



VéGéTALi

Valorisation et Développement du **GENIE VEGETAL** sur les cours d'eau de La Réunion

Le génie végétal ou solutions de stabilisation des berges inspirées par la nature

INRAE



COTECH Risques
26 février 2026

Projet porté par Chloé MERIEL, Anouk PITEAU et Estelle CROCHELET (ARBRE)
En Partenariat avec **INRAE Grenoble** : André EVETTE et Alain RECKING





Le projet VEGETALi

Les techniques





Le projet VEGETALi

Les 3 phases du projet



1 Étude de faisabilité (2023-2025)

Définition des différents types de ripisylves de La Réunion desquels s'inspirer pour le développement du génie végétal

2 Déploiement expérimental (2026-2028)

Expérimentation ex-situ

Etudier les traits biotechniques des végétaux en vue d'une utilisation en génie végétal

Expérimentation in-situ

Évaluer l'utilisation des espèces pré-sélectionnées en conditions de chantiers de génie végétal

3 Transmission des connaissances

Formation des acteurs locaux et diffusion des résultats.
Développement d'une filière socio-économique en génie végétal sur le territoire de La Réunion

Le projet VEGETALi

1 La première phase (2023-2025)

“Typologie des ripisylves de La Réunion
et proposition d'espèces utilisables en génie végétal”

Porteur de projet
Agence de Recherche pour la
Biodiversité à La Réunion



Partenariat de Recherche
INRAE Grenoble



Financements
170k€



Partenaires techniques



Volkameria





La première phase (2023-2025)

Relevés de terrain (juin-sept. 2024)



Observation de modèles naturels desquels s'inspirer pour le génie végétal

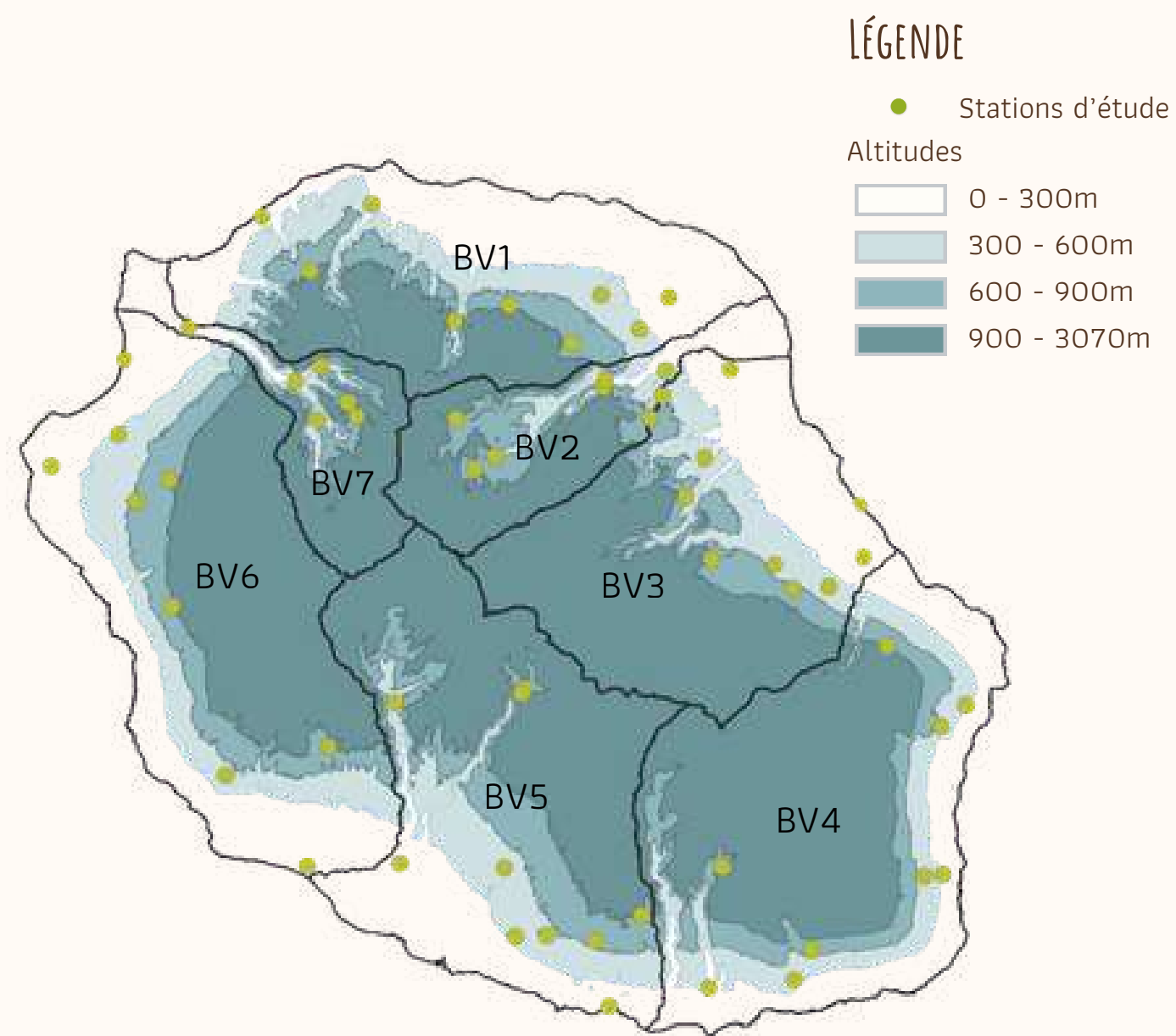


60 stations inventoriées

7 bassins hydrographiques
3 limites altitudinales
(0-300m ; 300-600m ; 600-900m)

