



# Suivi des zones humides des alpages

Parc National du Mercantour

Benoît Offerhaus, Pauline Bravet, Jérémie Van Es

Octobre 2020



Conservatoire botanique national  
méditerranéen de Porquerolles  
Conservatoire botanique national  
alpin





**Document réalisé par :**



Conservatoire botanique national méditerranéen de Porquerolles



Conservatoire botanique national alpin

**Rédaction :**

Benoît OFFERHAUS – Chargé de mission botaniste

Pauline BRAVET – Chargée de mission botaniste

Jérémy VAN ES – Chargée de mission botaniste

**Date de réalisation :** Janvier 2021

**Photographie de couverture :** © P.Bravet – *Suivi des zones humides à l'Estrop*



## Sommaire

---

Protocole	2
Site 1. Vallon de Millefont	5
Transect MILLEFONT_01	5
Transect MILLEFONT_02	7
Site 2. Vallon de l'Estrop	9
Transect ESTROP_01	9
Transect ESTROP_02	10
Site 3. Complément vallon de l'Alp	13
Transect ALP_01	13
Transect ALP_02	14
Site 4. Madone de Fenestre	17
Transect MADONE_02	17
Site 5. Les Merveilles	19
Transect MERV_01	19
Transect MERV_02	20
Site 6. Les Ricauds	23
Transect RICAUDS_01	23
Transect RICAUDS_02	25
Site 7. Couesto	28
Transect COUESTO_01	28
Transect COUESTO_02	32
Site 8. Serpentine	36
Transect SERPENT_01	36
Transect SERPENT_02	40
Site 9. Restefond	43
Transect RESTEFOND_01	43
Transect RESTEFOND_02	47
Site 10. Col d'Allos	50
Transect COL_ALLOS_01	50
Transect COL_ALLOS_02	54
Annexe 1 : archives des notes et réflexions pour la mise en place du protocole, et précisions de	



terrain sur certains indicateurs pédologiques	56
Annexe 2 : fiches protocoles de la boîte à outils RhoMéo	61

*Ce projet a bénéficié du soutien financier de l'agence de l'eau Rhône Méditerranée Corse, à hauteur de 72 909 €.*

*L'agence de l'eau est un établissement public de l'Etat qui œuvre pour la protection de l'eau et des milieux. Elle perçoit des taxes sur l'eau payées par tous les usagers et les réinvestit auprès des maîtres d'ouvrages (collectivités, industriels, agriculteurs et associations) selon les priorités inscrites dans son programme « Sauvons l'eau 2019-2024 ». Plus d'information sur [www.eaurmc.fr](http://www.eaurmc.fr)*

*L'agence de l'eau soutient les actions visant à restaurer les zones humides. Face aux événements extrêmes de plus en plus fréquents (sécheresse, inondations), les zones humides sont précieuses : elles permettent de stocker naturellement l'eau et de la restituer en saison sèche pour soutenir le début des cours d'eau. Ce sont aussi d'importants réservoirs de biodiversité. Or deux-tiers de la superficie des zones humides originelles françaises ont été détruites.*

## Protocole

---



Mise en place de **2 transects** (exceptionnellement 1) par site. Ces transects ont été **définis sur SIG**, au préalable de la phase de terrain, afin de traverser les zones humides du site avec une variété d'habitats et d'état de conservation.

Origine du transect déterminée à l'aide d'une tablette avec le fichier SIG, transect matérialisé avec un (ou plusieurs) décamètre et une boussole pour obtenir l'orientation exacte, afin d'installer le point d'arrivée du transect de manière précise.

**Bornes de géomètre** installées aux extrémités de chacun des transects (point GPS + photographie).

**Etude de la flore** : réalisation de **placettes de 2 m x 2 m** (minimum 5 par transect) disposées en **alternance** de part et d'autre du transect, avec une distance séparant 2 placettes d'au moins 2 m (les placettes ne doivent pas être adjacentes).

**A noter dans la placette :**

- **Recouvrement** de chacune des strates
- **Inventaire exhaustif** de la flore avec le recouvrement de chacune des espèces. Pour les **espèces indicatrices eutrophisation** : le recouvrement exact (en pourcentage) de l'espèce est noté
- Point GPS dans le coin de la placette le plus proche de l'origine et le long du transect



**Etude du sol** : réalisation de **3 sondages pédologiques** par transect (localisés au début/au milieu/ à la fin du transect, si possible adjacent à une placette floristique), à l'aide d'une **tarière**, avec une profondeur de sondage maximale avoisinant 70 cm. Les paramètres mesurés sur le sol prélevé ont été définis par la boîte à outils Rhoméo, avec l'indicateur I01 « Niveau d'humidité du sol - pédologie ». La fiche ci-dessous a été remplie pour chacun des sondages pédologiques.

