



# Travaux de recherche sur la biodiversité végétale des bassins

Illustration de différentes études menées sur la végétation de bassins d'eaux pluviales, et leur lien avec le type de sol. Une étude des populations de vers de terre sur deux bassins

Jean-Philippe BEDELL,

Laboratoire d'Ecologie

des Hydrosystèmes Naturels et Anthropisés

Équipe IAPHY

ENTPE, U. Lyon , CNRS UMR 5023



*bedell@entpe.fr*





*Un ou des bassins ??*

Différents types (formes, localisation...)



Bassin d'infiltration

Bassin de rétention

**Une grande diversité  
de type, de forme, et  
de gestion...**



Clos ou accessible au public





Tout ou partie en eau







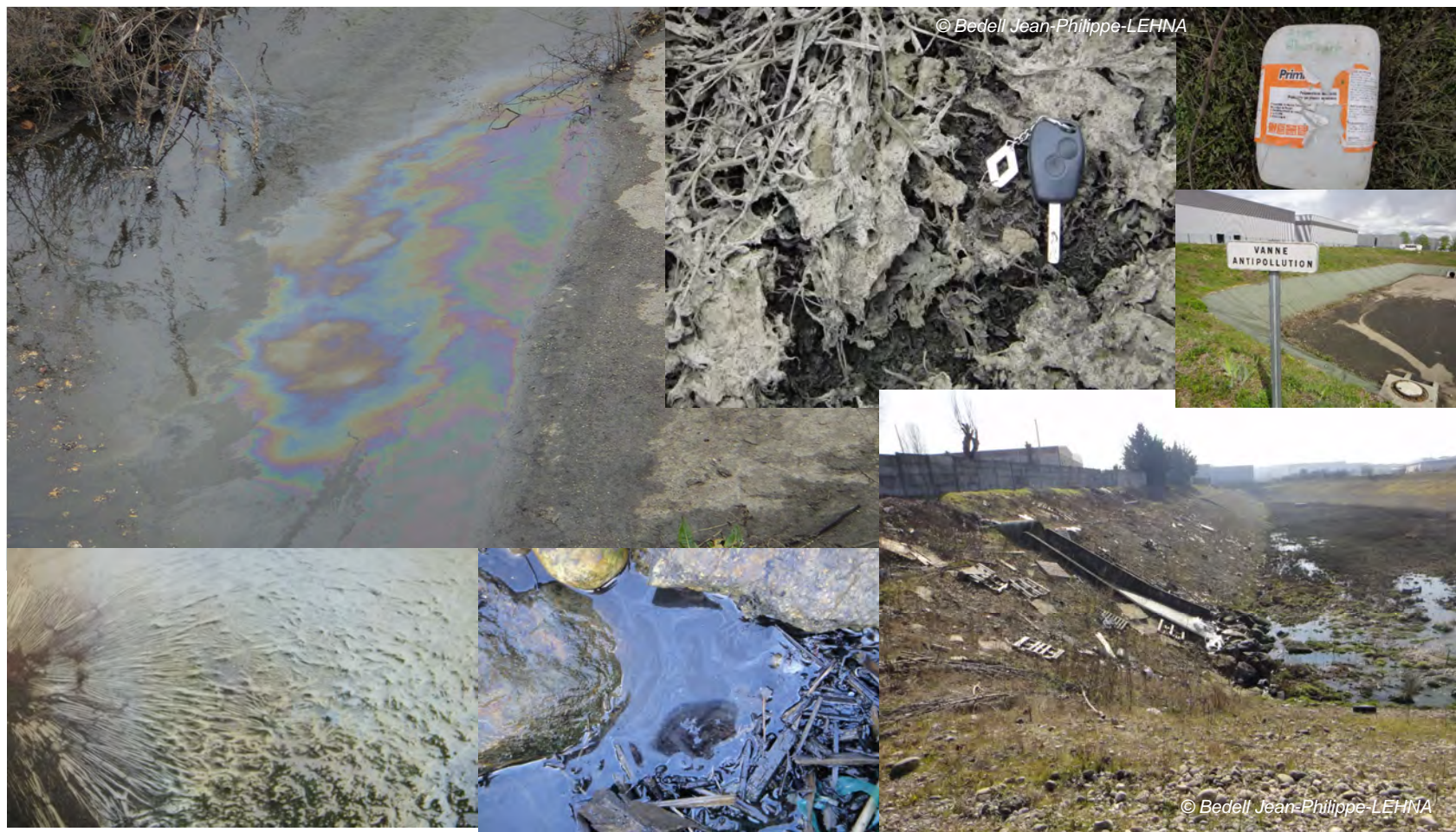
© Bedell Jean-Philippe-LEHNA

**Sans aucune gestion, la végétation est présente**



Et dans des conditions critiques pour pousser!





Influencé par les activités humaines et leurs déchets....

# Which plants are present ?



Drone Helicopter-controlled radio (collaboration with MAP-ARIA, EAL)

**The number of zones studied depends both on the size of the basin surface and its spatial heterogeneity**



Floristic study in:

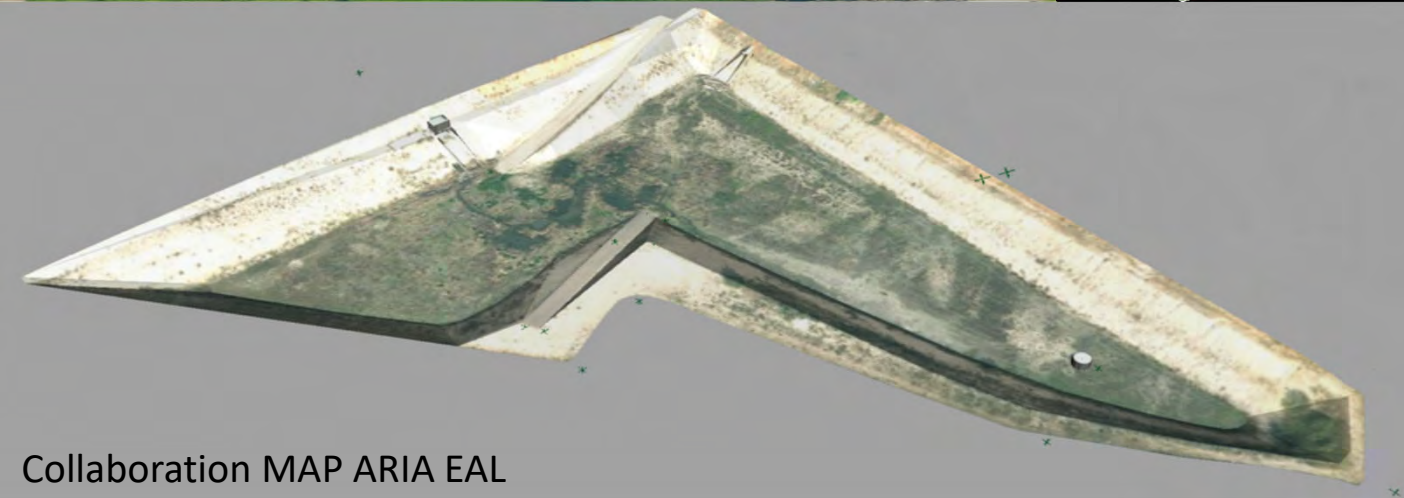
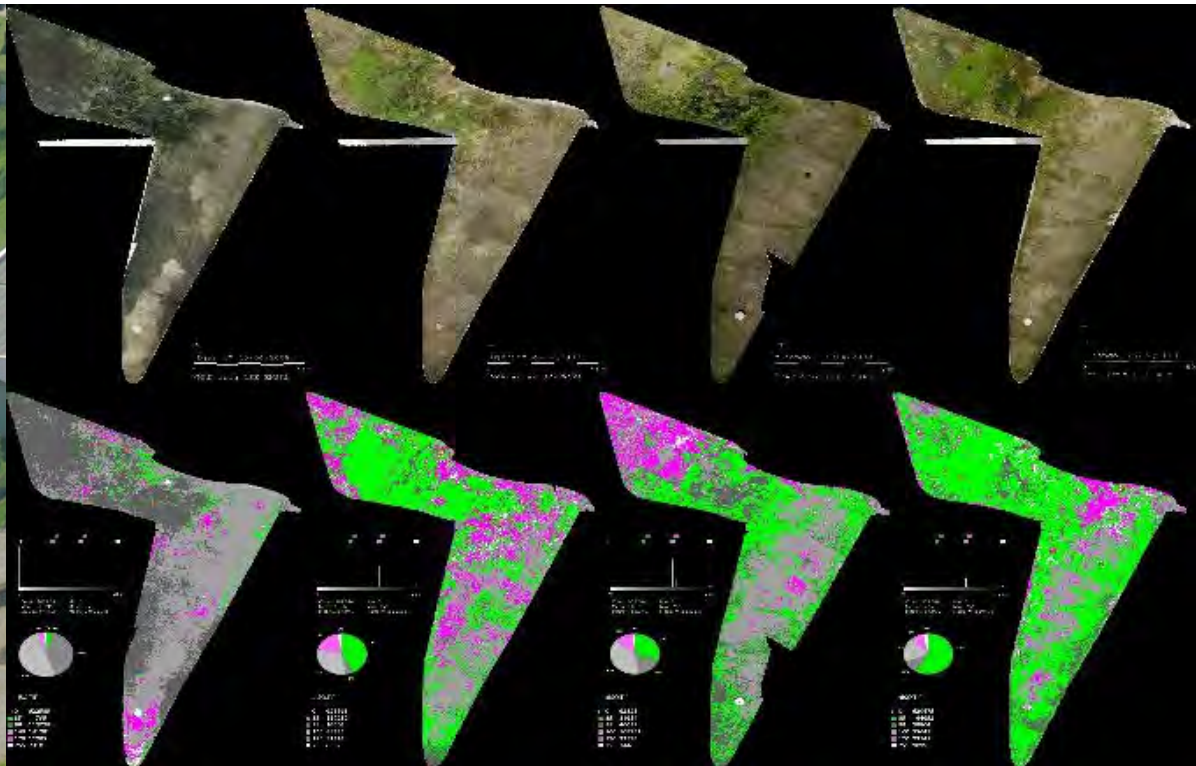
- 2008/2010  
(Thesis M. Saulais, 2011)

- in 2012  
(M2 J. Provot)

- in 2015  
(M2 M.H. Hechelski)

**The number and limit of each zone were determined by on site visits and aerial photos**

Saulais M.<sup>11</sup> (2011)