1 Relevé hydromorphologique
1 Relevé flore par rive

soit 120 ripisylves en rivières et ravines

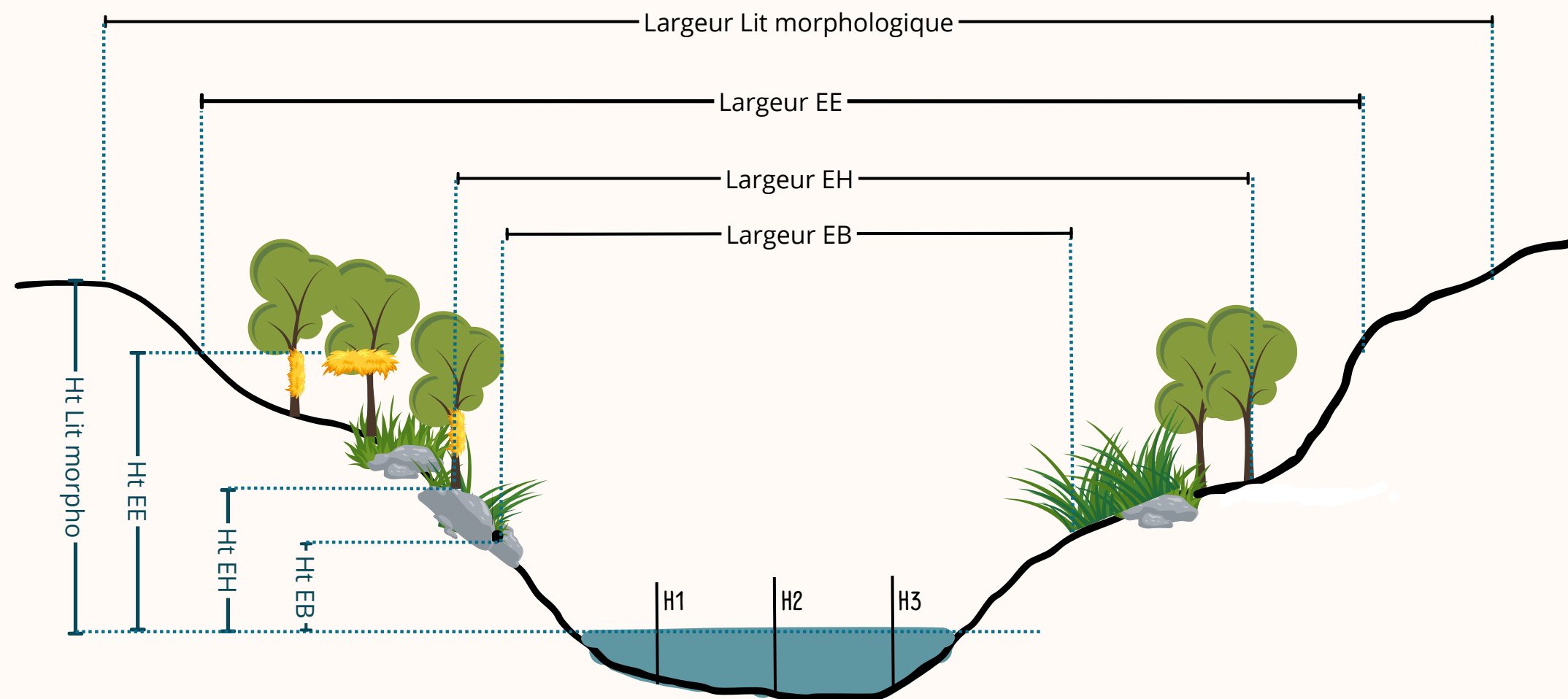




La première phase (2023-2025)

Relevés de terrain

Rappel du protocole



Le transport solide correspond au charriage des sédiments grossiers des cours d'eau par les crues successives

La contrainte tractrice correspond à la force de frottement de l'eau sur les berges. Lorsqu'elle atteint un seuil critique, elle peut mettre en mouvement les matériaux du fond du lit et de la berge.

RELEVÉ ABIOTIQUE

Données "EAU"

- Présence d'écoulement
- Paramètres physico-chimiques [température, conductivité, PH, oxygène dissous]

Données "LIT"

- Relevés topographiques en fonction de 3 hauteurs d'eau [Eaux Basses, Eaux Hautes, Eaux Exceptionnelles]
- Granulométrie dominante
- Pente de la station
- Transport solide observé
- Calcul de la contrainte tractrice

Vitesse d'écoulement à partir du débit SHYREG connu (Rickenmann and Recking, 2011) :

$$\frac{U}{\sqrt{gSD_{84}}} = 1.443q^{*0.6} \left[1 + \left(\frac{q^*}{43.78} \right)^{0.8214} \right]^{-0.2435}$$

Contrainte tractrice à partir de la hauteur d'eau (fonction du débit et de la largeur) et la pente du lit :

$$\tau = \rho \cdot g \cdot h \cdot S$$



La première phase (2023-2025)

Relevés de terrain

Rappel du protocole

RELEVÉ ABIOTIQUE

Données "EAU"

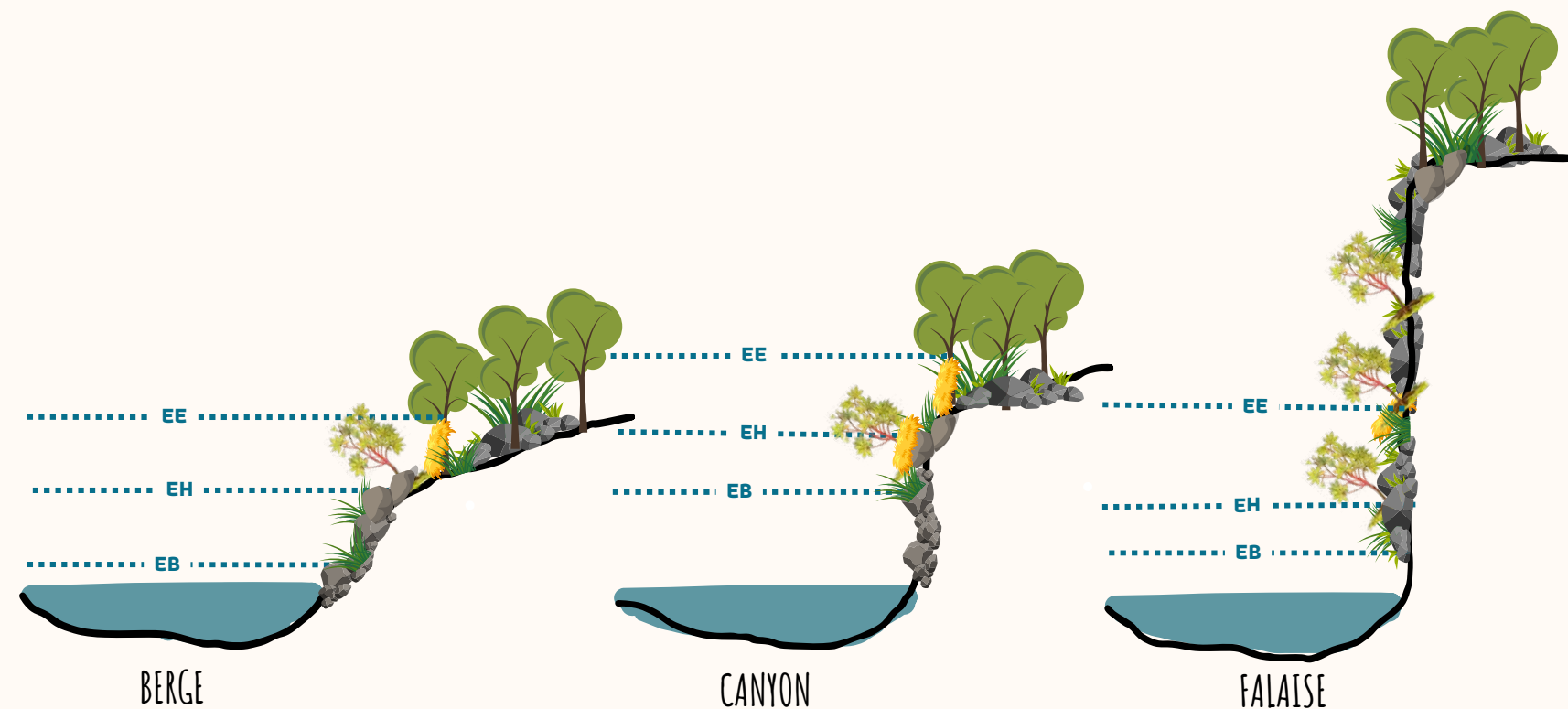
- Présence d'écoulement
- Paramètres physico-chimiques [température, conductivité, PH, oxygène dissous]