**Choix des sites** : sélection de 10 sites parmi les 46 traités dans cette étude sur la base des critères suivants :

- état de dégradation des habitats
- vulnérabilité aux changements globaux
- patrimonialité
- l'adaptation des pratiques pastorales pour améliorer l'état de conservation des zones humides
- l'accessibilité des sites
- l'existence d'autres dispositifs de suivi.

Le résultat de cette analyse est consultable dans le tableau Excel « Choix 10 sites suivi rhomeo ».

### **Perspectives :**

Retour sur placettes à envisager : la flore des zones humides évolue lentement aux hautes altitudes mais les changements de pression ou conduite pastorales sont susceptibles d'entraîner des évolutions plus rapides. **Un pas de temps de 5 ans est préconisé.**

Le retour sur placettes devra se baser sur les **distances indiquées par rapport au point de départ du transect et non par rapport aux coordonnées GPS**, dont la précision n'ai pas suffisante pour permettre une relocalisation précise.

### **Analyses des données :**

Elle pourra se faire *via* la « Calculette RhoMéo » téléchargeable à l'adresse suivante <http://rhomeo-bao.fr/>. Les analyses seront réalisées *a minima* à l'échelle du site, les placettes représentant des échantillons n'ayant pas pour vocation à être analysés individuellement. Les résultats pourront être agrégés (en fonction du contexte des sites notamment) de sorte à donner des tendances plus générales.



SITE

Id. \_\_\_\_ Nom \_\_\_\_\_

Date \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_ Observateur \_\_\_\_\_

N° du sondage : \_\_\_\_\_

CONTEXTE DU SONDAGE

N° du relevé floristique : \_\_\_\_\_

Conditions d'observation

- type de temps :  ensoleillé  variable  
 précipitations

- ambiance :  humide  sèche  
 froide  chaude

1 - Type d'observation :  fosse pédologique  carrière

2 - Nappe :  non visible  observable dans la fosse  
profondeur : \_\_\_\_ cm

3 - Cause de l'arrêt : \_\_\_\_\_

**Q Von-Post**

H1 eau limpide  
H2 eau peu colorée  
H3 eau trouble pâle  
H4 eau trouble foncée  
H5 eau trouble et particules  
H6 1/3 du matériel passe entre les doigts  
H7 1/2 du matériel passe entre les doigts  
H8 2/3 du matériel passe entre les doigts  
H9 Presque tout le matériel  
H10 Tout le matériel

CROQUIS DU PROFIL

profondeur du sondage à la barre : \_\_\_\_ cm

DESCRIPTION PEDOLOGIQUE

N° profondeurs	Caractéristiques de l'horizon							Hydromorphie				Propriétés					
	Limites	Couleur	Texture	Structure	Éléments grossiers	Racines	Taches	Abondance	Taille	Forme	Humidité	Compacité	Plasticité	Adhésivité	Friabilité	Altération de la M.O.	Von-Post
1																	
2																	
3																	
4																	
5																	
6																	
7																	

**A Limites**

1 régulière  
2 ondulée  
3 irrégulière  
4 interrompue

**B Couleur**  
voir code de la charte Munsell

**C Texture**

1 organique  
2 sableuse  
3 limoneuse  
4 argileuse

**D Structure**

1 particulaire  
2 grumeleuse  
3 grenue  
4 massive  
5 laminaire  
6 prismatique  
7 en colonnes  
8 polyédrique  
9 blocs cubique  
10 en fuseaux  
11 fibreuse  
12 feuilletée  
13 lithologique

**E Éléments grossiers**

1 sans  
2 Gravier < 2cm  
3 Cailloux 2 à 6cm  
4 Pierres et blocs > 6cm

**F Racines**

1 sans  
2 < 8/dm<sup>2</sup>  
3 8 à 32 / dm<sup>2</sup>  
4 > 32 /dm<sup>2</sup>

**G Taches**

1 sans  
2 oxydation  
3 réduction  
4 > 40 %

**H Abondance**

1 < 5%  
2 5 à 15 %  
3 15 à 40 %  
4 > 40 %

**I Taille**

1 > 2 mm  
2 2 à 6 mm  
3 6 à 20 mm  
4 > 20 mm

**J Forme**

1 irrégulière  
2 arrondis  
3 traînées horizontales  
4 traînées verticales

**matériel cohérent**

1 - particules libres  
2 - arrondis, poreux, surfaces irrégulières  
3 - grains arrondis, peu poreux, sans orientation

