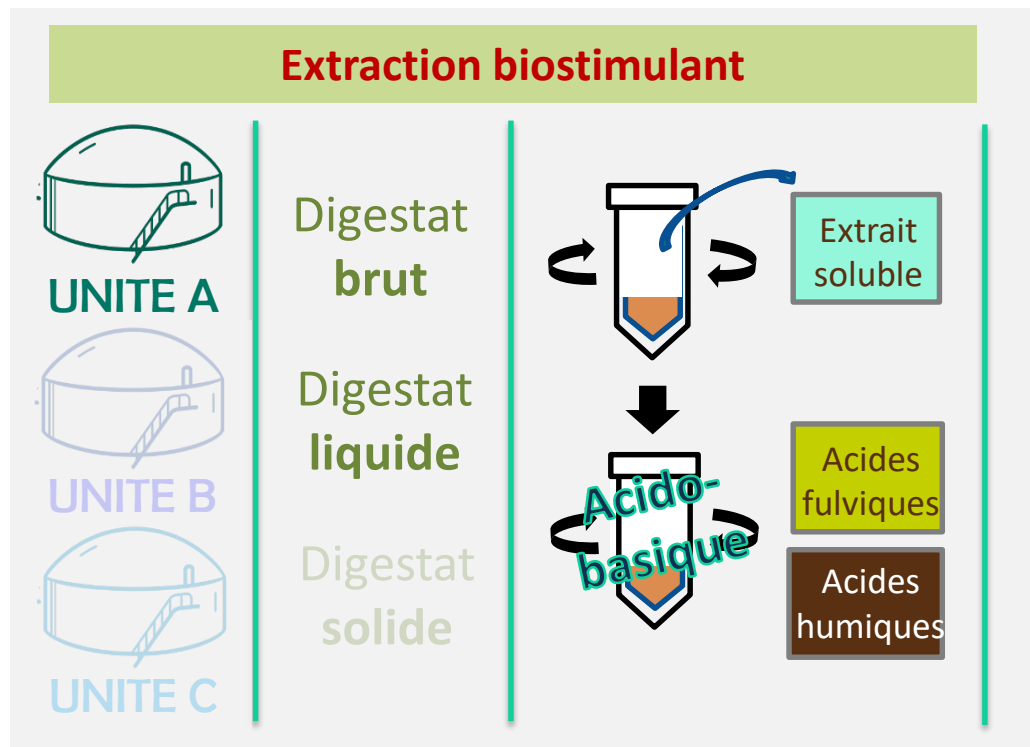
Effet biostimulant (>NS) :

Extrait acide fulvique (FA)

Sur :

+ indice foliaire

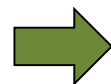
# METHODE GENERALE



## Test germination



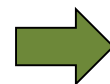
- Taux de germination
- Dynamique



## Essai plante - hydroponie



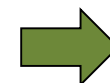
- Matière sèche/fraiche
- Racine (WinRhizo)
- Indice foliaire (LAI)
- Effet dose
- Taux C et N



## Essai plante - Sol



- Matière sèche/fraiche
- Indice foliaire (LAI)
- Hauteur tige
- Nombre talles/feuilles
- Taux C et N

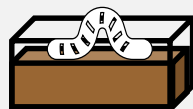


## Biodiversité

- Microbiologie -  
Activité enzym.
- Microbiologie -  
Séquençage
- Collemboles
- Nématodes