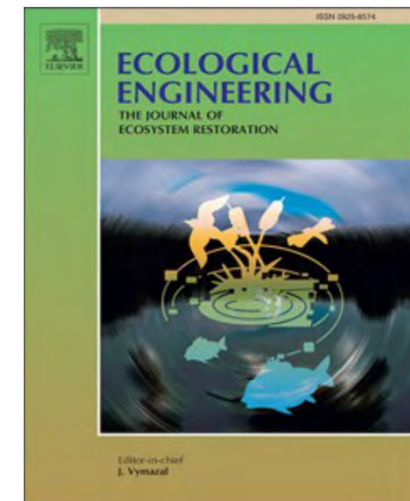


Collaboration MAP ARIA EAL



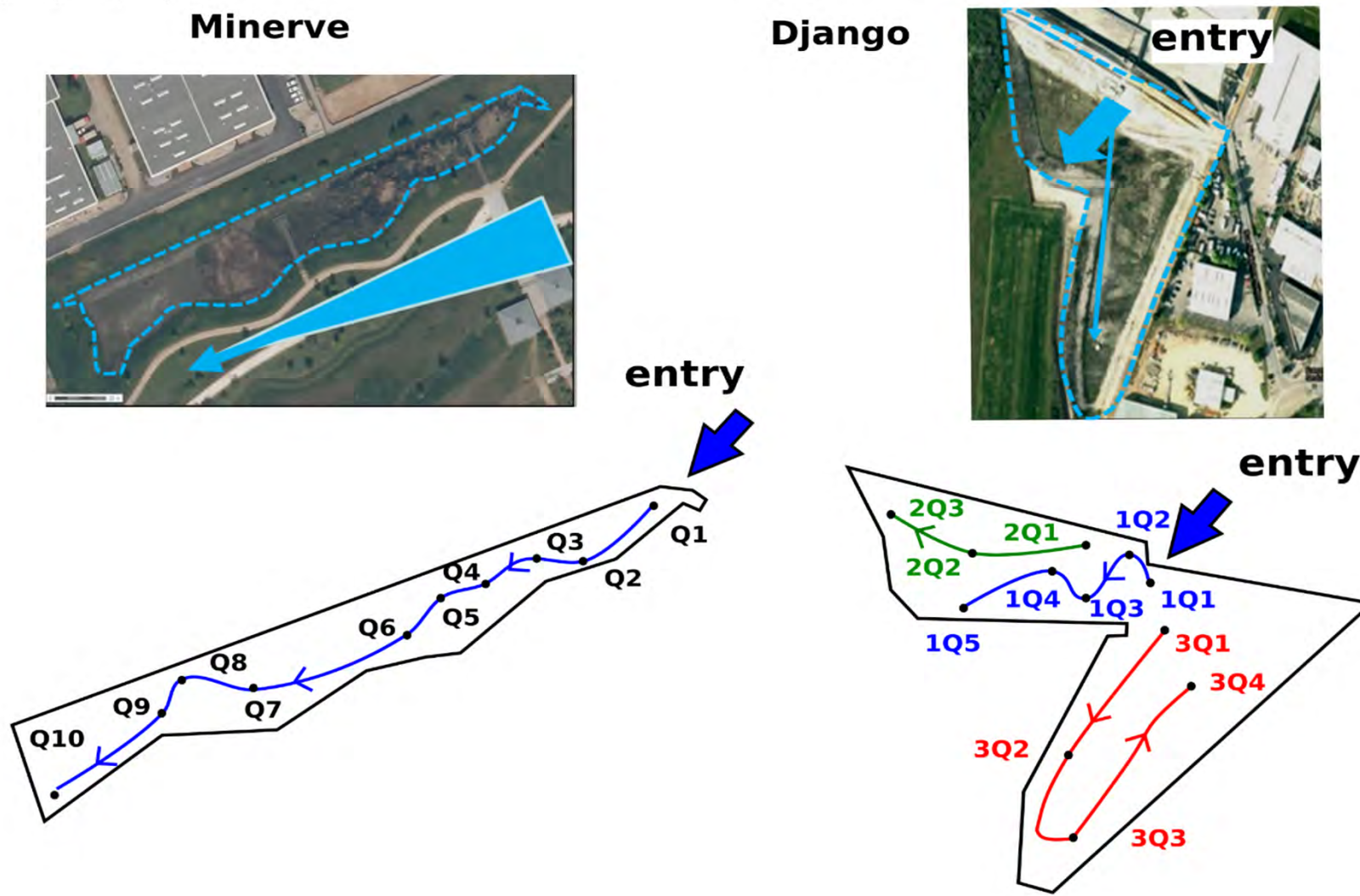
# Are acts of selective planting and maintenance drivers for vegetation change in stormwater systems? A case study of two infiltration basins

Bedell Jean-Philippe, Hechelski Marie, Saulais Muriel, Lassabatere Laurent



*Ecological Engineering* 172 (2021) 106400  
<https://doi.org/10.1016/j.ecoleng.2021.106400>

Figure 1: Aerial view of the two basins. Left: Minerve Basin (Bron, 69, France); Right: Django Basin (Chassieu, 69, France), and localization of the sampled sediment and quadrats in Minerve basin (n=10; left down) and Django basin (n=12; right down). *Dotted blue delineates the boundaries of the basin; the arrows indicate the path of the water. Three distinct paths were identified for Dianao basin.*



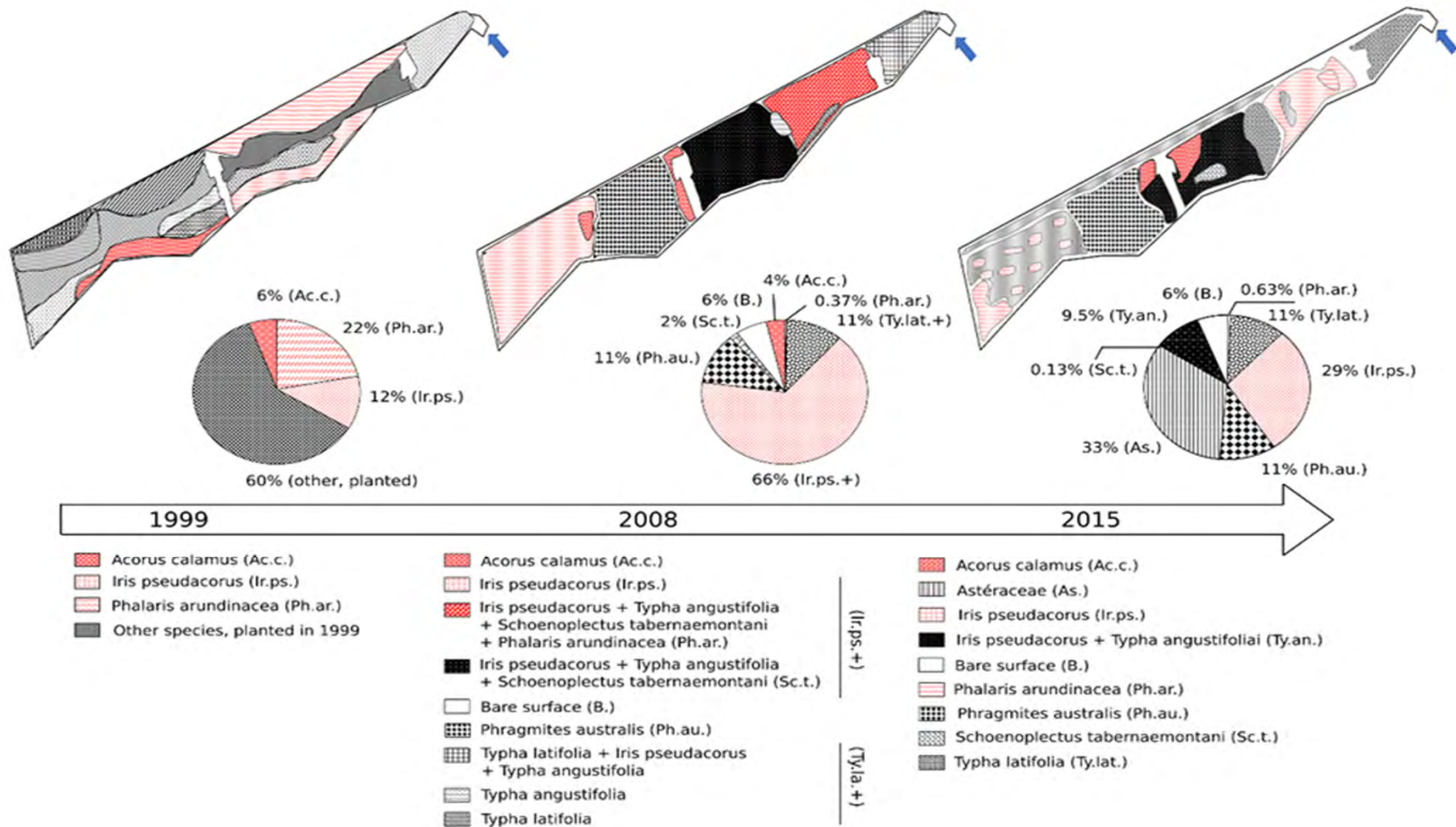


Evolution sur plusieurs années bassin végétation initiale aménagée





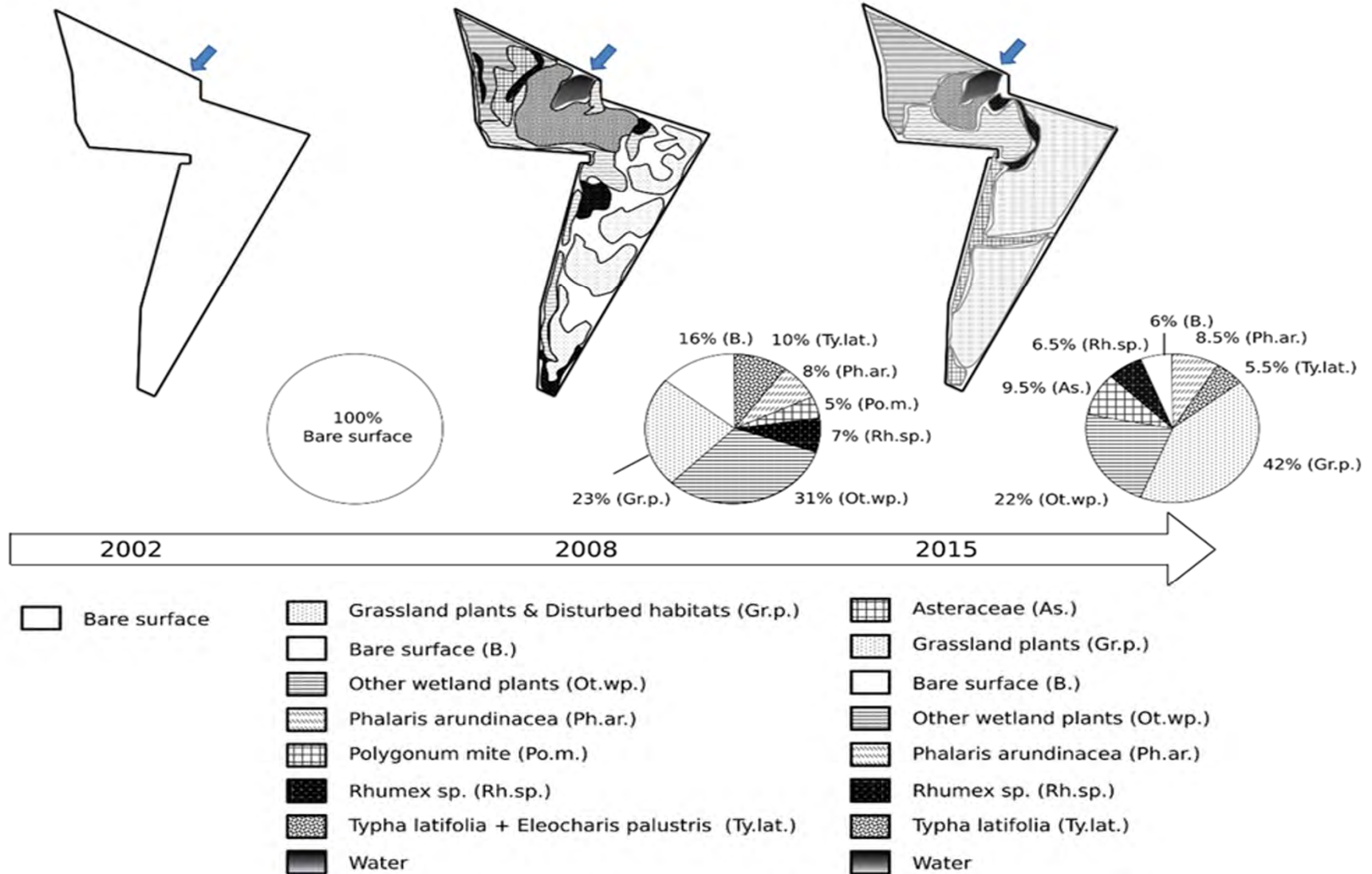
Figure 2: Time development of the vegetation in the Minerve basin, spatial distributions of species and frequencies for the three dates: 1999 planting and beginning of operation of the basin, 2008 (9 years of operation), and 2015 (16 years of operation). Species are sorted by alphabetic order in the legend. Red color corresponds to planted species before the operation of the basin.





Evolution sur plusieurs années bassin végétation spontanée

Figure 3: Time development of the vegetation in the Django basin, spatial distributions of species and frequencies for the three dates: 2002 beginning of operation of the basin, 2008 (7 years of operation), and 2015 (13 years of operation). Species are sorted by alphabetic order in the legend.



Description

Description de Coste

Projet de numérisation de la flore de L'Abbé Coste par le réseau Tela Botanica - 2011

<b>1643 <i>Cornus sanguinea</i> L. Cornouiller sanguin</b>
- Arbrisseau de 2 à 3 mètres, à jeunes rameaux resguilés - feuilles ovales-elliptiques, brièvement acuminées, courtement pétiolées, molles, un peu pâles et pubérulentes en dessous - fleurs blanches, en corymbes rameux, assez longuement pédonculées, terminaux, non involuclés, paraissant après les feuilles - pétales oblongs-lancéolés, pubescents en dehors, très étalés - drupe petite (5 mm de diam.), globuleuse, couronnée par le limbe du calice, amère et noire à la maturité.
Écologie : Bois et haies, dans toute la France et en Corse.
Répartition : Europe ; Sibérie, Altaï, Himalaya, Japon.
Floraison : mai-juin Fructification : septembre-octobre
Usages : Le bois, dur et souple, sert aux ouvrages de vannerie. Les fruits fournissent une huile bonne pour l'éclairage.