4 - absence d'agrégats, plus ou moins indurés  
5 - faces planes horizontales

6 - anguleuse, verticale  
7 - prismatique à sommet arrondi  
8 - arrêtes vives  
9 - arrêtes vives de même dimension

10 - en fuseaux  
11 - résidus organiques  
12 - résidus de la roche mère  
13 - héritée de la roche mère

**K Humidité**

1 sec  
2 frais  
3 humide  
4 saturé

**L Altération de la M.O**

1 végétaux identifiables  
2 identifiables avec traces de décomposition  
3 peu d'organes, végétaux identifiables  
4 non identifiable

**O Friabilité (pouce/index)**

1 ne s'effrite pas  
2 sous forte pression  
3 s'effrite facilement  
4 très légère pression

**N Adhésivité (pouce/index)**

1 non collant  
2 colle sans adhérer  
3 adhère aux doigts  
4 s'être nettement

**M Plasticité (pouin)**

1 impossible de le former  
2 se brise sous son poids  
3 sous faible déformation  
4 ne rompt pas

149



## Site 1. Vallon de Millefont

---

*Remarque : Les photos de l'origine et de l'arrivée des transects ont été prises avec des piquets en bois, qui ont ensuite été remplacés par des bornes de géomètre (couleur orange, au raz du sol).*

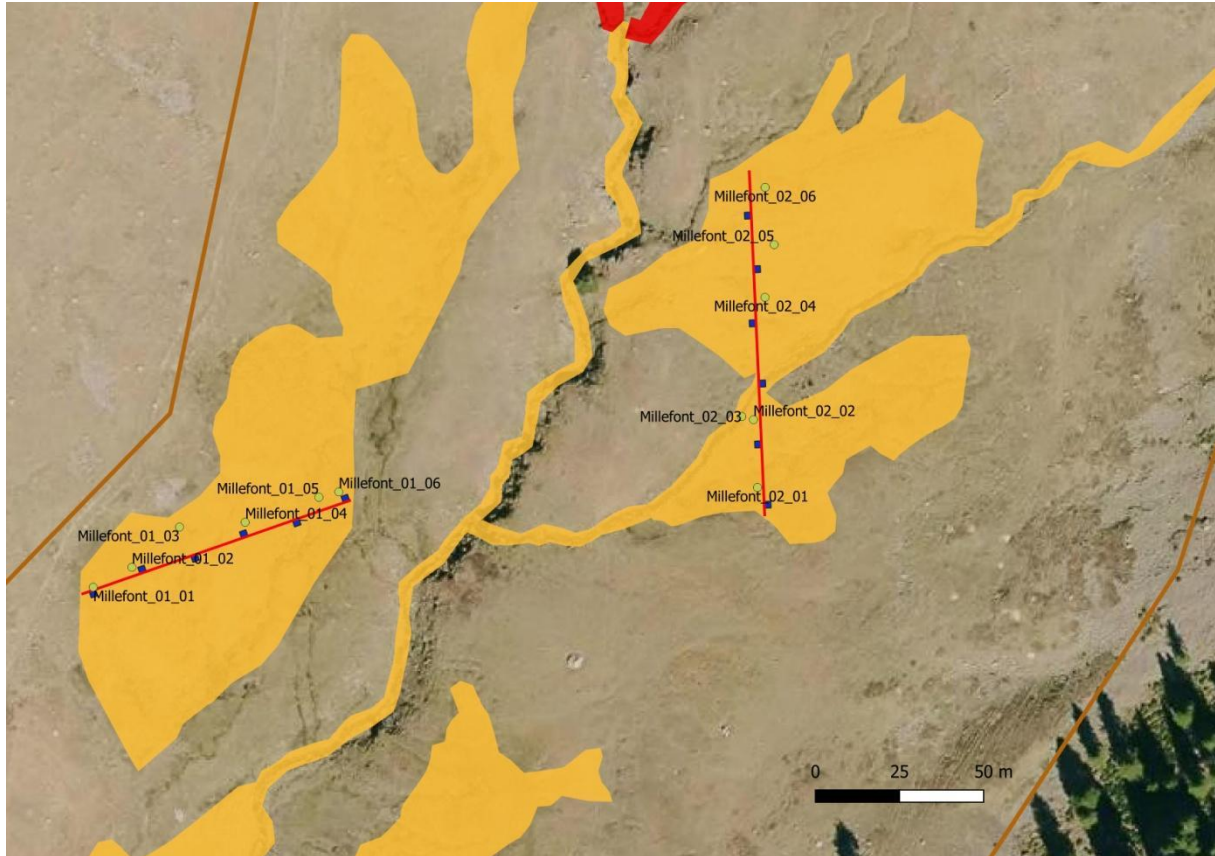


Figure 2: Cartographie des transects MILLEFONT\_01 et MILLEFONT\_02

### Transect MILLEFONT\_01

Longueur : 84 m

Orientation du transect: 20°

Coordonnées point GPS (WGS84) de l'origine du transect : Lat. 44.105131, Long. 7.183197