Données "LIT"

- Relevés topographiques en fonction de 3 hauteurs d'eau [Eaux Basses, Eaux Hautes, Eaux Exceptionnelles]
- Granulométrie dominante
- Pente de la station
- Transport solide observé
- Calcul de la contrainte tractrice

Données "BERGE"

- Typologie de la berge [Berge, Canyon, Falaise]
- Pente des berges
- Caractérisation des matériaux de berge
- Caractérisation des matériaux du pied de berge
- Connexion entre les houppiers de la rive droite et gauche
- Continuité des ripisylves





La première phase (2023-2025)

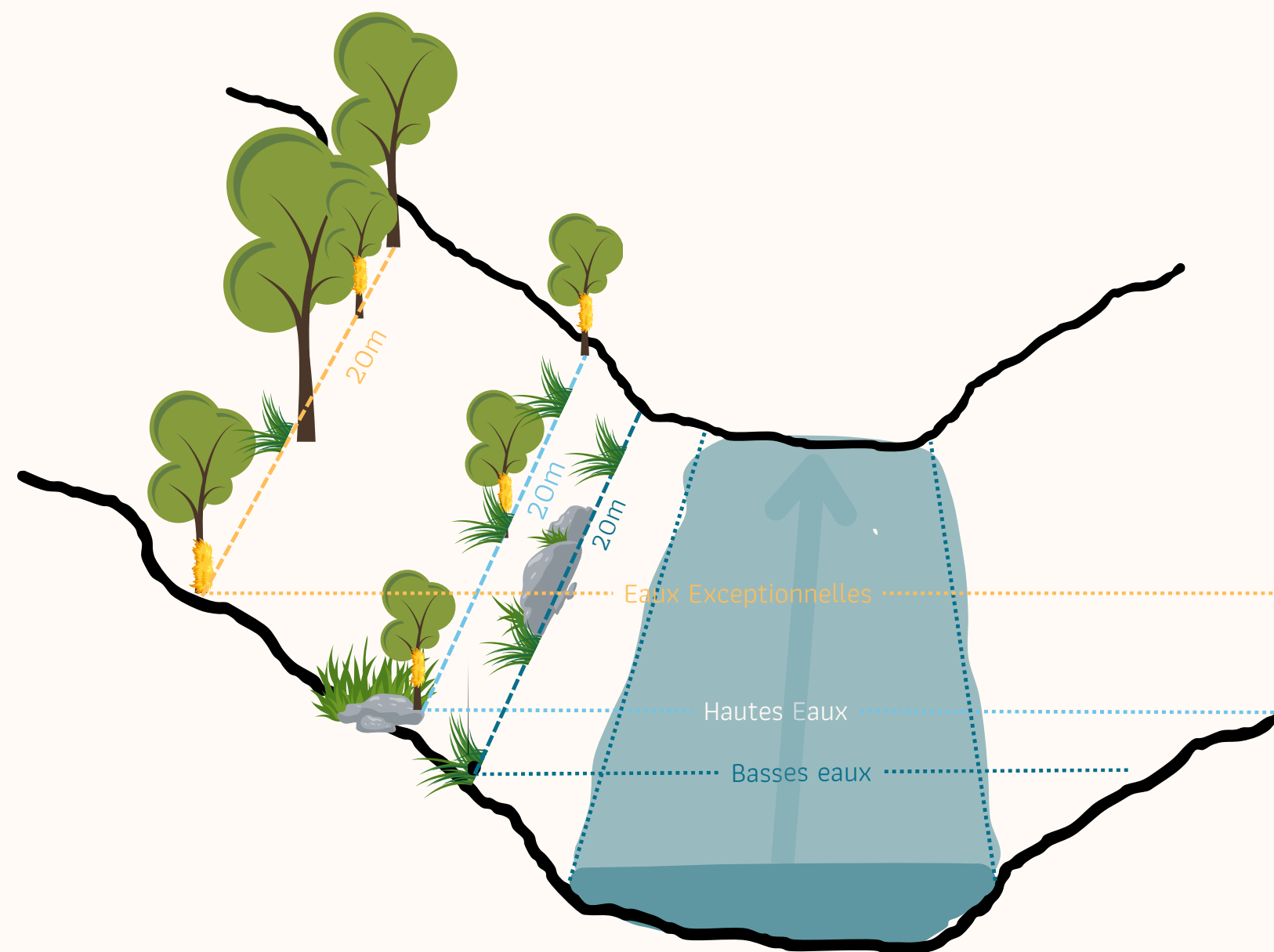
Relevés de terrain

Rappel du protocole

RELEVÉ BIOTIQUE

Données "RIPISYLVE"

- Relevé linéaire sur 3 transects de 20m, correspondant aux 3 niveaux d'eau, en rive droite et en rive gauche
- Relevé linéaire adaptable au type de berge [berge, canyon, falaise] et à son accessibilité
- Recouvrement par espèce et par strate : Herbacée [$<1\text{m}$], Arbustive [$1-5\text{m}$], Arborée [$>5\text{m}$]
- Présence/absence de chaque espèce sur les 3 niveaux d'eau
- Statut d'indigénat [endémique, indigène, exotique, cryptogène]





La première phase (2023-2025)

Résultats Ripisylves

Variables abiotiques

120

Ripisylves inventoriées



8

Groupes abiotiques



Matériaux de berge en blocs

B1

B2

Cours d'eau étroit
Cours d'eau large

Matériaux de berge en roche mère

RM1

RM2

Avec transport solide observé
Sans transport solide observé

Rivières alluviales

A1

A2

Matériaux à blocs ou en roche mère en berge
Matériaux alluviaux en berge

Matériaux en terre végétale

TV1

TV2

Les rivières colluviales
Les chenaux lenticques

La première phase (2023-2025)