Description Baseflor

Julve, Ph., 2017 ff. - Baseflor. Index botanique, écologique et chorologique de la flore de France. Version : 09 février 2017. <https://www.tela-botanica.org>

Type Biologique : Nanophanérophytes (2 à 4m) (radicofolées)	
Formation végétale : nanophanérophyte	
Chorologie : eurasiatique	
Inflorescence : corymbe Fruit : drupe Couleur de la fleur : blanc Floraison : de mai à juin	sexualité : hermaphrodite Pollinisation : entomogame Dissémination : endozoochore



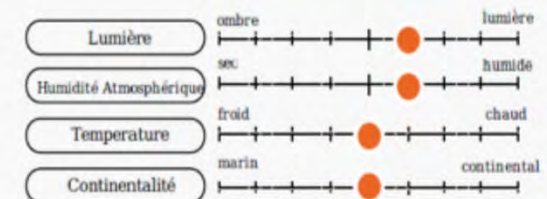
# Relation édaphique ≈ sol/plante

Écologie

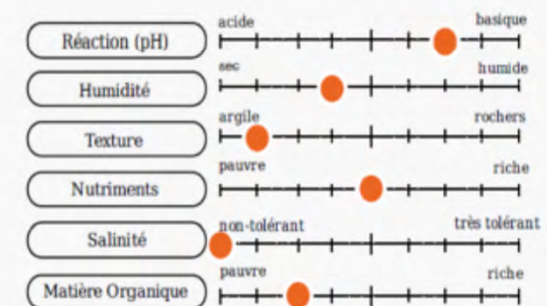
Optimum écologique

Julve, Ph., 2017 ff. - Baseflor. Index botanique, écologique et chorologique de la flore de France. Version : 09 février 2017. <https://www.tela-botanica.org>

caractéristiques climatiques



caractéristiques du sol





## *Iris pseudacorus* L.

eFlore, la flore électronique de Tela Botanica

BOTFX v.5.00

### Description

#### Description de Coste

Projet de numérisation de la flore de L'Abbé Coste par le réseau Tela Botanica - 2011

**3524 *Iris pseudacorus* L.** *Iris des marais*.

- Plante vivace de 40 cm à 1 mètre, glabre, inodore, à rhizome épais
- feuilles en glaive, égalant presque la tige rameuse au sommet et arrondi-comprimée
- fleurs 2-3 par spathe, jaunes, inodores, à pédoncules aussi longs ou plus longs que l'ovaire
- spathe à 2 valves lancéolées, herbacées
- périanthe à tube court, à divisions extérieures non barbues et à onglet court, les intérieures 3 fois plus petites, plus étroites et plus courtes que les stigmates à 2 lobes triangulaires denticulés
- capsule elliptique-trigone, apiculée, à graines brunâtres.

Écologie: Marais et bords des eaux, dans toute la France et la Corse.

Répartition: Europe; Asie occidentale; Afrique septentrionale.

Floraison: Avril-juillet.

#### Description Baseflor

Julve, Ph., 2017 ff. - Baseflor. Index botanique, écologique et chorologique de la flore de France. Version : 09 février 2017. <https://www.tela-botanica.org>

Type Biologique : Géophytes (>= 1m) à rhizome

Formation végétale : hémicryptophytale

Chorologie : eurasiatique

Inflorescence : cyme unipare héliocèle

Fruit : capsule

Couleur de la fleur : jaune

Floraison : de avril à juillet

sexualité : hermaphrodite

Pollinisation : entomogame

Dissémination : hydrochore



### Ecologie

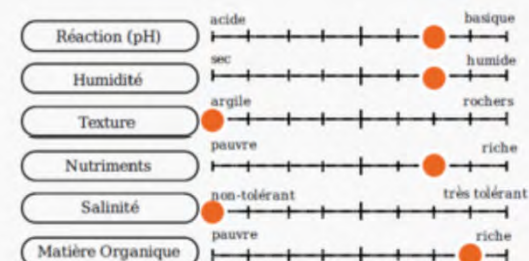
#### Optimum écologique

Julve, Ph., 2017 ff. - Baseflor. Index botanique, écologique et chorologique de la flore de France. Version : 09 février 2017. <https://www.tela-botanica.org>

##### caractéristiques climatiques



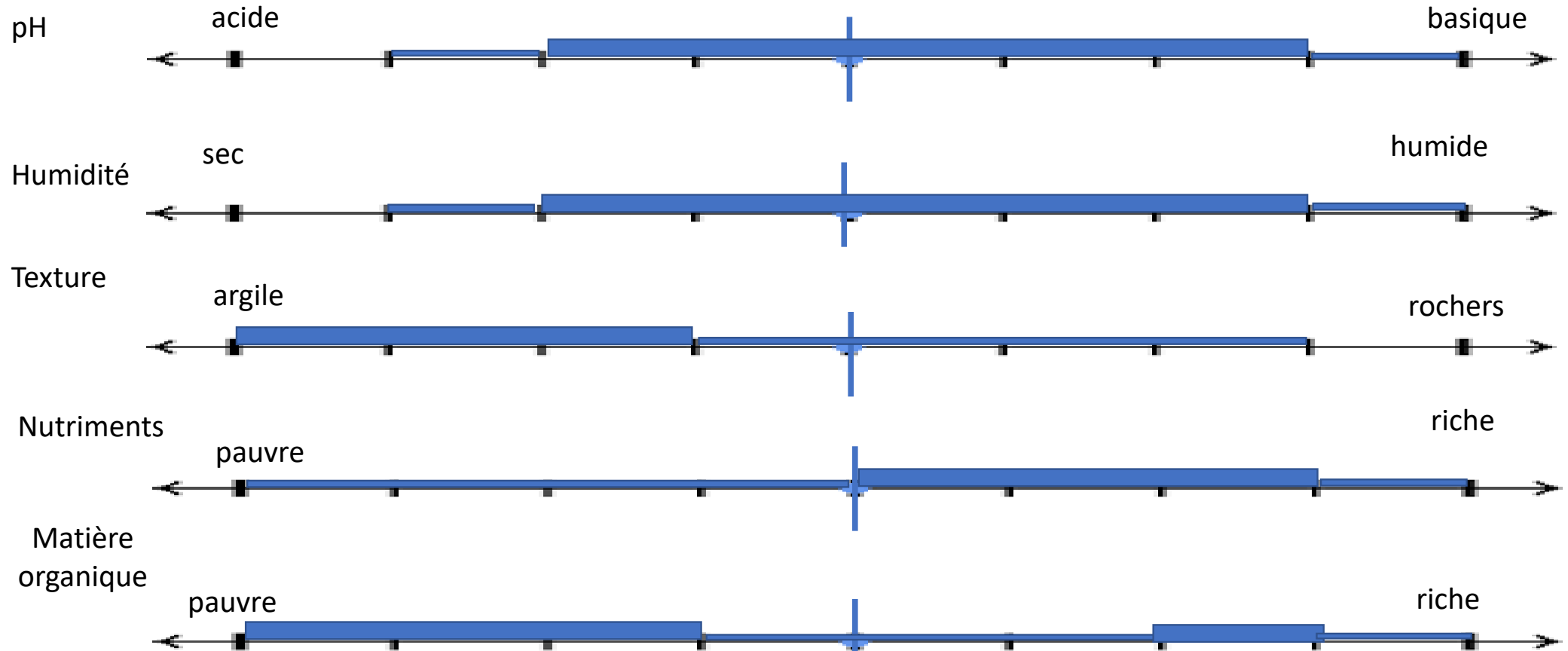
##### caractéristiques du sol



**Les dépôts à terre présentent 34 familles différentes et 54 genres ou espèces.**

Pour les bassins d'infiltration, on retrouve moins de **familles (25)** mais autant de genres ou d'espèces (**57**)

# Caractéristiques des sols pour les plantes ou familles présentes à la fois sur les sites de dépôt à terre et les bassins d'infiltration

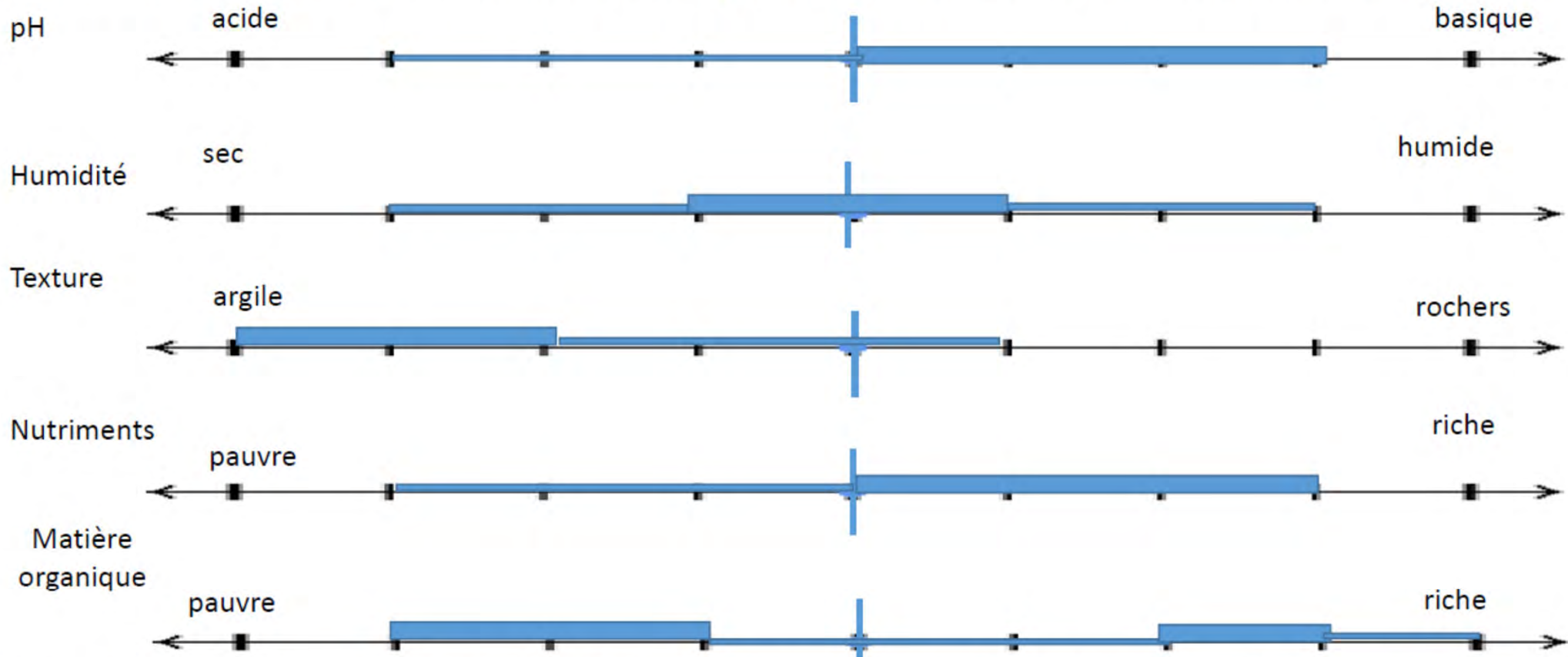


**Gamme plus large de pH, humidité, texture et de matière organique**

n = 20 familles=26 espèces (dont les 15 communes); trait épais = caractéristiques pour au moins plus de 6 familles et/ou espèces

*Capilla 2005; Saulais 2011; Provot 2012*

# Caractéristiques des sols pour les plantes ou familles spécifiques non communes aux sites de dépôt à terre et des bassins d'infiltration



présence de taxon rare (pour leur représentativité): *Typha*, *Juncus* ou l'espèce *Iris pseudacorus* sont révélateurs de la présence d'eau indispensable à leurs cycles de vie. *Gallum mollugo*, ou le genre *Trifolium*, sont à relier à la disponibilité /la richesse en azote

n = 22 familles=24 espèces; trait épais = caractéristiques pour au moins plus de 6 familles et/ou espèces