Coordonnées point GPS (WGS84) de la fin du transect : Lat. 44.105398, Long. 7.184213

Nombre de placettes floristiques : 6

Placette 01 : entre 2 et 4 m par rapport au point d'origine, à droite

Placette 02: entre 18 et 20 m par rapport au point d'origine, à gauche

Placette 03: entre 34 et 36 m par rapport au point d'origine, à droite

Placette 04: entre 50 et 52 m par rapport au point d'origine, à gauche



Placette 05: entre 66 et 68 m par rapport au point d'origine, à droite

Placette 06: entre 82 et 84 m par rapport au point d'origine, à gauche

Nombre de relevés pédologiques : 3

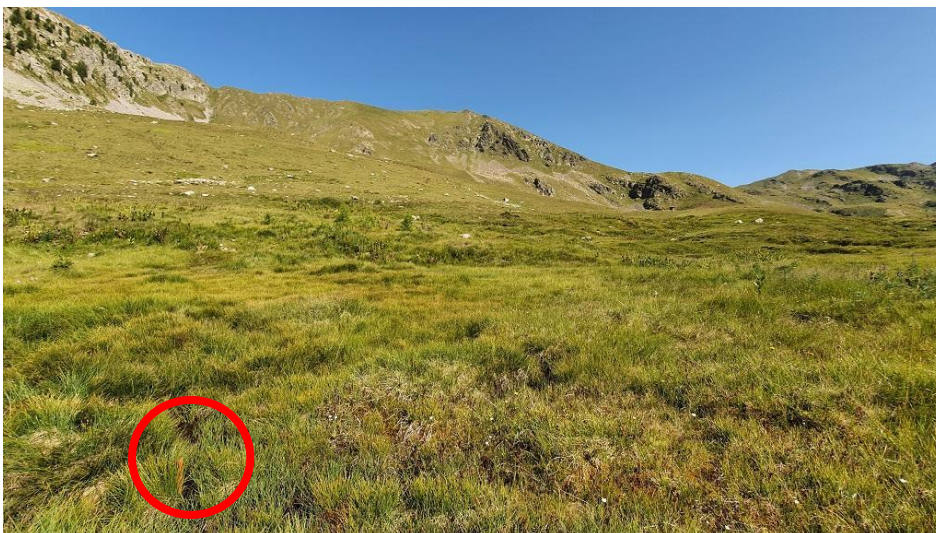
Relevé 01 : lat : 44,105355, long : 7,184188 (WGS84)

Relevé 02 : lat : 44,10525, long : 7,183649 (WGS84), 1m à gauche du transect

Relevé 03 : lat : 44,105113, long : 7,183245 (WGS84), 1m à gauche du transect



**Figure 3: Photo point origine du transect MILLEFONT\_01**



**Figure 4: Photo point fin du transect MILLEFONT\_01**



## Transect MILLEFONT\_02

Longueur : 102 m

Orientation du transect: 358°

Coordonnées point GPS (WGS84) de l'origine du transect : Lat. 44.105293, Long. 7.185713

Coordonnées point GPS (WGS84) de la fin du transect : 44.10619, Long. 7.18584

Nombre de placettes floristiques : 6

Placette 01 : entre 2 et 4 m par rapport au point d'origine, à droite

Placette 02: entre 20 et 22 m par rapport au point d'origine, à gauche

Placette 03: entre 38 et 40 m par rapport au point d'origine, à droite

Placette 04: entre 56 et 58 m par rapport au point d'origine, à gauche

Placette 05: entre 72 et 74 m par rapport au point d'origine, à droite

Placette 06: entre 88 et 90 m par rapport au point d'origine, à gauche

Nombre de relevés pédologiques : 3

Relevé 01 : 4 m de l'origine + 1 m à gauche du transect

Relevé 02 : 50 m de l'origine + 1 m à droite du transect

Relevé 03 : 1,5 m à gauche de la fin du transect



Figure 5: Photo point du début du transect MILLEFONT\_02



Figure 6: Photo point de fin du transect MILLEFONT\_02 en regardant vers le cours d'eau