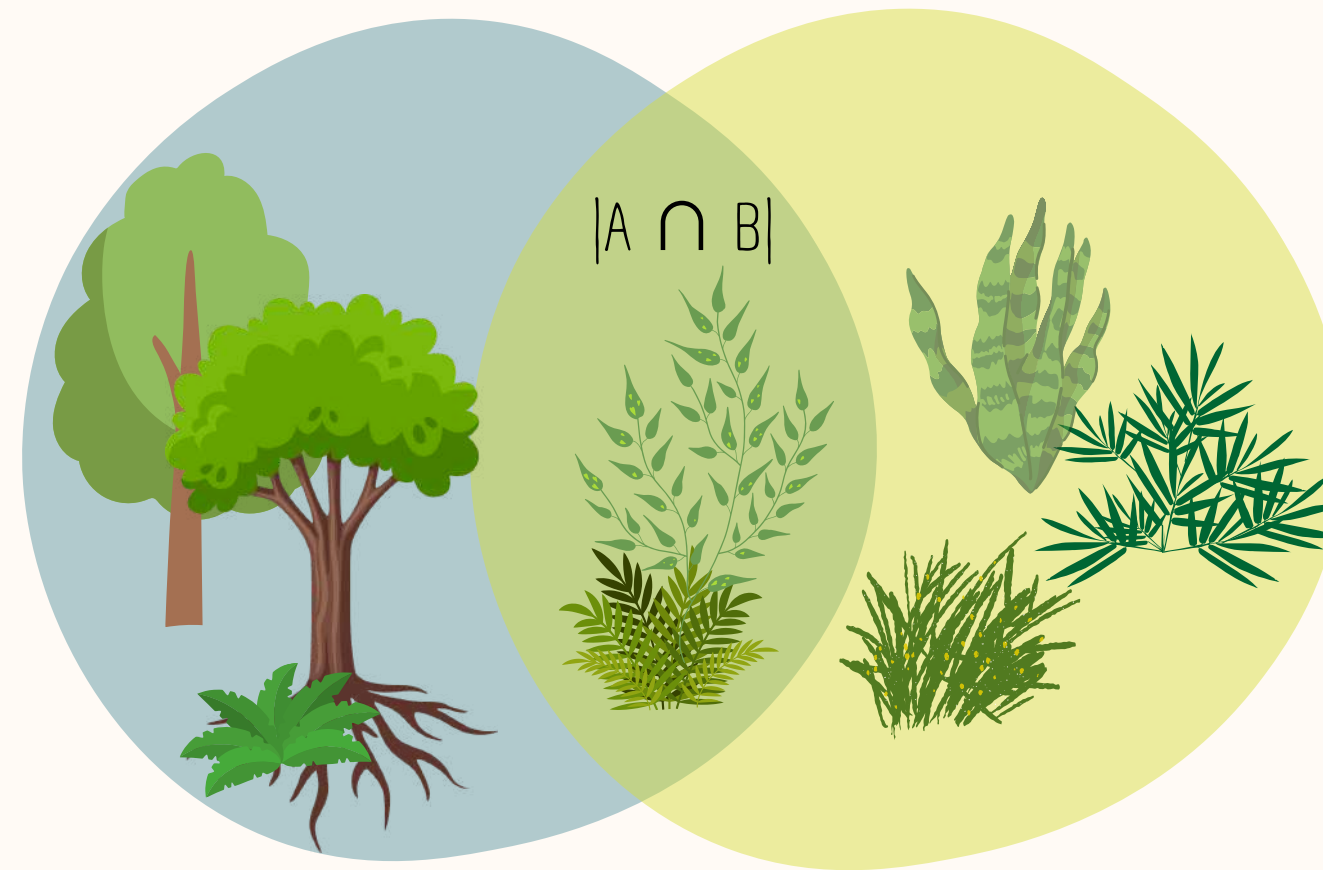
Résultats Ripisylves

Variables biotiques

2 Puis analyse des variables biotiques

Quelles sont les espèces présentes sur ces différents groupes abiotiques

Utilisation d'une classification ascendante hiérarchique avec l'indice de dissimilarité de Jaccard



Sous groupes Flore créés au sein de chaque groupe abiotique **avec des similarité allant de 8 à 27%**

$$J(A, B) = |A \cap B| / |A \cup B|$$

$|A \cap B|$ représente le nombre d'éléments communs
 $|A \cup B|$ représente le nombre total d'éléments uniques

La première phase (2023-2025)

Résultats Ripisylves

8

Groupes abiotiques

Matériaux de berge en blocs

B1

Cours d'eau
étroit

4 groupes
Flore

B2

Cours d'eau
large

3 groupes
Flore

Matériaux de berge en roche mère

RM1

Avec transport solide
observé

3 groupes
Flore

RM2

Sans transport solide
observé

3 groupes
Flore

Rivières alluviales

A1

Matériaux à blocs ou en
roche mère en berge

2 groupes
Flore

A2

Matériaux alluviaux en
berge

3 groupes
Flore

Matériaux en terre végétale

TV1

Les rivières
colluviales

1 groupe
Flore

TV2

Les chenaux
lentiques

1 groupe
Flore

20

Types de ripisylves

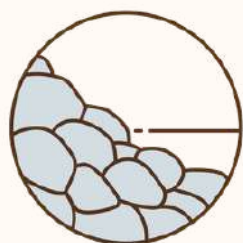


La première phase (2023-2025)

Les fiches ripisylves

Matériaux en berge

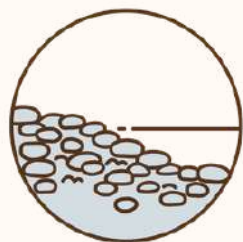
Blocs



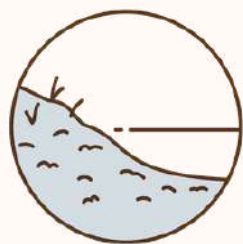
Roche mère



Alluvions



Terre végétale



Strate dominante

Herbacée



Arbustive



Arborée



Végétation dominante

Dégradée



Relictuelle



Indigène





La première phase (2023-2025)

Les fiches ripisylves ?

Copier ce modèle naturel

Ajout d'un indice de stabilité, basé sur :

- La présence de zones d'érosion ou non
- La part de substrat visible et non maintenu par la végétation et/ou les systèmes racinaires
- Le recouvrement du sol par la végétation avec un maintien des sédiments fins

Faible



Forte



Modérée



Très forte



Une justification de l'indice de stabilité est apportée sur chaque fiche afin de comprendre le comportement de la végétation avec son substrat

Les 20 fiches ripisylves



Sont consultables
sur le site vegetali.re



La première phase (2023-2025)

Les fiches ripisylves



STATIONS ÉCHANTILLONNÉES

Bras des Lianes, Bras Laurent, Bras Piton, Ravine Montplaisir

TYPE 10

L'écoulement se fait sur la roche mère. Le cours d'eau est étroit et présente un lit à pente modérée. La roche peut former des irrégularités pouvant atteindre la taille de blocs rocheux de l'ordre du métrique. Des blocs de taille variée sont présents en fond de lit et témoignent de la forte dynamique torrentielle du cours d'eau. Les berges sont en roche mère très inclinées et forment par endroits des parois verticales.