Capilla 2005; Saulais 2011; Provot 2012

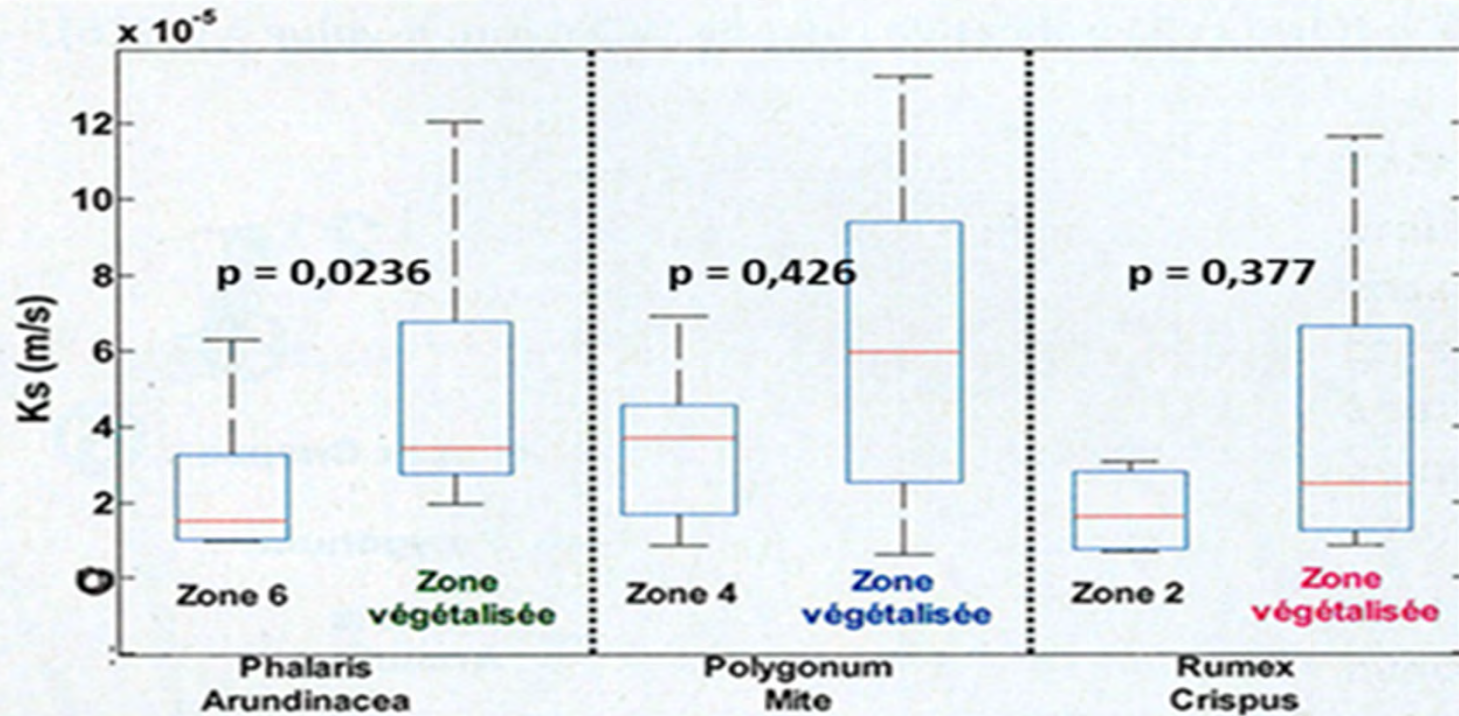
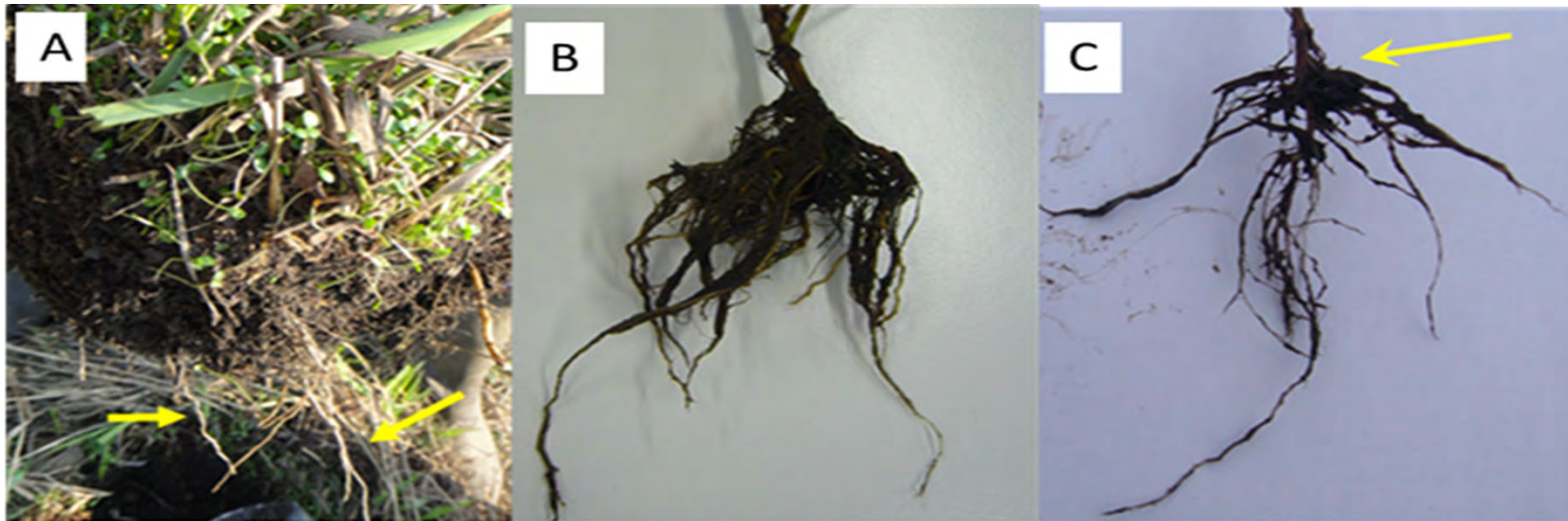


## Pour conclure « Typologie » des plantes dans ces ouvrages de gestion des sédiments

- Ce sont souvent des plantes type herbacées vivaces ou annuelles, parfois lianes, avec un système racinaire très souvent soit à rhizome soit adventif
- La reproduction/dispersion est principalement anémogame (vent) et entomogame (insecte)
- les graines sont exalbuminées ou albuminées ( $\approx$  donc avec réserve pour protection/résistance)
- Les fruits sont pour la plupart secs : de type indéhiscent (akènes) ou déshiscent (capsule, silique, gousse)  $\approx$  facilité pour libérer les graines à maturité



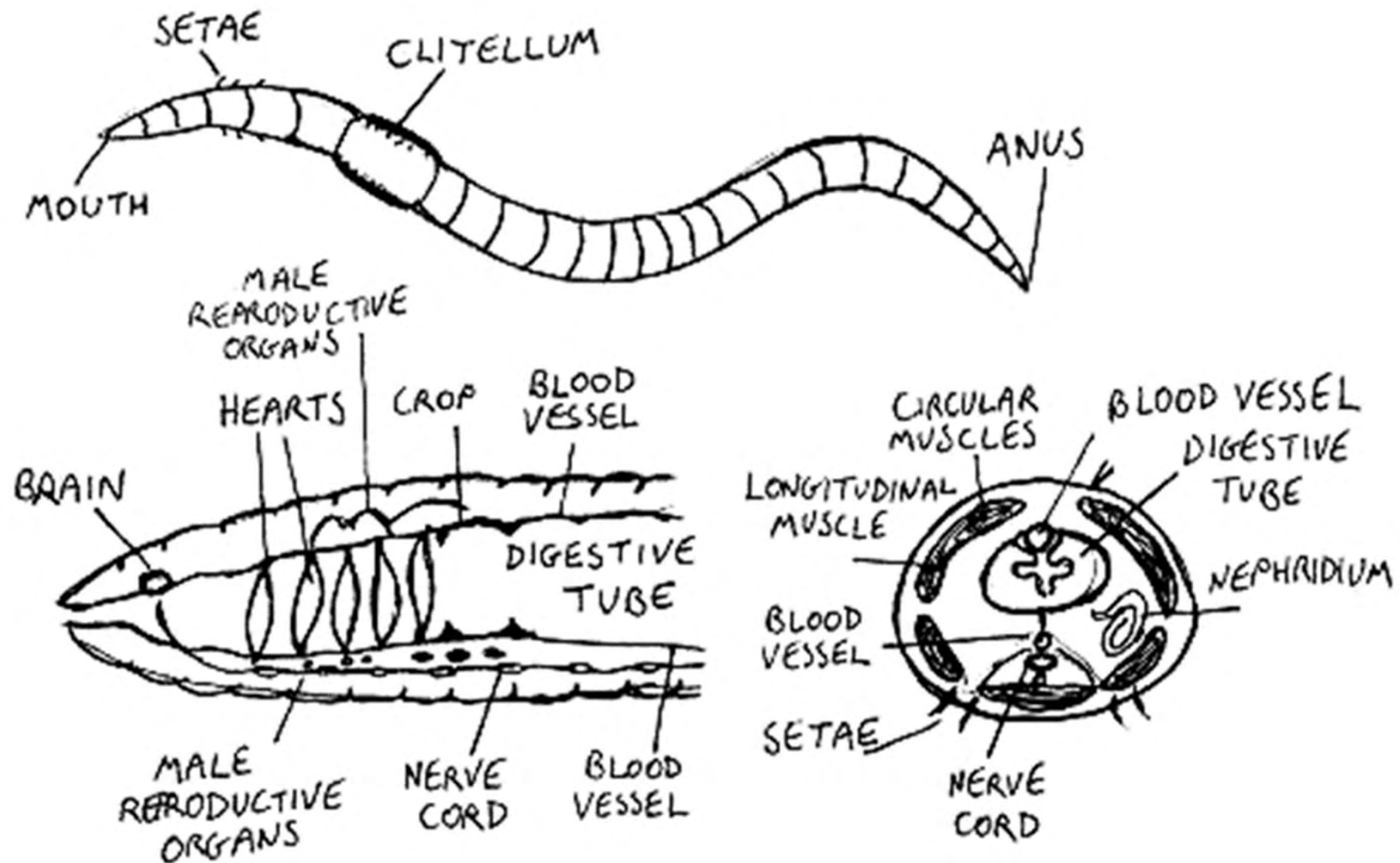
# Rôle (s)



*En haut* : Photographie du système expérimental (photos C. Gonzalez-Merchan).

*En bas* : Boîte à moustaches représentant la distribution de la conductivité hydraulique à saturation ( $K_s$ ) pour chaque zone et chaque plante analysée sur les surfaces nues et les surfaces végétalisées ; le trait rouge représente la médiane et la valeur du  $p$ -value entre surface nue et végétalisée est réalisée par un test de Wilcoxon (modifié d'après Gonzalez-Merchan et al., 2014)

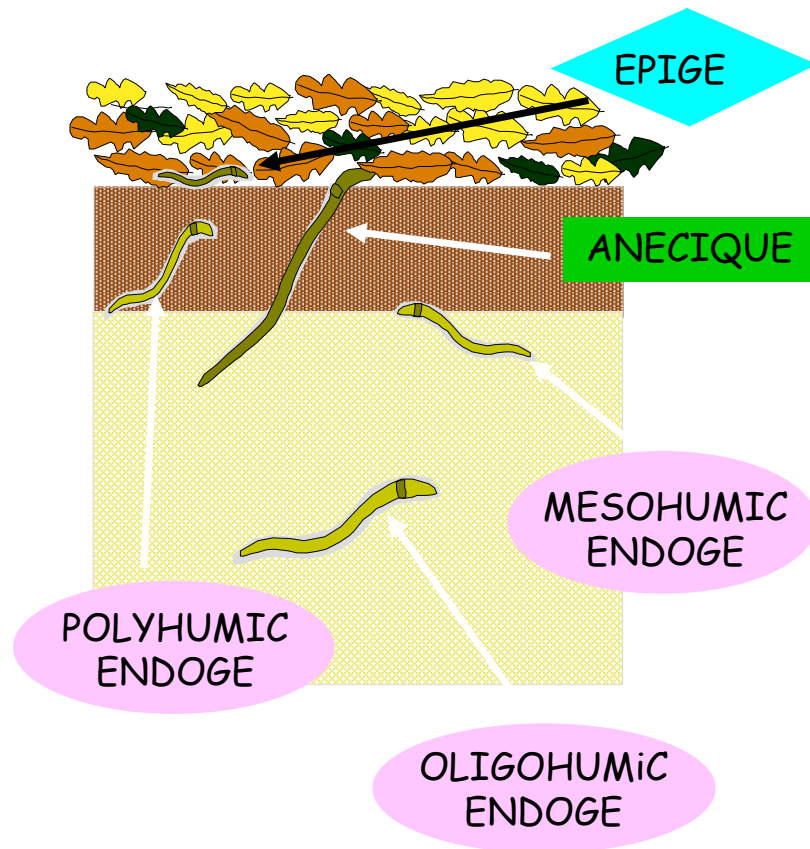




:Schéma des différentes parties d'un vers de terre.

Source : <https://www.newworldencyclopedia.org/entry/Earthworm>.

## Lombriciens différenciés en trois catégories écologiques



Petite taille : 1-3 cm  
Mode de vie : localisés dans les amas organiques. Pas ou peu de galeries.  
Fragmentation de la MO.

Taille : 10 à 110 cm  
Mode de vie : Galeries de gros diamètre, verticales, et durables.  
Rôle de brasseur-mélangeur de la MO et minérale.

Taille : 1 à 20 cm  
Mode de vie : creusent des galeries horizontales à sub-horizontales ne débouchant pas à la surface.

# Influence of edaphic conditions and persistent organic pollutants on earthworms in an infiltration basin

G. Fernandes, O. Roques, L. Lassabatère, L. Sarles, A. Venisseau, P. Marchand, J.-P. Bedell

*Environmental Pollution Volume 304, 1 July 2022, 119192*

*<https://doi.org/10.1016/j.envpol.2022.119192>*



## Vers de terre



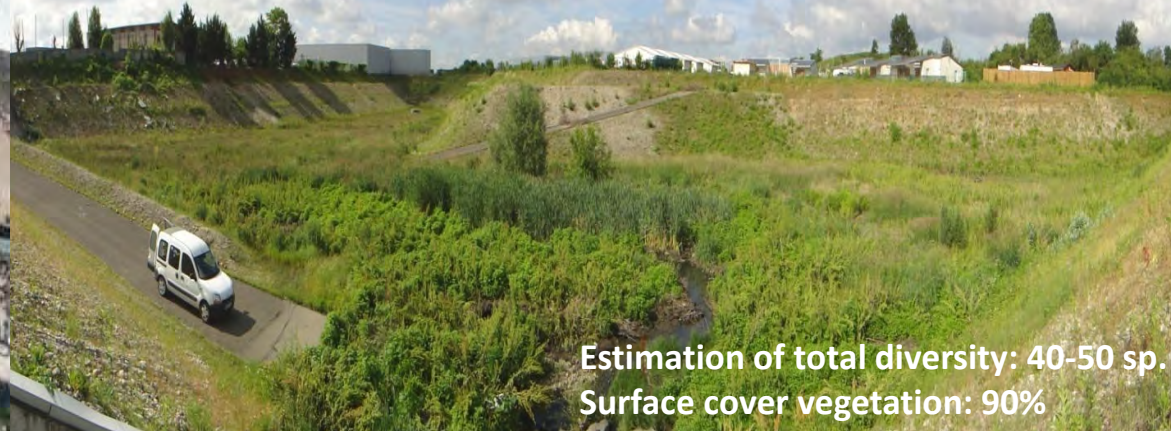
- Extraction par de la moutarde Amora® Fine et Forte (protocole OPVT)

- Détermination des vers de terre (Epigés; Endogés et Anéciques)

- Mesures de quelques paramètres du sédiment par placette (hauteur, pH, teneur en eau, perte au feu; métaux; PCBs...)