## Site 2. Vallon de l'Estrop

---

### Transect ESTROP\_01

Longueur : 60 m

Orientation du transect: 36°

Coordonnées point GPS (WGS84) de l'origine du transect : Lat. 44.222113, Long. 6.791299

Coordonnées point GPS (WGS84) de la fin du transect : Lat. 44.222503, Long. 6.791831

Nombre de placettes floristiques : 5

Placette 01 : entre 2 et 4 m par rapport au point d'origine, à droite

Placette 02: entre 14 et 16 m par rapport au point d'origine, à gauche

Placette 03: entre 26 et 28 m par rapport au point d'origine, à droite

Placette 04: entre 38 et 40 m par rapport au point d'origine, à gauche

Placette 05: entre 50 et 52 m par rapport au point d'origine, à droite

Nombre de relevés pédologiques : 3

Relevé 01 : lat : 44,222146, long : 6,791325 (WGS84)

Relevé 02 : à 27 m de l'origine, à l'opposé de la placette floristique 3

Relevé 03 : à 52 m de l'origine, à l'opposé de la placette floristique 5

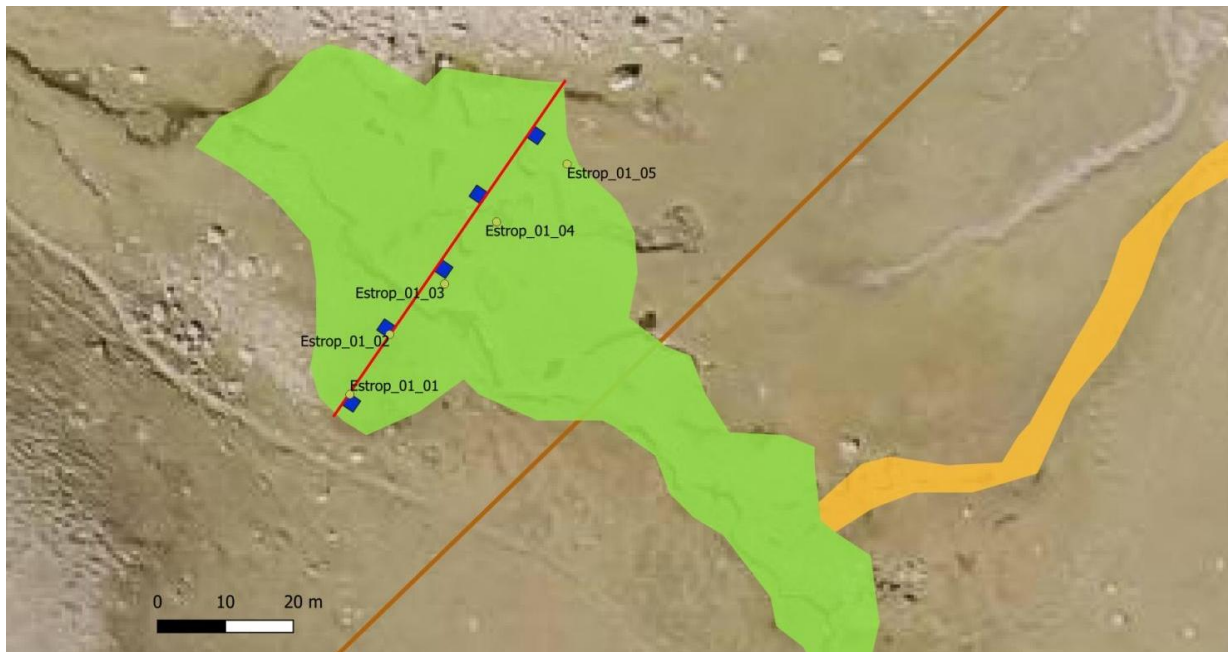


Figure 7: Cartographie du transect ESTROP\_01



Figure 8: Photo point du début du transect ESTROP\_01



Figure 9: Photo point de fin du transect ESTROP\_01

## Transect ESTROP\_02

Longueur : 92 m

Orientation du transect: 50°

Coordonnées point GPS (WGS84) de l'origine du transect : Lat. 44.220329, Long. 6.797022

Coordonnées point GPS (WGS84) de la fin du transect : Lat. 44.221012, Long. 6.797682