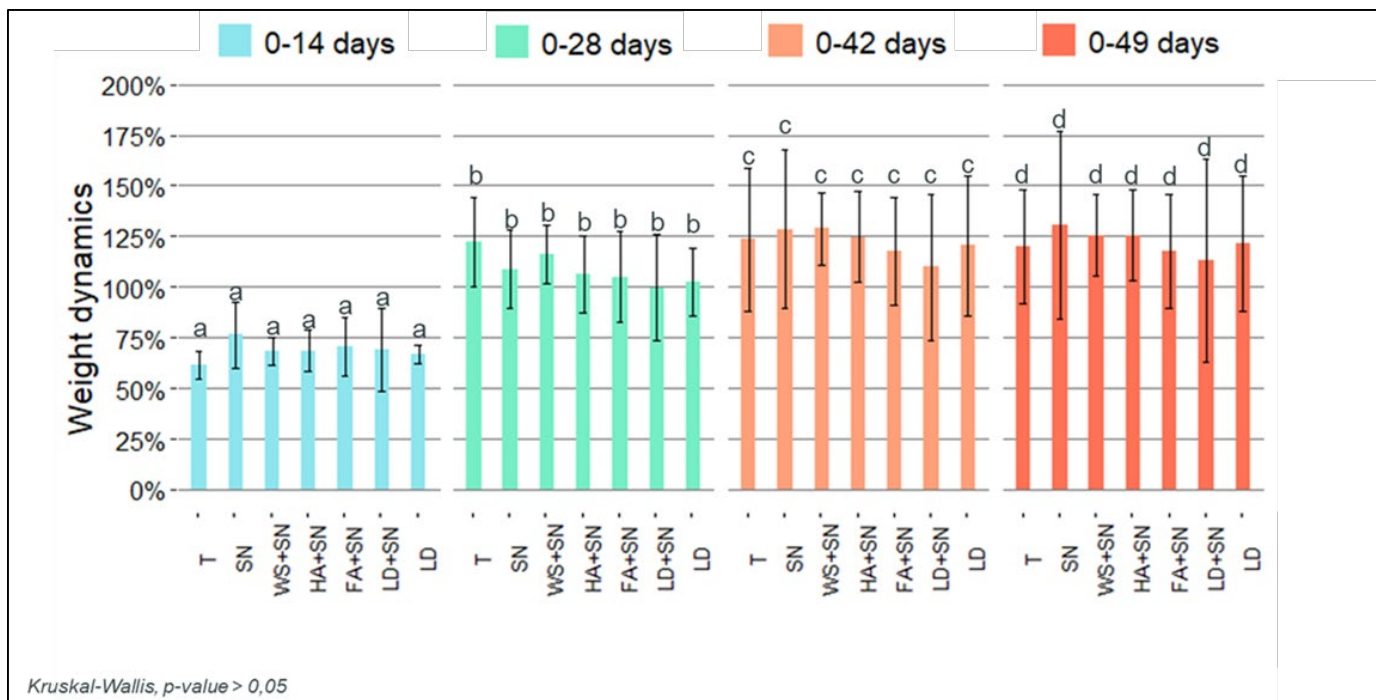
## Ecotoxicologie - Essai normé



- ISO 11268-2 (2023) :  
*A. Caliginosa* (juvénile)
- ISO 11267 (2014) :  
Collemboles - *F. candida*.