Chassieu, BR+BI  
Django, Industriel, ZIC  
- **DJ**





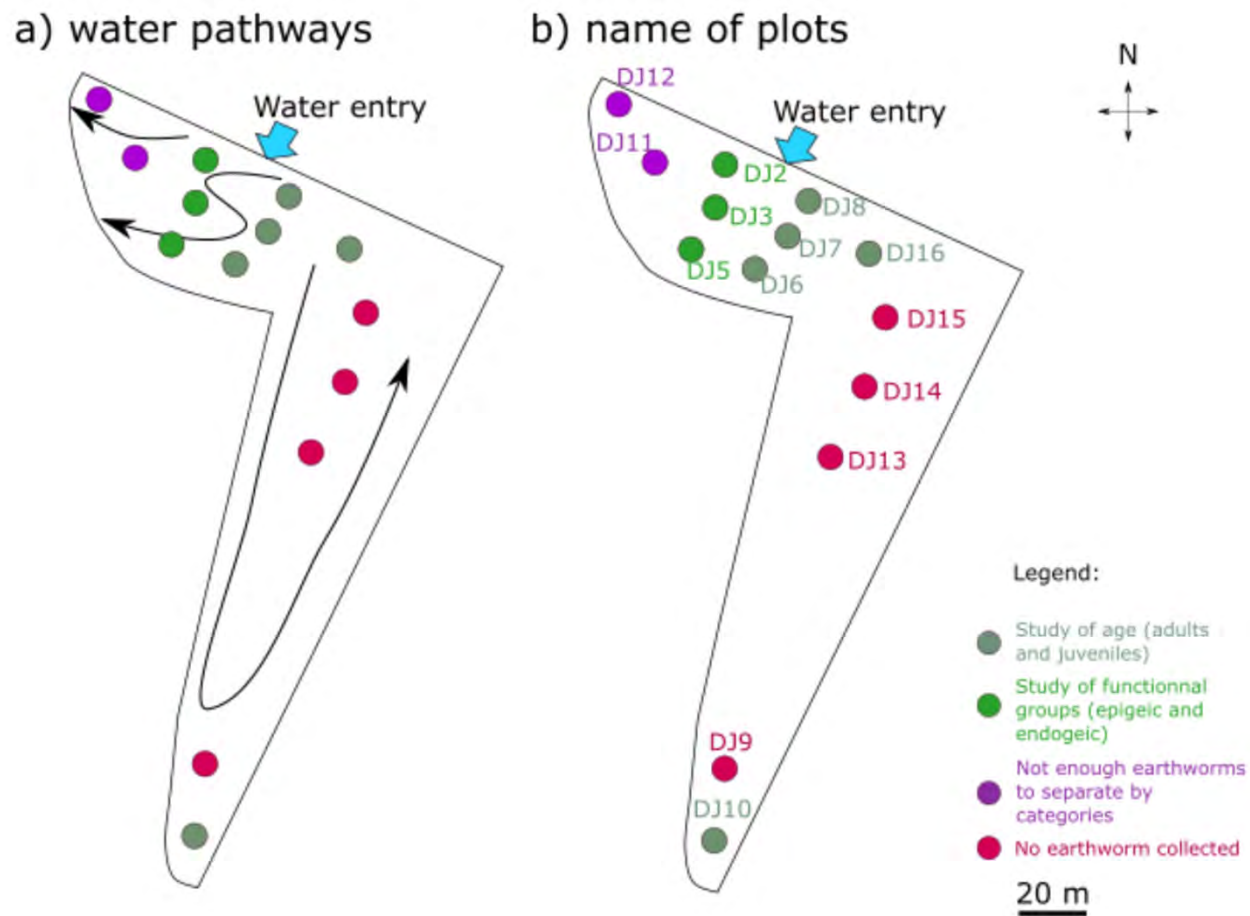


Figure 1 : Representation of a) the water pathway at the soil surface (where water infiltrates and evaporates), and b) the 14 plots on the infiltration pond Django Rheinhardt. In the red plots (DJ9, DJ13, DJ14, DJ15), no earthworms were collected. In the purple ones (DJ11, DJ12), the data were only used for the first part of the study: the analysis of abundance. The green ones, more (DJ6, DJ7, DJ8, DJ10, DJ16) or less (DJ2, DJ3, DJ5) dark, separate the plots which were used to analyze the pollutants contents according to the age or functional group.

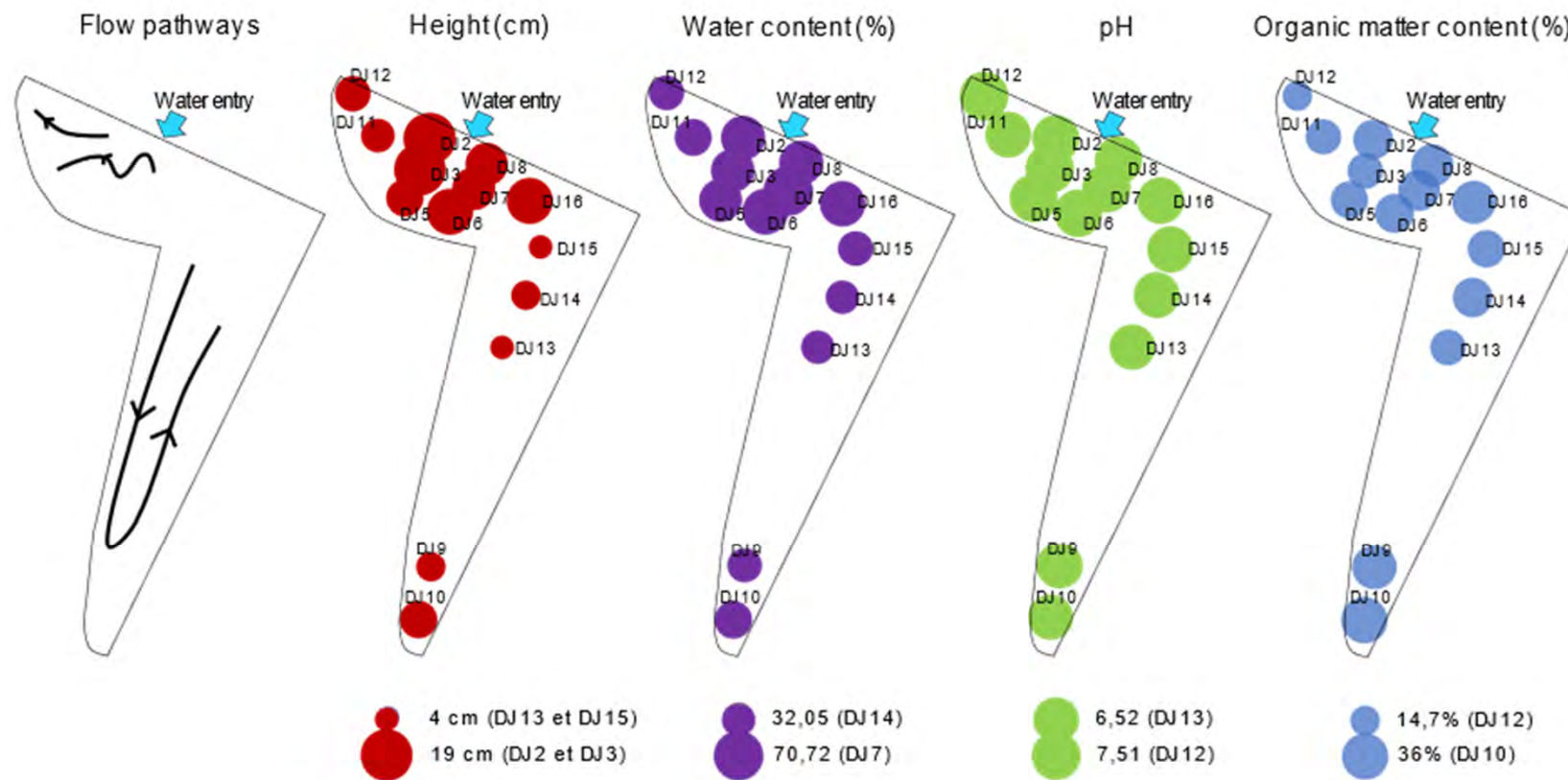
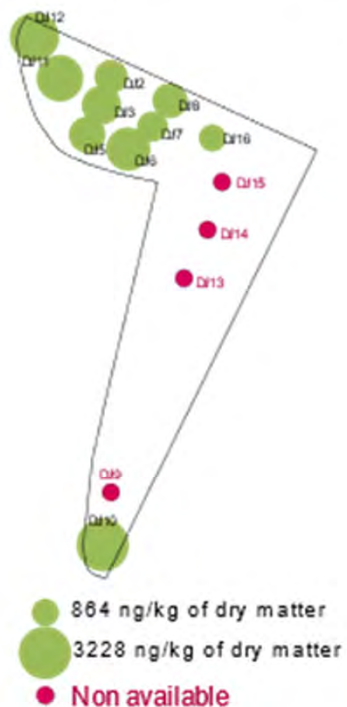


Figure 2 : Physicochemical characterization of the sediment from left to right: flow pathways, height (cm, one value per plot), water content (% , mean of 2 values per plot), pH (mean of 3 values per plot), organic matter content (% , mean of two values per plot).

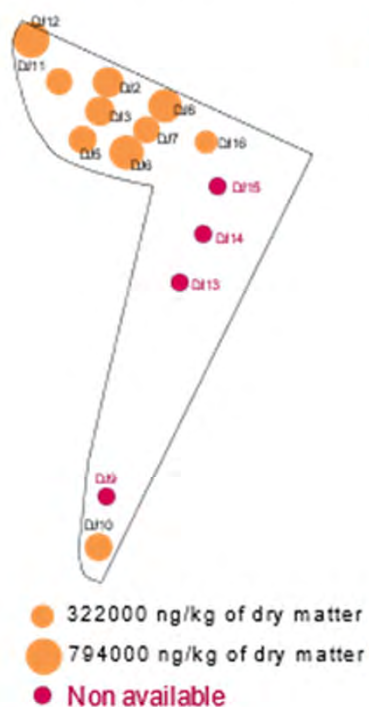
PCBDLmdio content



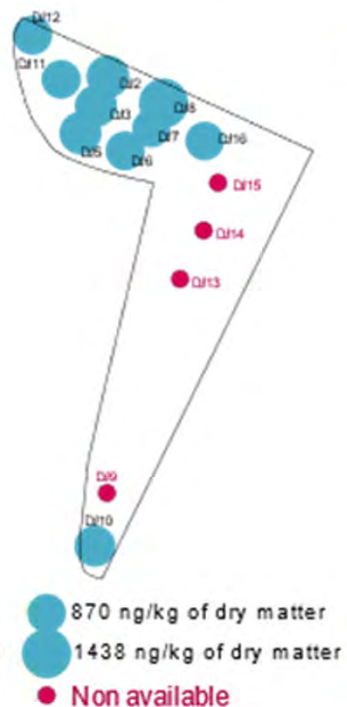
PCBDLno content



PCBNL content



PCDD content



PCDF content

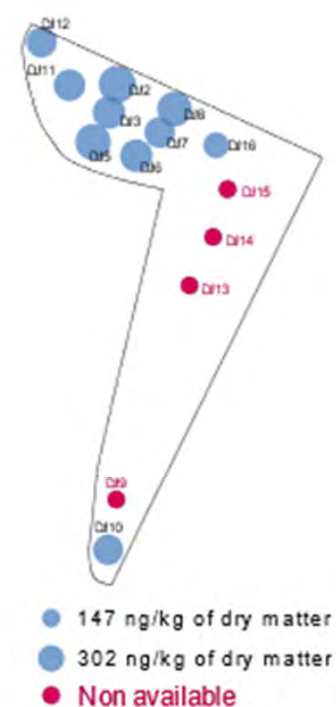


Figure 3 : Contents of POPs in the sediment (one value per plot). Classified by family of POPs, from left to right: PCBDLmdio, PCBDLno, PCBNL, PCDDs, PCDFs.