La ripisylve est caractérisée par une végétation arborée indigène et présente une très forte stabilité à l'érosion. Les espèces indigènes sont représentées en forte densité sur l'ensemble des strates. Quelques poches d'espèces exotiques sont présentes sur les strates arbustives et herbacées notamment. De nombreuses espèces indigènes présentent une régénération naturelle.



HERBACÉES

- | | |
|-------------------------------|-------------------------------------|
| 1 <i>Ageratina riparia</i> | 2 <i>Machaerina iridifolia</i> |
| 3 <i>Paspalum paniculatum</i> | 4 <i>Strobilanthes hamiltoniana</i> |

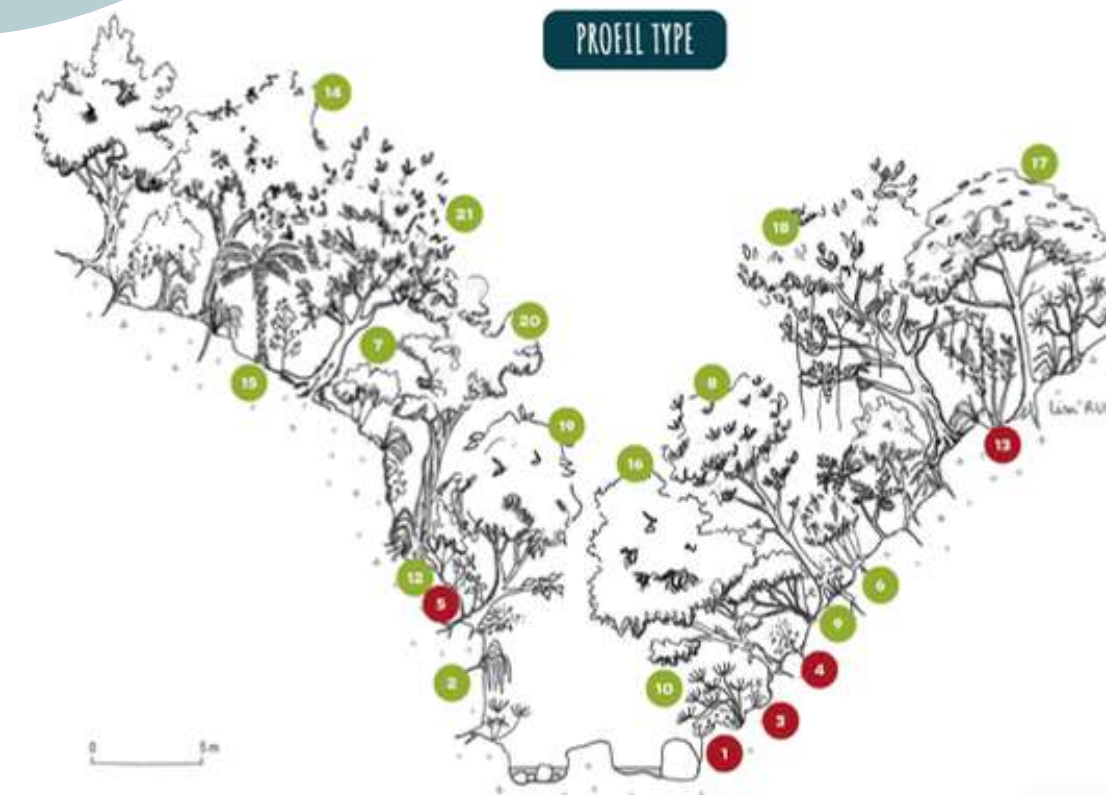
ARBUSTIVES

- | | |
|-------------------------------|-----------------------------------|
| 5 <i>Ardisia crenata</i> | 6 <i>Doratoxylon apetalum</i> |
| 7 <i>Erica reunionensis</i> | 8 <i>Gaertnera vaginata</i> |
| 9 <i>Hubertia ambavilla</i> | 10 <i>Moeroris phillyreifolia</i> |
| 11 <i>Pandanus montanus</i> | 12 <i>Pittosporum senacia</i> |
| 13 <i>Psidium cattleianum</i> | |

ARBORÉES

- | | |
|--------------------------------|-------------------------------|
| 14 <i>Agarista salicifolia</i> | 15 <i>Alsophila sp.</i> |
| 16 <i>Aphloia theiformis</i> | 17 <i>Dombeya ficulnea</i> |
| 18 <i>Ficus mauritiana</i> | 19 <i>Hancea integrifolia</i> |
| 20 <i>Nuxia verticillata</i> | 21 <i>Syzygium cymosum</i> |

PROFIL TYPE



CARACTÉRISTIQUES

Altitude [680-780m]	Matériaux en berge Blocs	Pente moyenne du lit Modérée, 7% [3-9%]
Pluviométrie moyenne 4430 mm/an	Contrainte en berge Forte, 1000 N/m²	Largeur moyenne du lit Étroite, 12m [9-15m]
Présence d'écoulement Quasi permanent	Pente moyenne de berge 57° [30-80°]	Granulométrie dominante du lit Blocs >256mm]
Fermeture du milieu Ouvert	Transport solide observé Oui	



INDICE DE STABILITÉ

Ripisylve à très forte stabilité

- **Strate arborée bien implantée et dense**, assurant un très bon ancrage des berges
- **Végétation arbustive et herbacée dense et continue**, limitant l'exposition du sol et jouant un rôle stabilisateur efficace
- **Substrat en grande partie couvert ou stabilisé par la végétation**, garantissant une bonne stabilité et limitant les risques d'érosion



La première phase (2023-2025)

Analyses Flore GV

L'**occurrence** et le **recouvrement global** de chaque espèce sur l'ensemble des relevés. Une espèce observée sur plusieurs types présente une **forte adaptabilité** utile dans l'implantation dans de futurs aménagements de génie végétal.