Nombre de placettes floristiques : 6

Placette 01 : entre 2 et 4 m par rapport au point d'origine, à droite

Placette 02: entre 18 et 20 m par rapport au point d'origine, à gauche

Placette 03: entre 34 et 36 m par rapport au point d'origine, à droite

Placette 04: entre 50 et 52 m par rapport au point d'origine, à gauche

Placette 05: entre 66 et 68 m par rapport au point d'origine, à droite

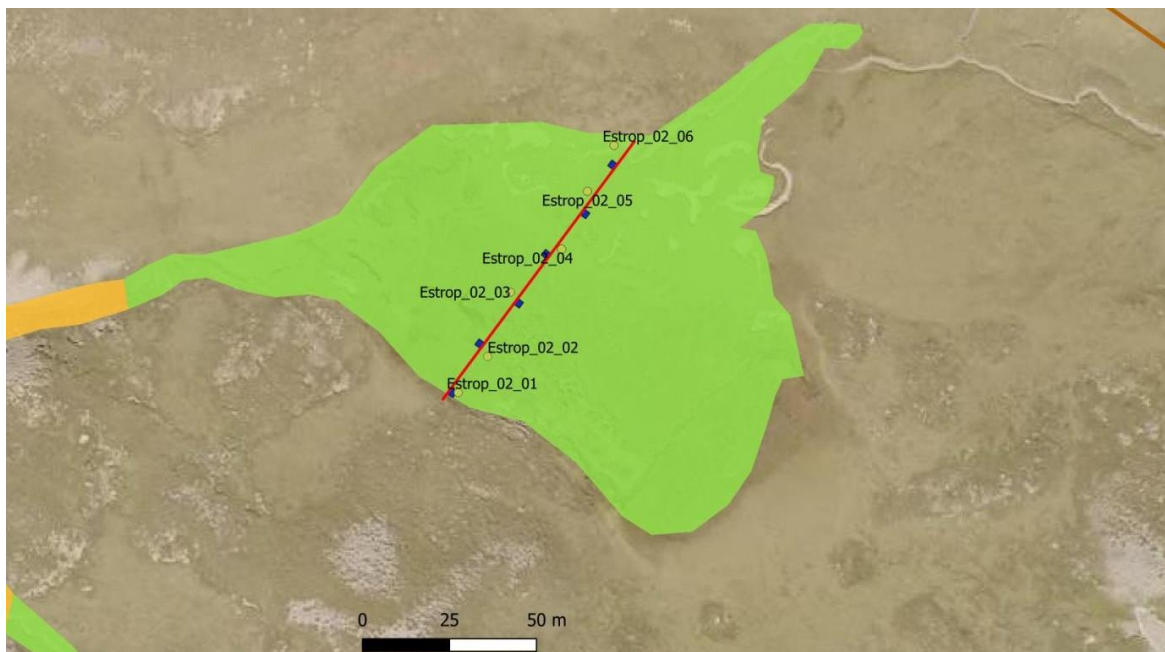
Placette 06: entre 82 et 84 m par rapport au point d'origine, à gauche

Nombre de relevés pédologiques : 2

Relevé 01: à 2 m de l'origine + 1 m à gauche du transect

Relevé 02 : à 45 m de l'origine + 1 m à gauche du transect

Relevé 03 : non réalisé, présence importante de roches rendant le sondage impossible



**Figure 10: Cartographie du transect ESTROP\_02**



**Figure 11: Photo point du début du transect ESTROP\_02**



**Figure 12: Photo point de fin du transect ESTROP\_02**



## Site 3. Complément vallon de l'Alp

### Transect ALP\_01

Longueur : 80 m

Orientation du transect: 50°

Coordonnées point GPS (WGS84) de l'origine du transect : Lat. 44.311726, Long. 6.828875

Coordonnées point GPS (WGS84) de la fin du transect : Lat. 44.312136, Long. 6.829699