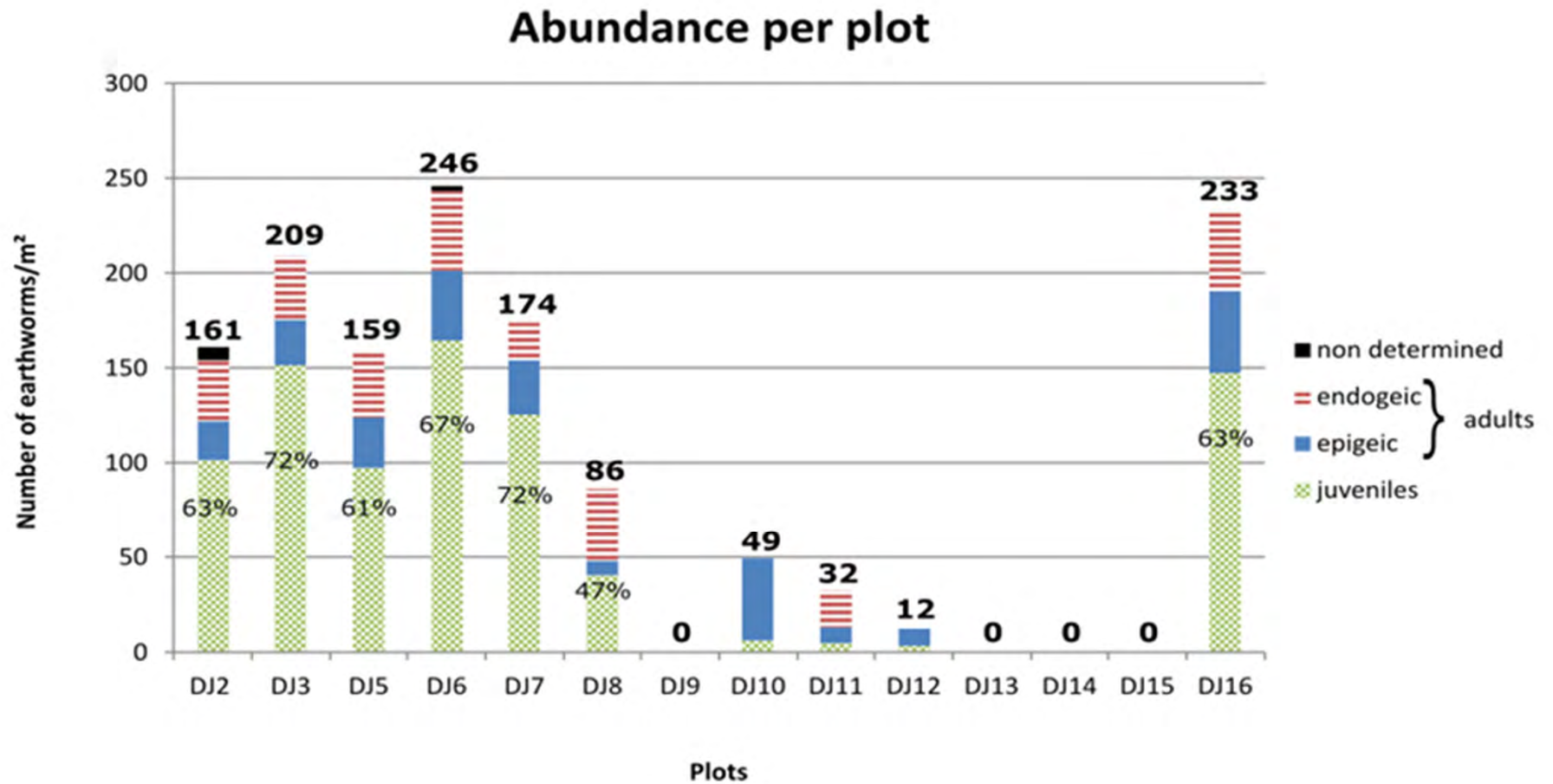
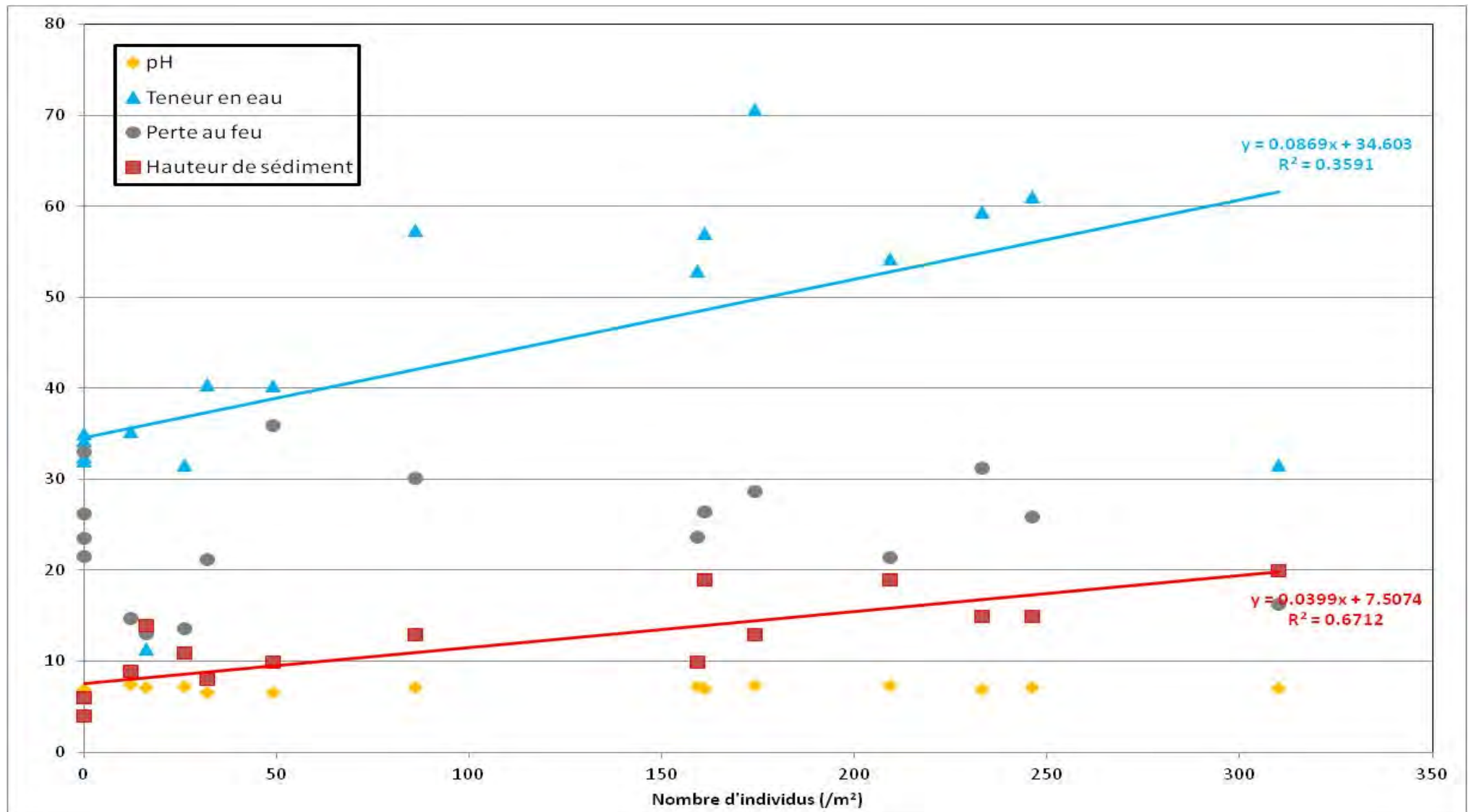
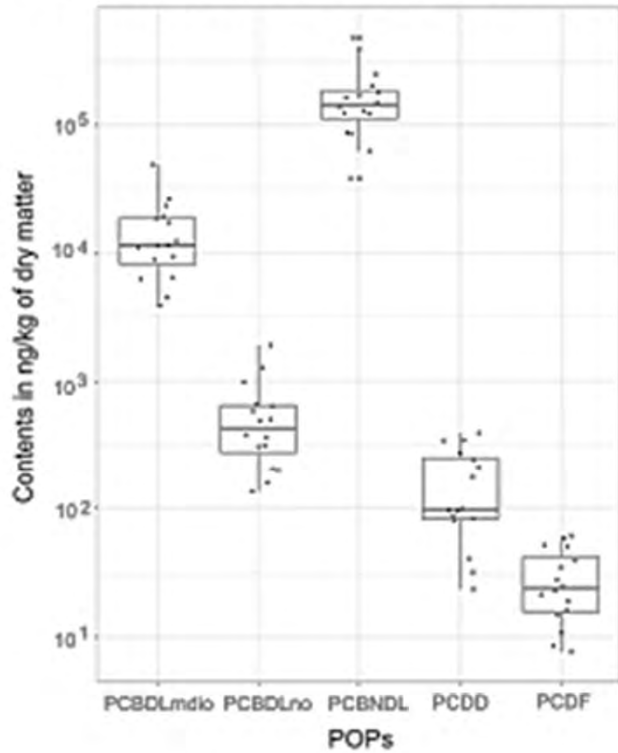


Figure 4 : Abundance per plot of earthworms. The percentage of juveniles is indicated in the green grid histograms. The number in bold is the total number of earthworms collected per plot.

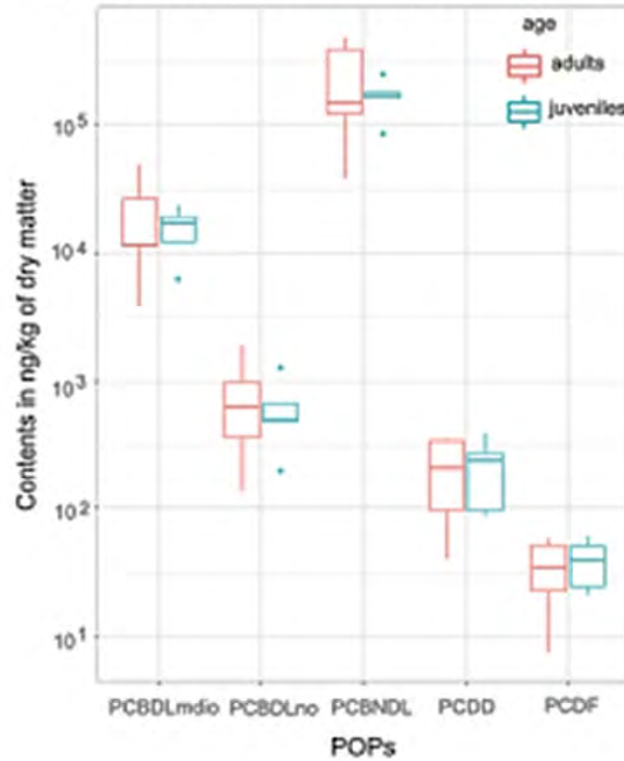
# Relation nombre d'individus VS *prop.* sédiment



a) Contents of pollutants in the total amount of earthworms



b) Contents of pollutants in adults (left) and juveniles (right)



c) Contents of pollutants in endogeics (left) and epigeics (right)

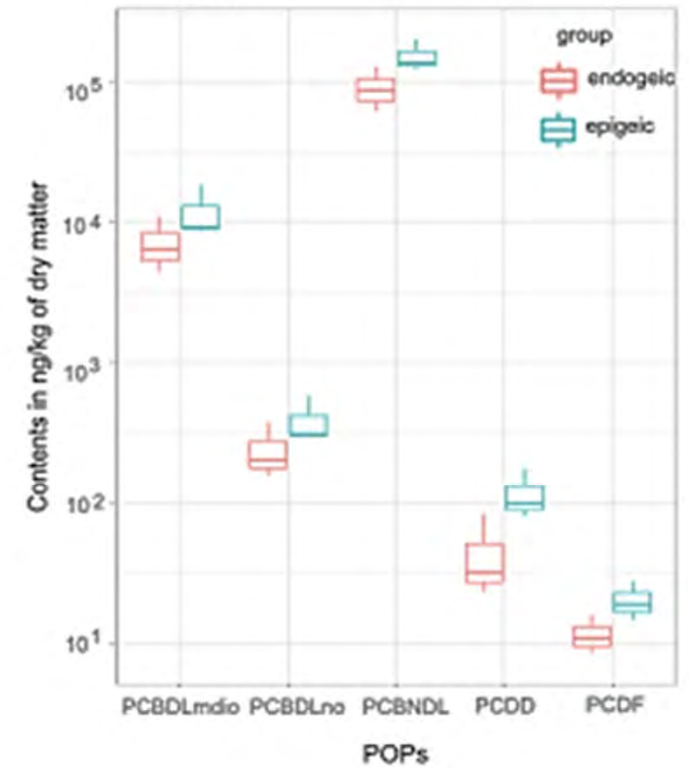


Figure 5: Contents of pollutants in earthworms according to each family of POPs. (a) There are two points per plot (one for juveniles, one for adults or one for epigeic, one for endogeic) for all the eight plots considered here (D2, DJ3, DJ5, DJ6, DJ7, DJ8, DJ10 and DJ16). Each point, per family, is the sum of all the congeners for one category on one plot. (b) Idem with adults and juveniles separated. (c) Idem with epigeic and endogeic separated.