HERBACÉES

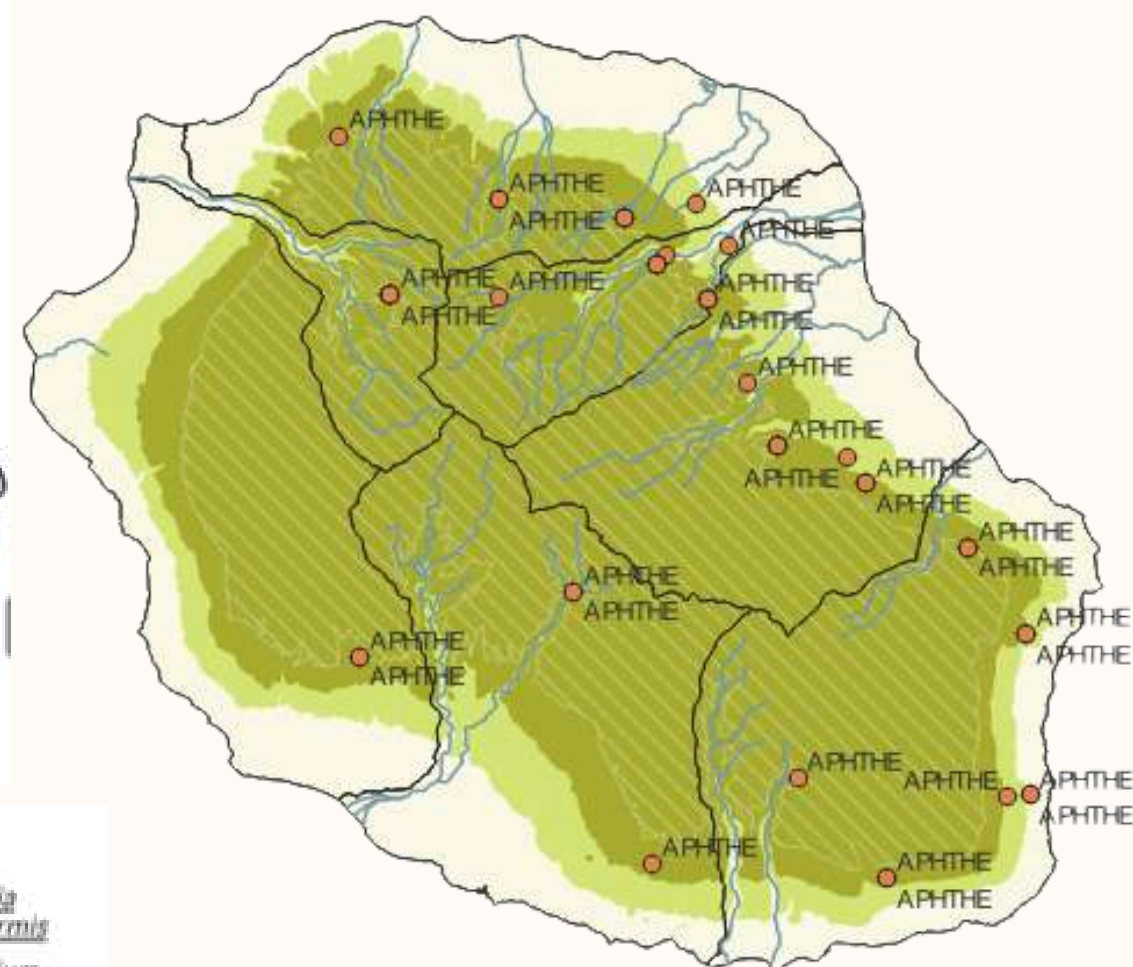
- | | |
|-----------------------------------|---------------------------------|
| 1 <i>Eleocharis acicularis</i> | 2 <i>Hedychium gardnerianum</i> |
| 3 <i>Miconia crenata</i> | 4 <i>Nephrolepis biserrata</i> |
| 5 <i>Selaginella selaginoides</i> | |

ARBUSTIVES

- | | |
|-------------------------------|---------------------------------|
| 6 <i>Ardisia crenata</i> | 7 <i>Chassalia corallioides</i> |
| 8 <i>Pandanus rufurascens</i> | 9 <i>Psidium cattleianum</i> |

ARBORÉES

- | | |
|-----------------------------|------------------------------|
| 10 <i>Agave salicifolia</i> | 11 <i>Azadirachta indica</i> |
| 12 <i>Mangifera indica</i> | 13 <i>Syzygium jambos</i> |



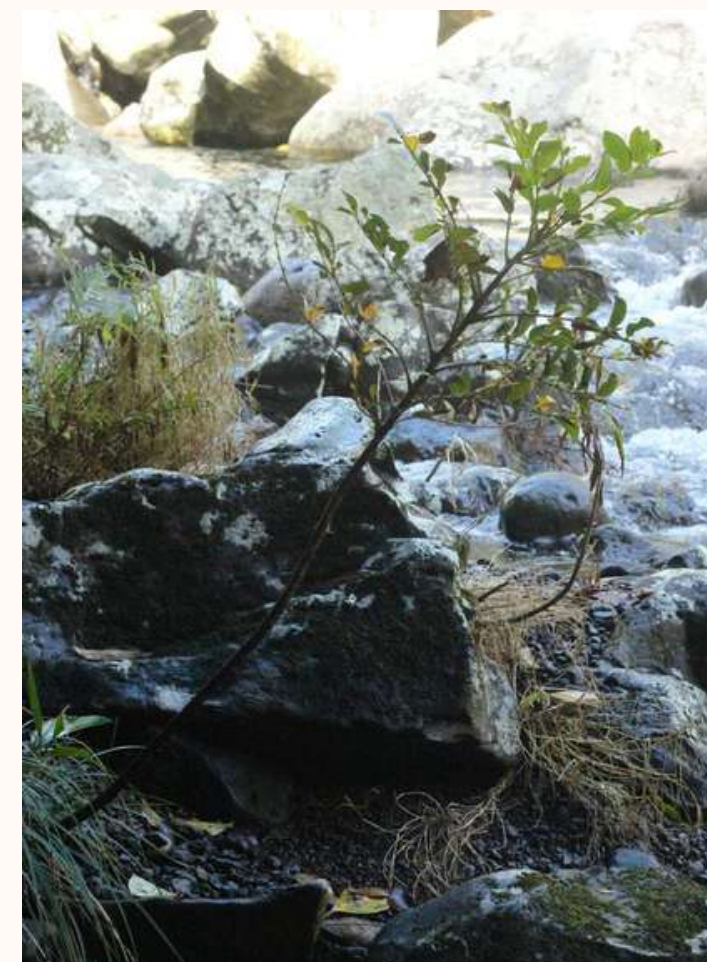
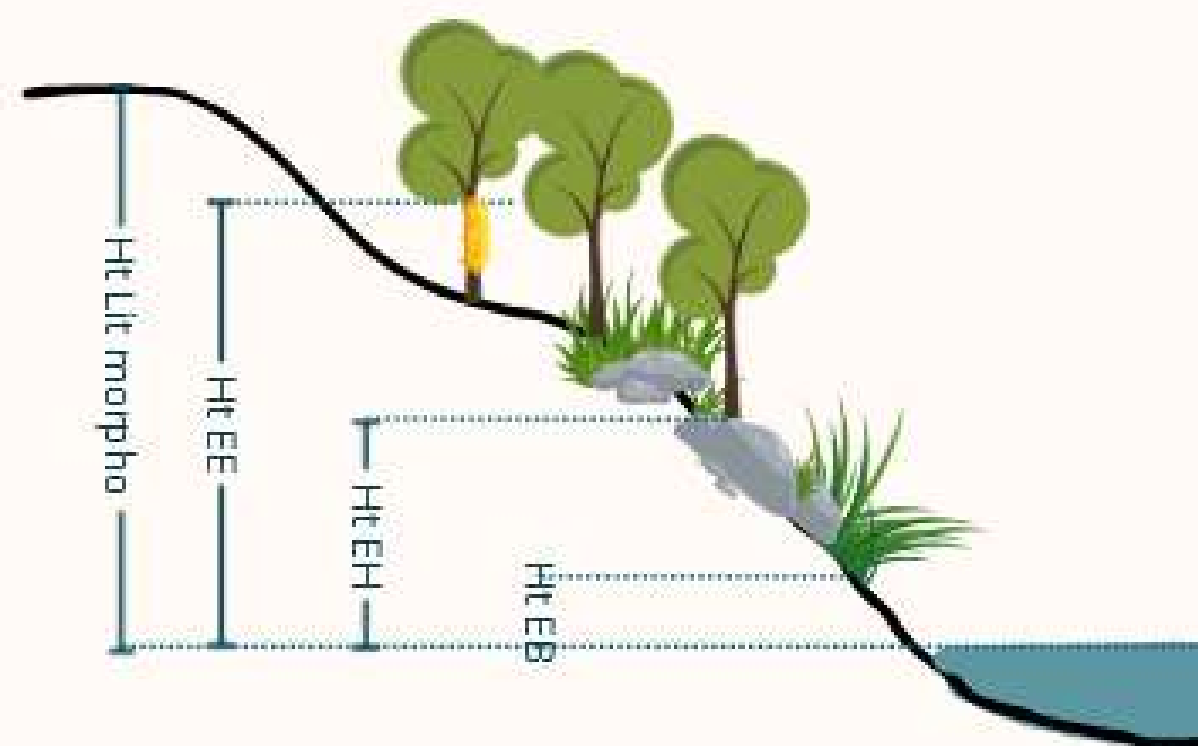