# Effet sur la prise de masse de *A. caliginosa* (Ver de terre)

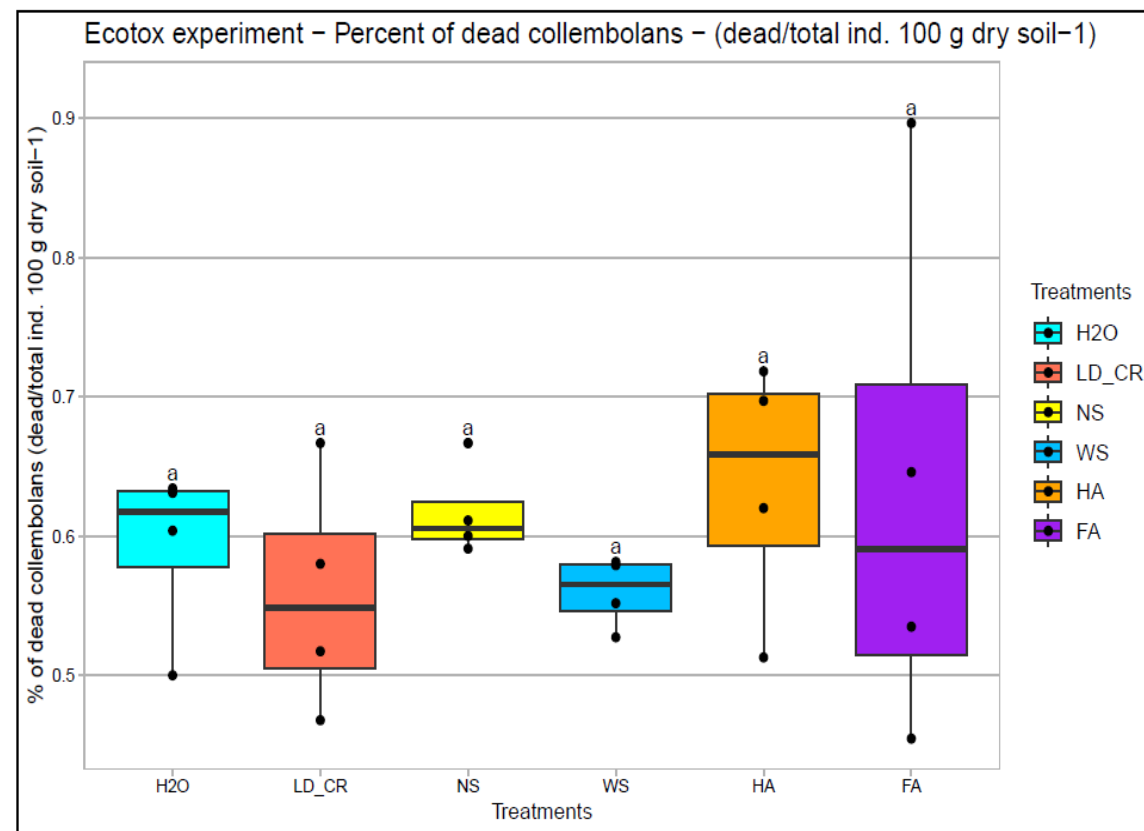
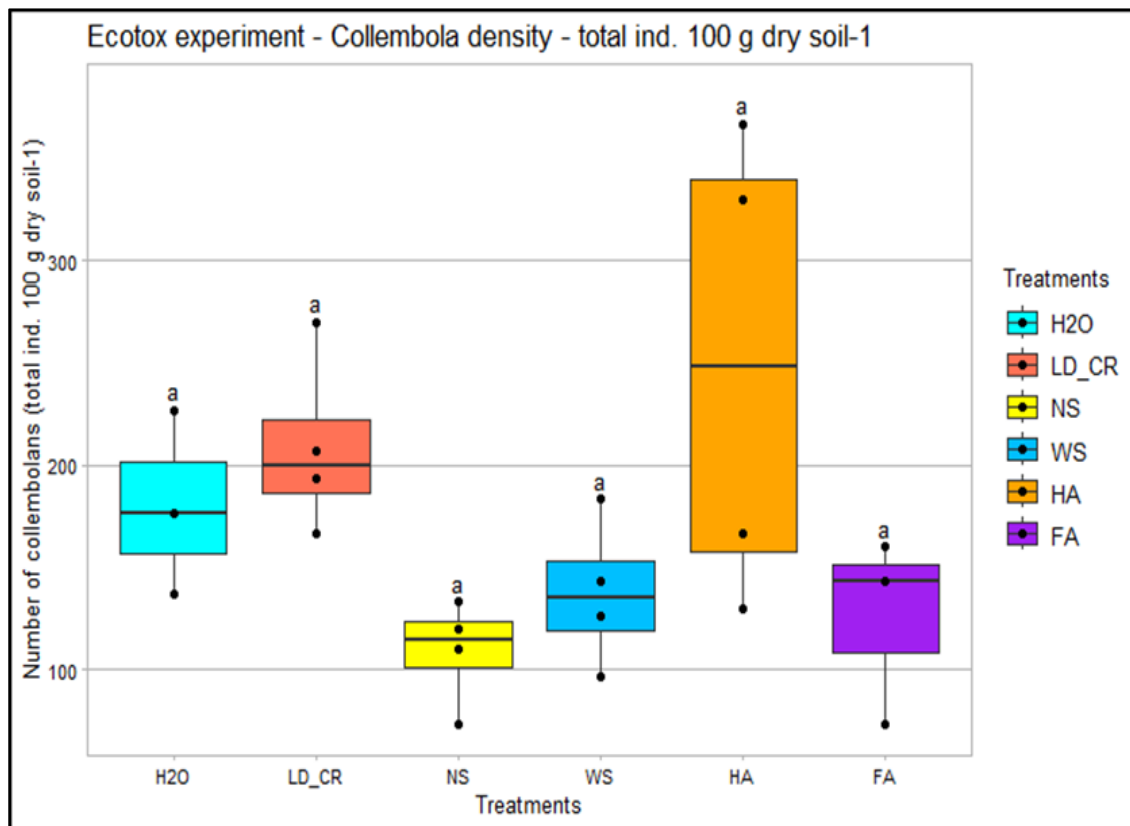
\*Suivant norme ISO 11268-1 (2015) et 11268-2 (2023)