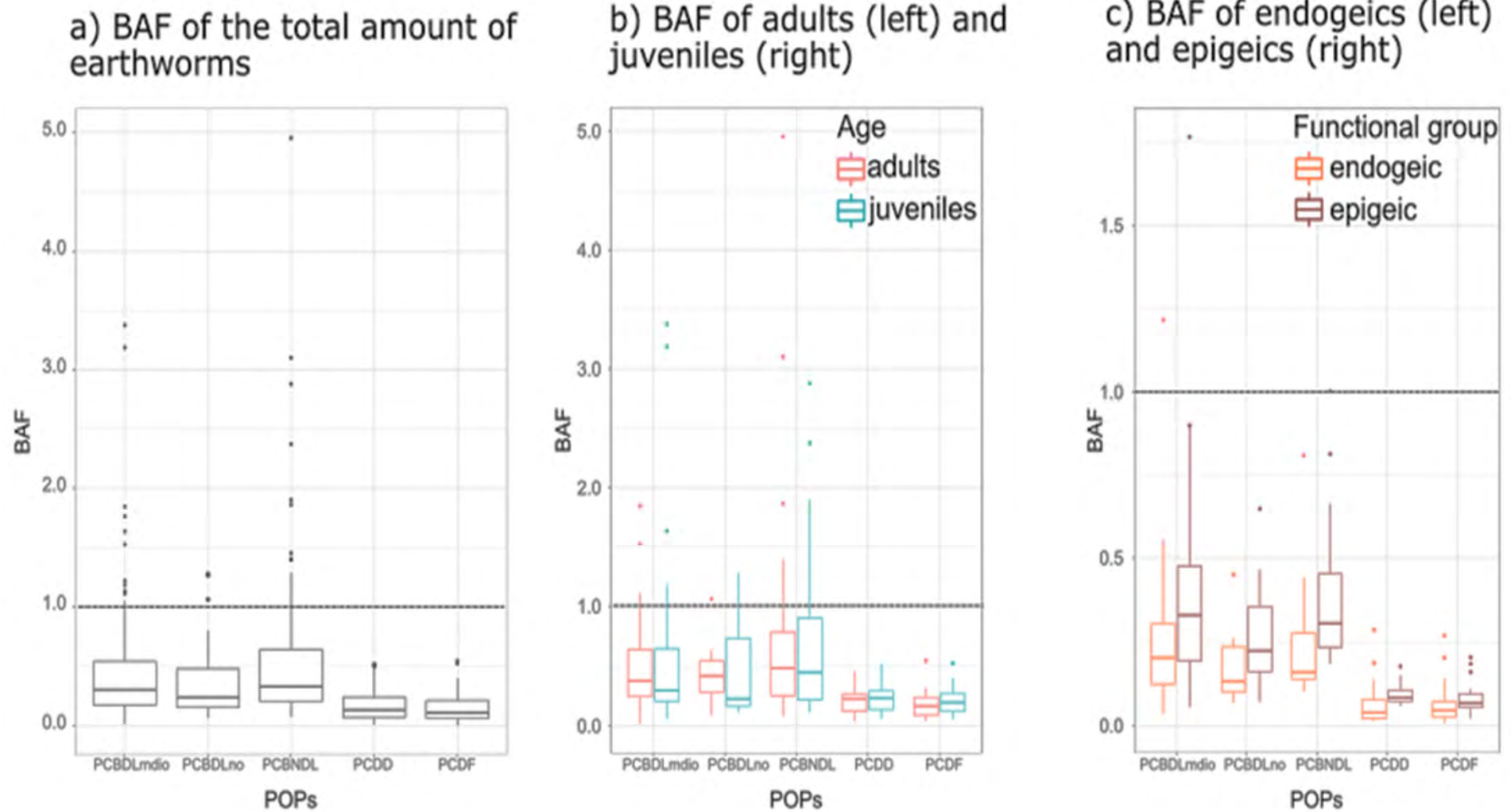
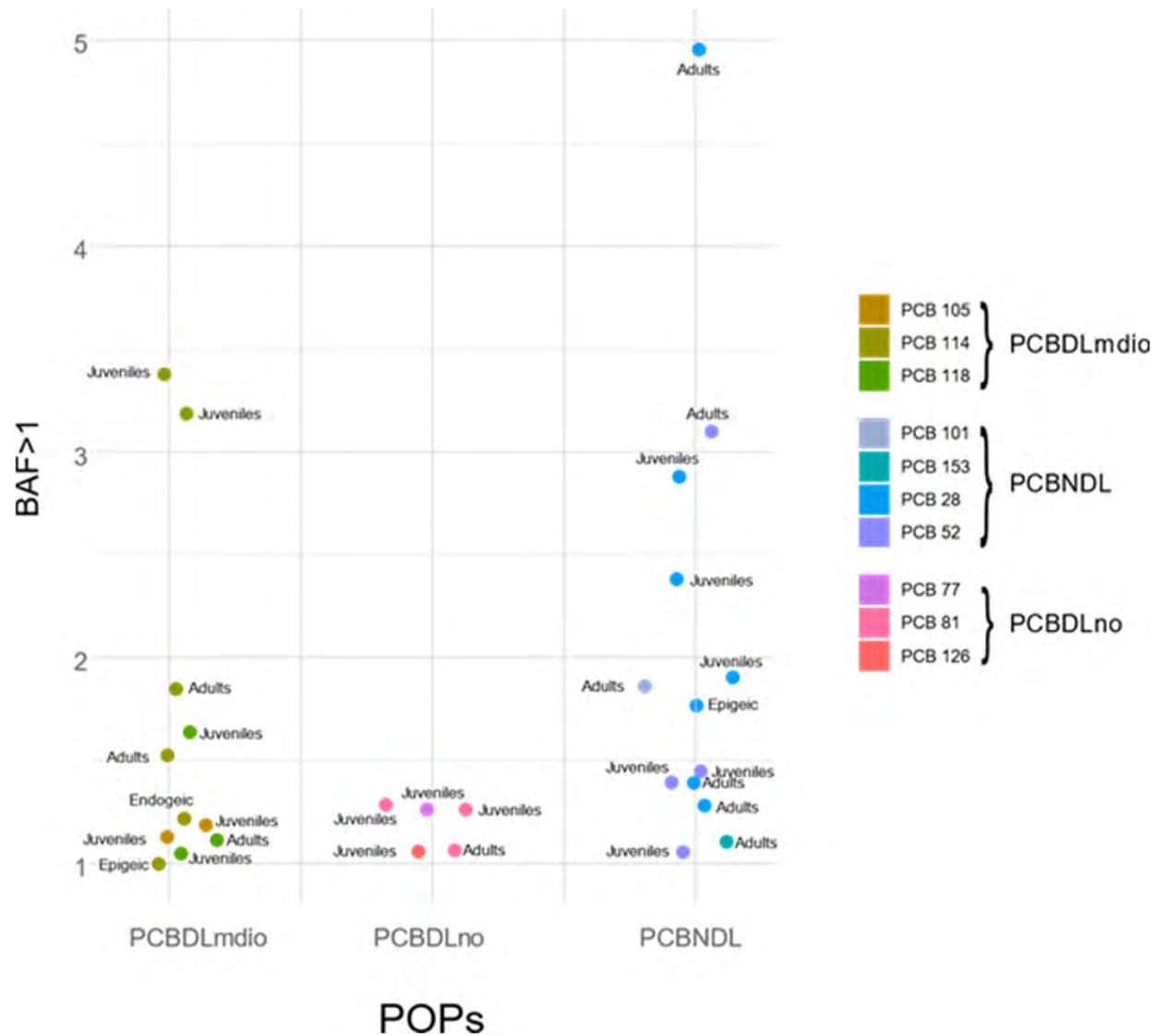


Figure 6 : Bioaccumulation factor according to the families of POPs with all values for each congener (8 plots\*2 categories (adults/juveniles or epigeic/endogeic)\*number of congeners per family) for (a) all earthworms, (b) adults and juveniles, (c) endogeic and epigeic.



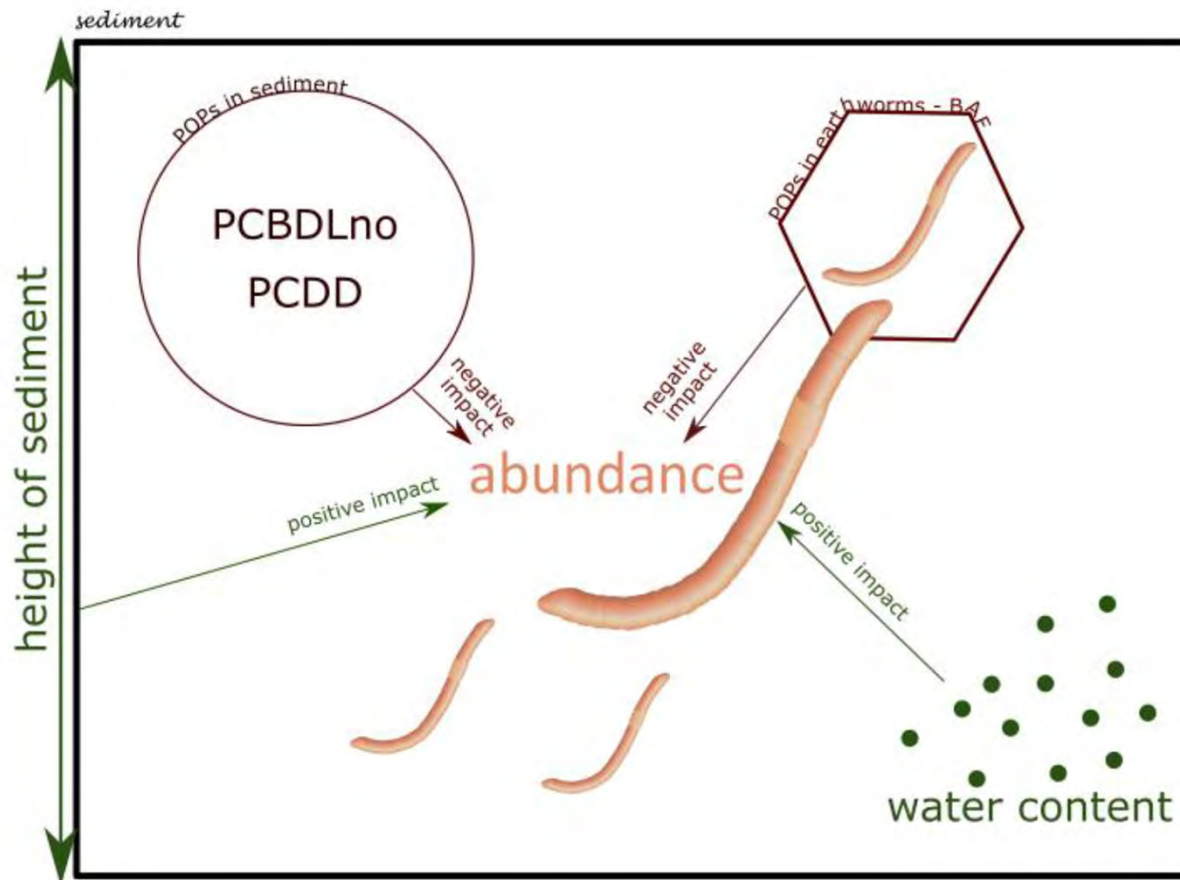
→ all the earthworms may be concerned by bioaccumulation.

→ Thus, the bioaccumulation strongly depends on congeners and may concern every category: juveniles, adults, epigeic and endogeic.

Figure 7 : BAF higher than one per family of POPs. The colors precise the congeners, and the categories (juveniles, adults, epigeic, endogeic) are given.



Pour conclure sur cet exemple de vers de terre dans un système artificiel de gestion des eaux pluviales



Perspective lien végétation !!!