Nombre de placettes floristiques : 5

Placette 01 : entre 2 et 4 m par rapport au point d'origine, à droite

Placette 02: non réalisée car dans une zone sèche

Placette 03: entre 26 et 28 m par rapport au point d'origine, à droite

Placette 04: entre 44 et 46 m par rapport au point d'origine, à gauche

Placette 05: entre 52 et 54 m par rapport au point d'origine, à droite

Placette 06: entre 68 et 70 m par rapport au point d'origine, à gauche

Nombre de relevés pédologiques : 3

Relevé 01 : à 3 m de l'origine + 1 m à gauche du transect

Relevé 02 : à 45m de l'origine + 1 m à droite du transect

Relevé 03 : à 71 m de l'origine + 1 m à droite du transect

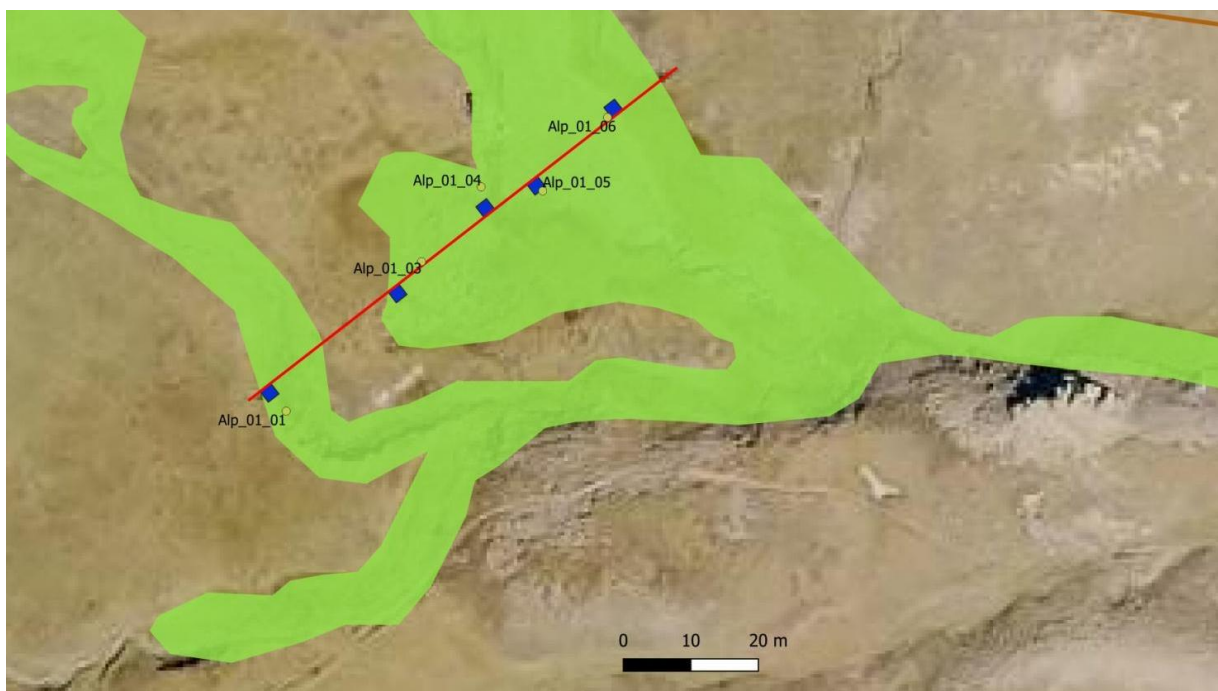


Figure 13: Cartographie du transect ALP\_01



Figure 14: Photo point du début du transect ALP\_01



Figure 15: Photo point de fin du transect ALP\_01

## Transect ALP\_02

Longueur : 76 m

Orientation du transect: 56°

Coordonnées point GPS (WGS84) de l'origine du transect : Lat. 44.311726, Long. 6.828875

Coordonnées point GPS (WGS84) de la fin du transect : Lat. 44.311096, Long. 6.834551

Nombre de placettes floristiques : 4

Placette 01 : entre 2 et 4 m par rapport au point d'origine, à droite

Placette 02: entre 16 et 18 m par rapport au point d'origine, à gauche



Placette 03: non réalisée

Placette 04: entre 44 et 46 m par rapport au point d'origine, à gauche

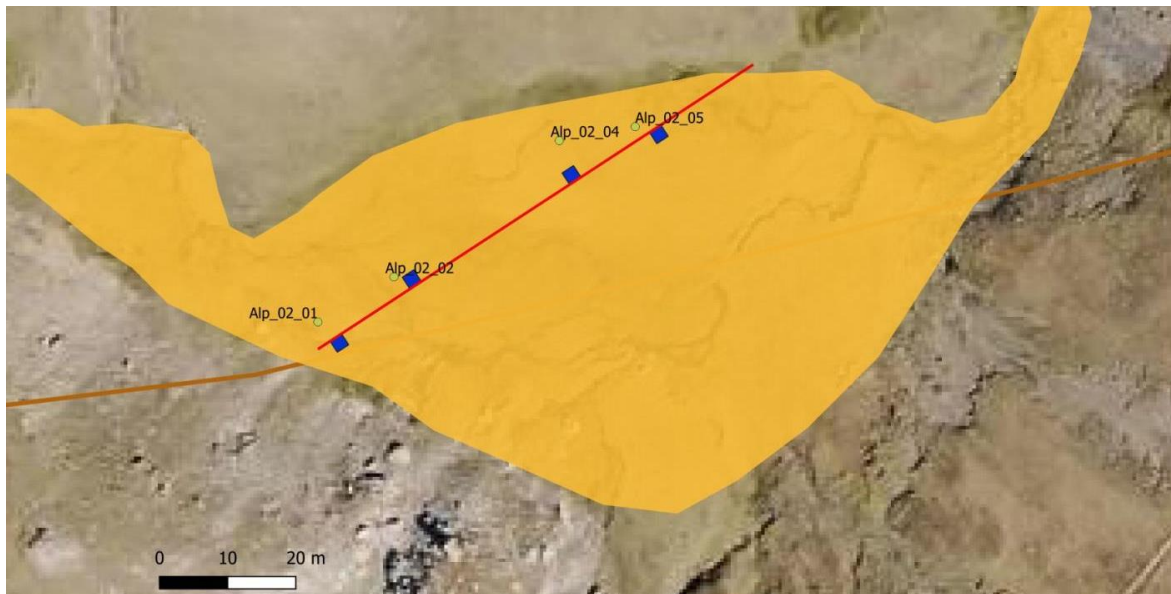
Placette 05: entre 58 et 60 m par rapport au point d'origine, à droite