- 1- T  
Water
- 2 - NS  
Nutritive solution only
- 3 - WS + SN  
Water solubles extract
- 4 - HA + SN  
Humic acid extract
- 5 - FA + SN  
Fulvic acid extract
- 6 - LD + SN  
Liquid digestate (2.2 kg N/ha)
- 7- LD  
Liquid digestate only (62 kg N/ha)

- Pas d'effet sur la prise de masse de *A. caliginosa*

# Effet sur les collemboles (test non normé)



\*Analyse de variance (ANOVA)  
et test post-hoc Tukey's HSD

- **Pas d'effet** sur le nombre d'individus totaux et la mortalité des collemboles

# CONCLUSIONS

- **Effet biostimulant** : significatif pour l'**extrait soluble** et l'**extrait acide fulvique** en hydroponie principalement sur les **racines** et l'**indice foliaire** – peu d'effet en sol
- **Efficacité** : similaire à la référence commerciale (Humifirst)
- **Intérêt de l'extraction des substances humiques** : non significatif dans les conditions de l'étude
- **Ecotoxicologie** : pas d'effet négatif observé des digestats et des extraits sur la prise de masse de juvéniles d' *A. Caliginosa* et sur la mortalité des collemboles

# Merci



# REFERENCES

- <sup>1</sup> EC, 2019. European Council. Regulation (EU) 2019/ of the European Parliament and of the Council of 5 June 2019 Laying Down Rules on the Making Available on the Market of EU Fertilising Products and Amending Regulations (EC) no 1069/2009 and (EC) no1107/2009 and Repealing Regulation (EC) no 2003/2003. p. 114
- <sup>2</sup> Du Jardin, P. (2015). Plant biostimulants: Definition, concept, main categories and regulation. *Scientia horticulturae*, 196, 3-14.
- <sup>3</sup> Guilayn, F., Benbrahim, M., Rouez, M., Crest, M., Patureau, D., & Jimenez, J. (2020). Humic-like substances extracted from different digestates: First trials of lettuce biostimulation in hydroponic culture. *Waste Management*, 104, 239-245.
- <sup>4</sup> Li, X., Guo, J., Dong, R., Ahring, B. K., & Zhang, W. (2016). Properties of plant nutrient: Comparison of two nutrient recovery techniques using liquid fraction of digestate from anaerobic digester treating pig manure. *Science of the Total Environment*, 544, 774-781.
- <sup>5</sup> Scaglia, B., Pognani, M., & Adani, F. (2015). Evaluation of hormone-like activity of the dissolved organic matter fraction (DOM) of compost and digestate. *Science of the Total Environment*, 514, 314-321.
- <sup>6</sup> Feng, H., Qu, G. F., Ning, P., Xiong, X. F., Jia, L. J., Shi, Y. K., & Zhang, J. (2011). The resource utilization of anaerobic fermentation residue. *Procedia Environmental Sciences*, 11, 1092-1099.