La première phase (2023-2025)

Analyses Flore GV



L'**occurrence** de chaque espèce selon les différentes hauteurs d'eau (basses eaux (EB), hautes eaux (EH) et eaux exceptionnelles (EE)) pour évaluer la **capacité à la submersion** et sa **position en berge**





La première phase (2023-2025)

Analyses Flore GV

L'occurrence et le recouvrement de chaque espèce par strate.
Connaître le type biologique et la capacité de l'espèce à se **régénérer naturellement**.



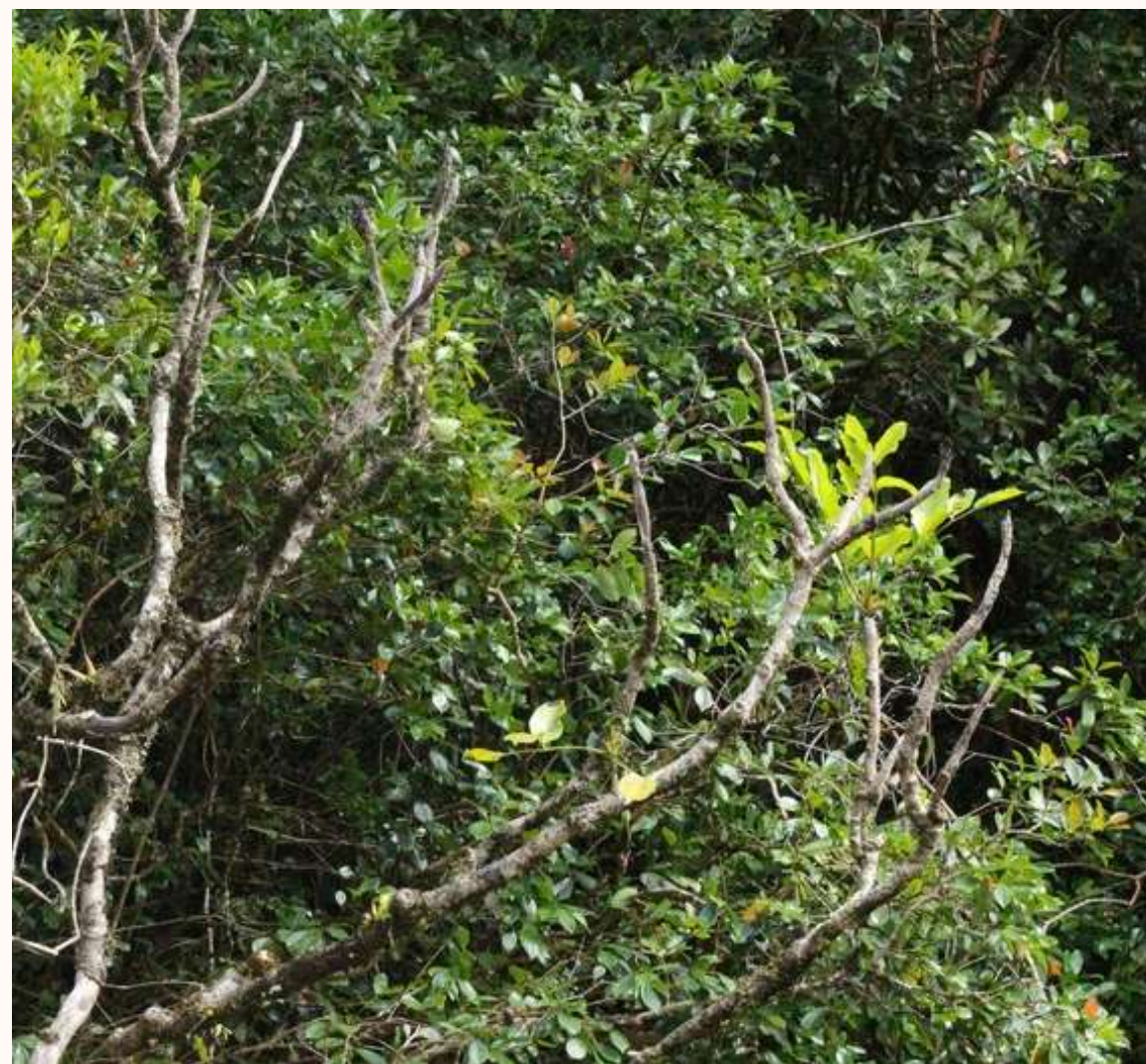


La première phase (2023-2025)

Analyses Flore GV



La **contrainte tractrice** moyenne par espèce. Les espèces qui sont présentes dans des **zones de fortes contraintes** présentent un intérêt pour le génie végétal de par leur **forte capacité d'ancrage et de reprise après perturbation**.