# Conclusions générales (1)

Végétation plusieurs rôles

- Physique (infiltration...)
- Chimique (activité rhizosphérique, réacteur chimique  
..versus phytostabilisation?)
- et biologique

→ Voir fonctions/services écosystémiques

# A LA RECHERCHE DES MÉCANISMES

PROPOSITION D'UN MODELE CONCEPTUEL

Boucle et rétro-boucle du rôle direct et indirect des plantes sur la chute des particules et la hauteur de sédiment

Lien à faire avec circulation de l'eau et de ces polluants  
Collaboration avec « hydrologues/modélisateurs »

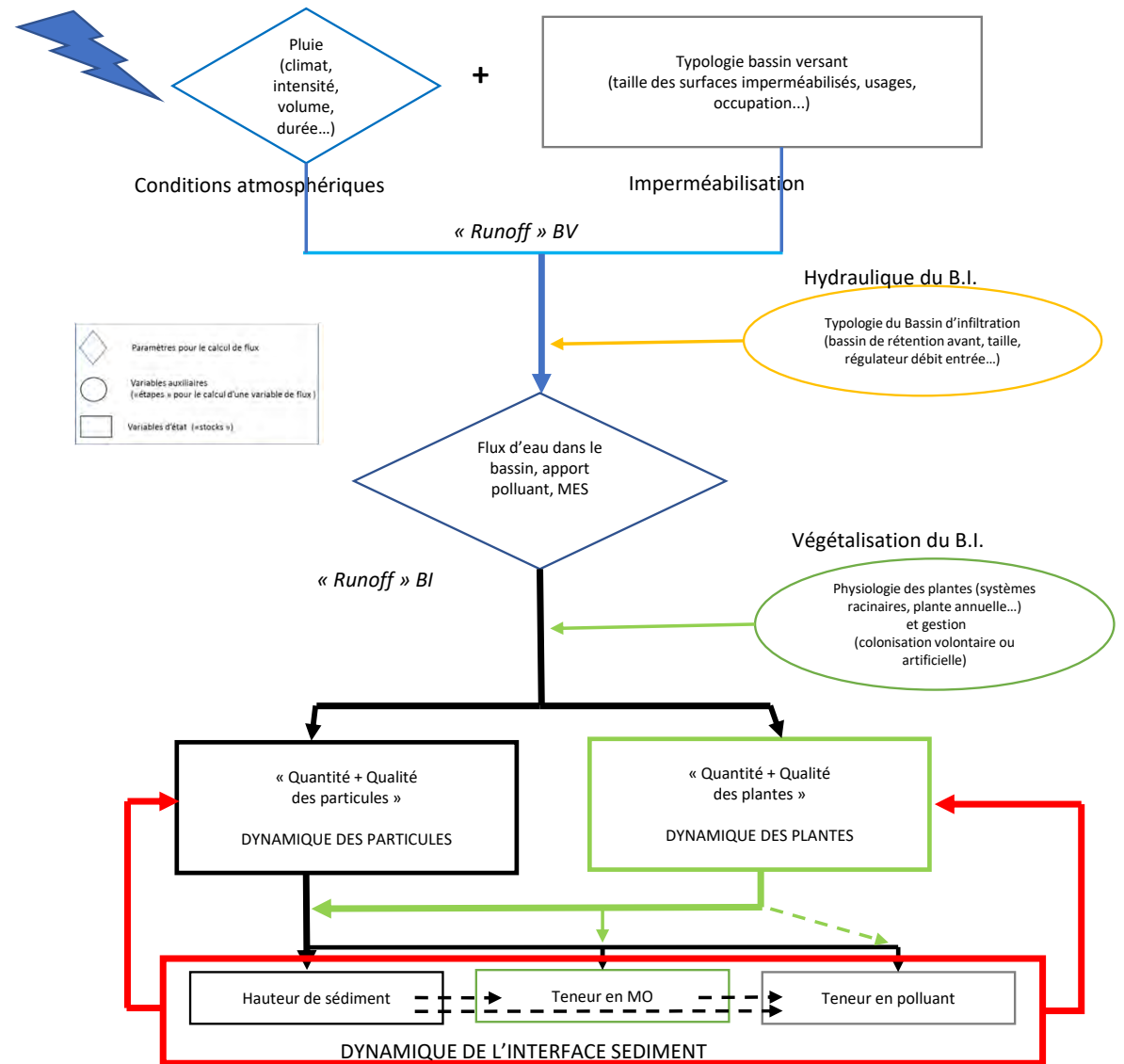


Schéma du modèle plante/sédiment urbain des bassins d'infiltration

# Conclusions générales (2)

Les BI doivent être pris en compte dans une démarche plus globale sur les questions urbaines pour ne pas avoir une approche « compartiment centrée »

Deux clés d'entrée: rôle dans le cycle de l'eau, rôle dans la dynamique des communautés végétales

- Acquérir des données de terrain sur ces ouvrages urbains

*dans le cadre d'observatoires et de stations expérimentales in situ en milieu urbain: Zones Ateliers, Sites d'observation... OTHU* 



- Partager les données produites par les différents acteurs pour co-construire ces connaissances
- Produire des modèles ou parvenir à formaliser les processus principaux en lien avec les données observées
  - Nécessité de travailler en pluridisciplinarité : génie civil et urbanisme encore dominants vs écologie/géochimie
    - Aider à imaginer, représenter la ville de demain dans le contexte du changement global et climatique

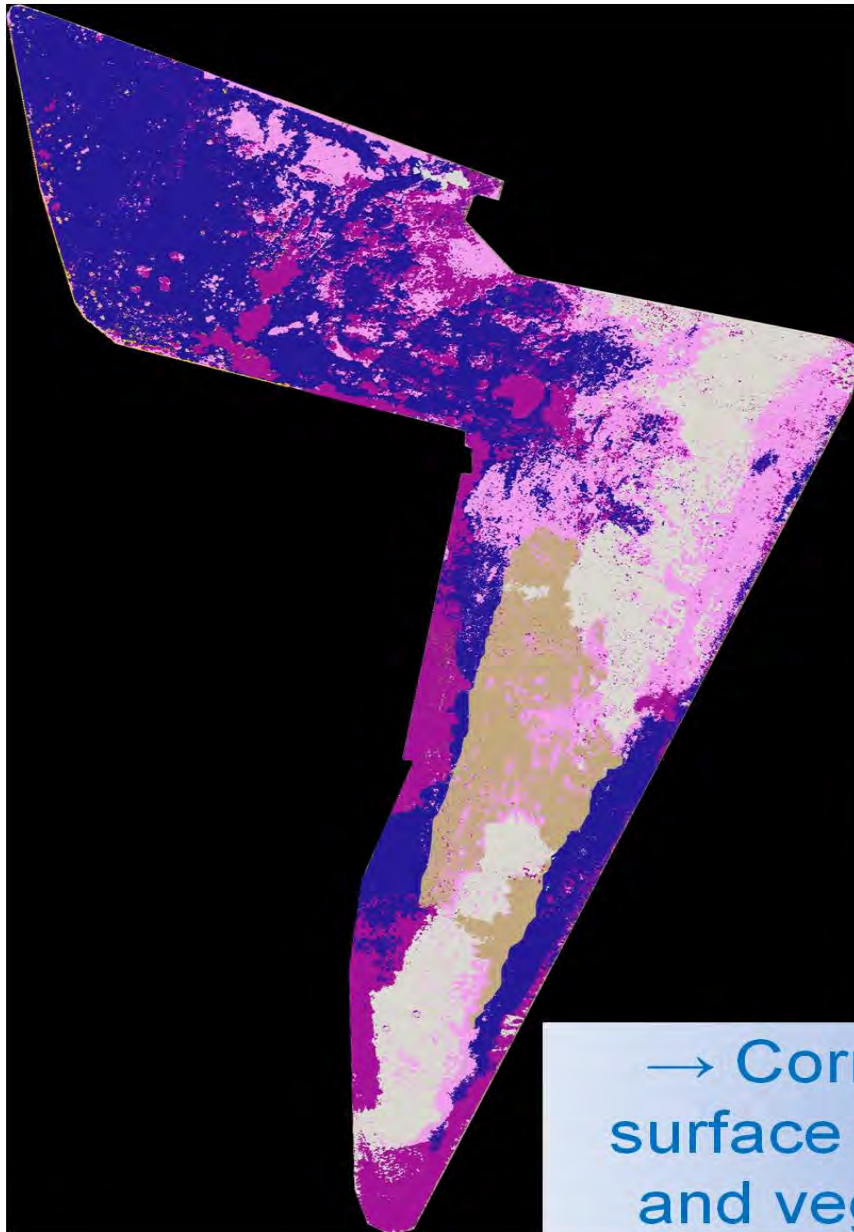
**Merci pour votre attention**

**Des questions ???**



# Quelques références bibliographiques

- G. Fernandes, O. Roques, L. Lassabatère, L. Sarles, A. Venisseau, P. Marchand, J.-P. Bedell (2022). Influence of edaphic conditions and persistent organic pollutants on earthworms in an infiltration basin. *Environmental Pollution*, 2022 Jul 1; 304:119192. <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2022.119192>
- **Jean-Philippe Bedell**, Hechelski Marie, Saulais Muriel, Lassabatère Laurent (2021). Occurrence, spatial distribution and repartition of plants on contaminated sediments in two urban stormwater basins during 12 years. *Ecological Engineering*, Volume 172, December 2021, 106400. <https://doi.org/10.1016/j.ecoleng.2021.106400>.
- Coelho C., Foret, C., Bazin C., Leduc L., Hammada M., and **Bedell J.P.** (2018). Bioavailability and bioaccumulation of heavy metals of several soils and sediments (from industrialized urban areas) for *Eisenia fetida*. *STOTEN*, 635, 1317-1330. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2018.04.213>
- Anne-Marie Aucour, **Jean-Philippe Bedell**, Marine Queyron, Romain Tholé, Aline Lamboux, Géraldine Sarret (2017). Zn speciation and stable isotope fractionation in a contaminated urban wetland soil-Typha latifolia system. *Environmental Science and Technology*, 51 (15), pp 8350–8358. DOI: 10.1021/acs.est.6b02734.
- Anne-Marie Aucour, **Jean-Philippe Bedell**, Marine Queyron, Valérie Magnin, Denis Testemale, Géraldine Sarret (2015). Dynamics of Zn in an urban wetland soil-plant system: coupling isotopic and EXAFS approaches. *Geochimica et Cosmochimica Acta* 160 : 55-69. <https://doi.org/10.1016/j.gca.2015.03.040>
- **J.-P. Bedell**, B. Mourier, J. Provot and T. Winiarski (2013). Influences on the establishment and dominance of vegetation in stormwater infiltration basins. *Water Sciences and Technology* 68(12): 2576-2583. DOI: 10.2166/wst.2013.526
- Alain Manceau, Alexandre Simionovici, Martine Lanson, Jonathan Perrin, Rémi Tucoulou, Sylvain Bohic, Sirine C Fakra, Matthew A Marcus, **Jean-Philippe Bedell** and Kathryn L Nagy (2013) *Thlaspi arvense* binds Cu(II) as a bis-(L-histidinato) complex on root cell walls in an urban ecosystem. *Metalomics* : DOI :10.1039/c3mt00215b
- Carolina Gonzalez-Merchan, Sylvie Barraud, **Jean-Philippe Bedell** (2013). Influence of spontaneous vegetation in stormwater infiltration system clogging. *Environmental Science and Pollution Research*. 21 (8), 5419-5426. DOI 10.1007/s11356-013-2398-y
- Amelène El-Mufleh, Béatrice Béchet, Véronique Ruban, Michel Legret, Blandine Clozel, Sylvie Barraud, Carolina Gonzalez-Merchan, **Jean-Philippe Bedell**, Cécile Delolme (2013). Physical and chemical characterizations of contaminated sediments from two urban stormwater infiltration basins - A synthesis of two decades of works and recommendations for sediment management in the framework of the French observatory for urban hydrology (SOERE URBIS) *Environmental Science and Pollution Research*, 21(8), 5329-5346. DOI 10.1007/s11356-013-2490-3
- **Bedell Jean-Philippe**, Saulais Muriel, Delolme Cécile (2013). « Rôle de la végétation sur l'évolution des caractéristiques physico-chimiques des sédiments déposés dans un bassin d'infiltration des eaux pluviales. » *Etudes et de Gestion des Sols*, Volume 20 (2), 27-38. <https://hal.archives-ouvertes.fr/halsde-00870023>
- Thèse de Muriel Saulais (2011). Colonisation végétale des bassins d'infiltration et de rétention. Caractérisation de la flore et évolution des caractéristiques physico-chimiques de l'horizon de surface végétalisé.). Soutenue le 15 novembre 2011, 245 p



**Vegetation patterns  
(April 2008)  
and vegetated areas**

**Submerged vegetation  
(water level min 5 cm).  
37.2%**



**Above water level vegetation  
(water level min 5 cm).  
16.2%**

**Fresh area with water  
(less than 5 cm).  
9.1%**



**Area dry;  
minimal vegetation.  
20.7%**











**Area dry and rocky;  
sparse vegetation.  
16.8%**



→ Correlation between  
surface water occurrence  
and vegetation patterns



Legend of vegetation patterns obtained for June 2008

	Water
	Dominated by <i>Phalaris arundinacea</i>
	Dominated by <i>Eleocharis palustris</i> , <i>Schoenoplectus tabernaemontani</i> , <i>Typha latifolia</i>
	Dominated by <i>Polygonum mite</i>
	Dominated by <i>Rumex crispus</i>
	Dominated by <i>Senecio inaequidens</i> and <i>Erigeron annuus</i>
	Dominated by mixed plants of <i>Rumex crispus</i> , <i>Phalaris arundinacea</i> , <i>Polygonum mite</i> , <i>Artemisia vulgaris</i>
	Bare substrate, very little vegetation

Vegetated areas between 2008 to 2009

9.8 to 10.7 %	↔
12.5 to 3.9 %	↓
5.9 to 4.8 %	↔
9.3 to 14.3 %	↑
29.9 to 35.2 %	↑
11.5 to 16.1 %	↑
20 to 14.1 %	↓