La première phase (2023-2025)

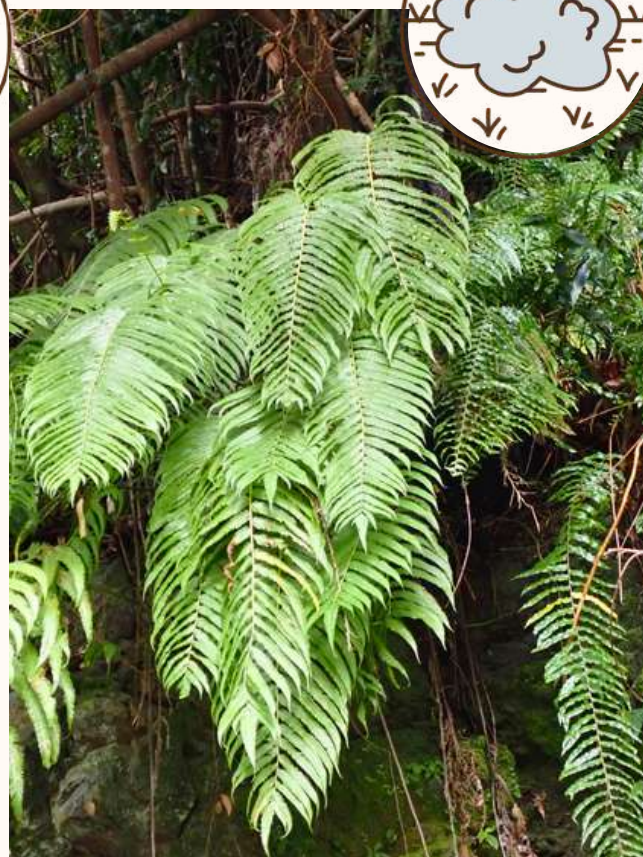
Analyses Flore GV

Les traits biotechniques :

La **capacité de reprise** après
perturbation



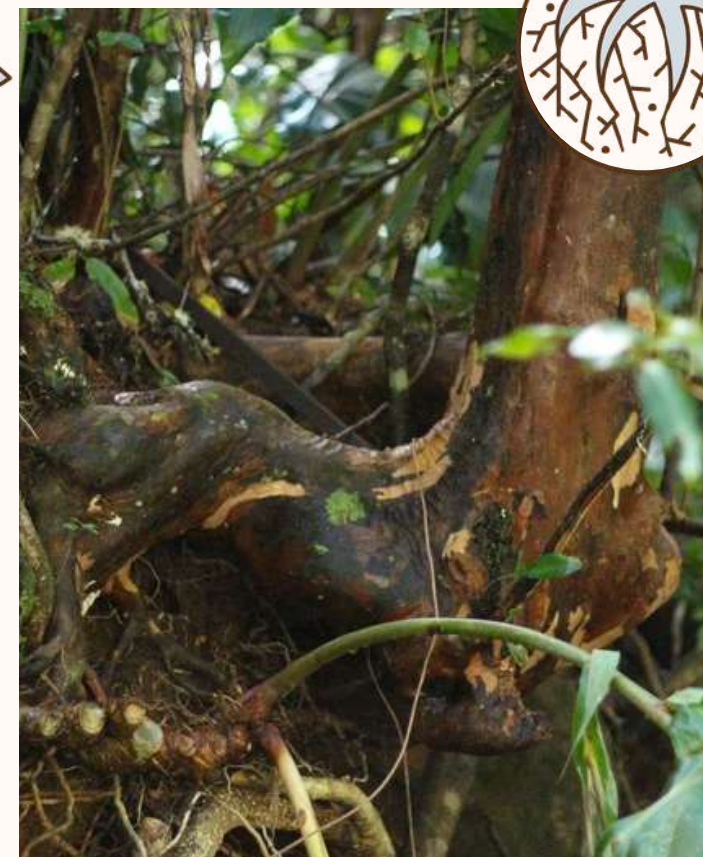
L'**effet peigne** et
densité des rameaux



la **flexibilité** des
rameaux



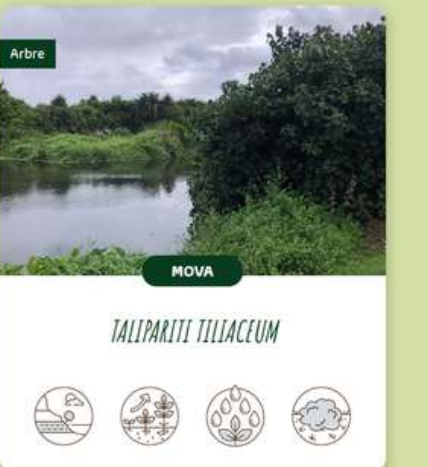
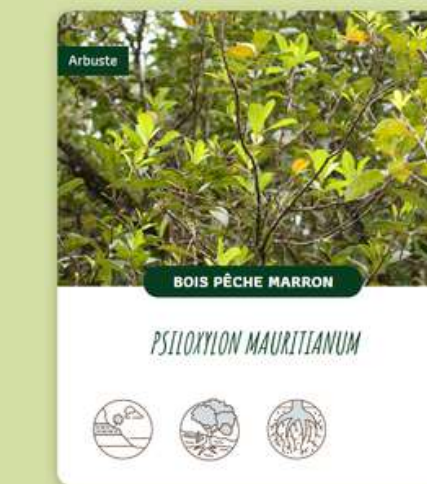
L'**ancrage** du système
racinaire



La **rapidité de croissance**
de l'espèce



Les 26 fiches fore "à intérêt génie végétal"



Sont consultables
sur le site vegetali.re

Le projet VEGETALi



2 La seconde phase (2026-2028)

Déploiement expérimental des techniques de génie végétal et appui aux gestionnaires des milieux aquatiques de La Réunion

Porteur de projet
Agence de Recherche pour la
Biodiversité à La Réunion



Partenariat de Recherche
INRAE Grenoble



Financements
450k€



Office français de la biodiversité (OFB)
Office de l'Eau réunion
Direction de l'environnement, de l'aménagement et du
logement (DEAL)

Le projet VEGETALi



2 La seconde phase (2026-2028)

Expérimentations en milieux contrôlés :
Etudier les traits biotechniques des espèces sélectionnées en phase 1 (semis, boutures)



Le projet VEGETALi



2 La seconde phase (2026-2028)

Accompagnement des gestionnaires dans leurs projets et expérimentations *in-situ* :
Évaluer l'utilisation des espèces pré-sélectionnées en conditions de chantiers de génie végétal



Réserve Naturelle
ETANG DE ST PAUL



PRÉFET
DE LA RÉGION
RÉUNION

Liberté
Égalité
Fraternité

Ravine Bernica

Radier Beauvallon

Ravine Ermitage



Le projet VEGETALi

Merci pour votre attention