Nombre de relevés pédologiques : 3

Relevé 01 : à 2 m de l'origine + 3 m à droite du transect (en opposition à la placette floristique 01)

Relevé 02 : à 32 m de l'origine + 1 m à gauche du transect

Relevé 03 : à 58 m de l'origine + 1 m à gauche de transect (en opposition à la placette floristique 05)



**Figure 16: Cartographie du transect ALP\_02**



**Figure 17: Photo point du début du transect ALP\_02**



**Figure 18: Photo point de fin du transect ALP\_02**



## Site 4. Madone de Fenestre

*Remarque : en raison du contexte topographique compliqué, de l'état de dégradation avancée de la zone humide en amont (sous le refuge et la vacherie) et de la situation de la zone humide en aval en bord de torrent, il n'a été possible de mettre en place qu'un seul transect de suivi.*

### Transect MADONE\_02

Longueur : 33 m

Orientation du transect: 320°

Coordonnées point GPS (WGS84) de l'origine du transect : Lat. 44.09066, Long. 7.35361

Coordonnées point GPS (WGS84) de la fin du transect : Lat. 44.09090, Long. 7.35342

Nombre de placettes floristiques : 5

Placette 01 : entre 2 et 4 m par rapport au point d'origine, à droite

Placette 02: entre 9 et 11 m par rapport au point d'origine, à gauche

Placette 03: entre 16 et 18 m par rapport au point d'origine, à droite

Placette 04: entre 23 et 25 m par rapport au point d'origine, à gauche

Placette 05: entre 30 et 32 m par rapport au point d'origine, à droite

Nombre de relevés pédologiques : 3

Relevé 01 : à 3 m de l'origine + 1 m à gauche du transect (en opposition à la placette floristique 01)

Relevé 02 : à 17,5m de l'origine + 0,2 m à gauche du transect (en opposition à la placette floristique 03)

Relevé 03 : à 30 m de l'origine + 2 m à gauche du transect (en opposition à la placette floristique 05)



Figure 19: Cartographie du transect MADONE\_02



**Figure 20: Photo point du début du transect MADONE\_02**



**Figure 21: Photo point de fin du transect MADONE\_02**



## Site 5. Les Merveilles

---

### Transect MERV\_01

Longueur : 78 m

Orientation du transect: 58°

Coordonnées point GPS (WGS84) de l'origine du transect : Lat. 44.05768, Long. 7.45575

Coordonnées point GPS (WGS84) de le fin du transect : Lat. 44.05797, Long. 7.45649

Nombre de placettes floristiques : 6

Placette 01 : entre 2 et 4 m par rapport au point d'origine, à droite

Placette 02: entre 14 et 16 m par rapport au point d'origine, à gauche

Placette 03: entre 26 et 28 m par rapport au point d'origine, à droite

Placette 04: entre 38 et 40 m par rapport au point d'origine, à gauche

Placette 05: entre 50 et 52 m par rapport au point d'origine, à droite

Placette 06: entre 62 et 64 m par rapport au point d'origine, à gauche

Nombre de relevés pédologiques : 3

Relevé 01 : à 2 m à gauche en opposition à la placette floristique 01

Relevé 02 : à 28 m de l'origine + 2 m à gauche du transect (en opposition à la placette floristique 03)

Relevé 03 : à 64 m de l'origine + 2 m à droite du transect (en opposition à la placette floristique 06)

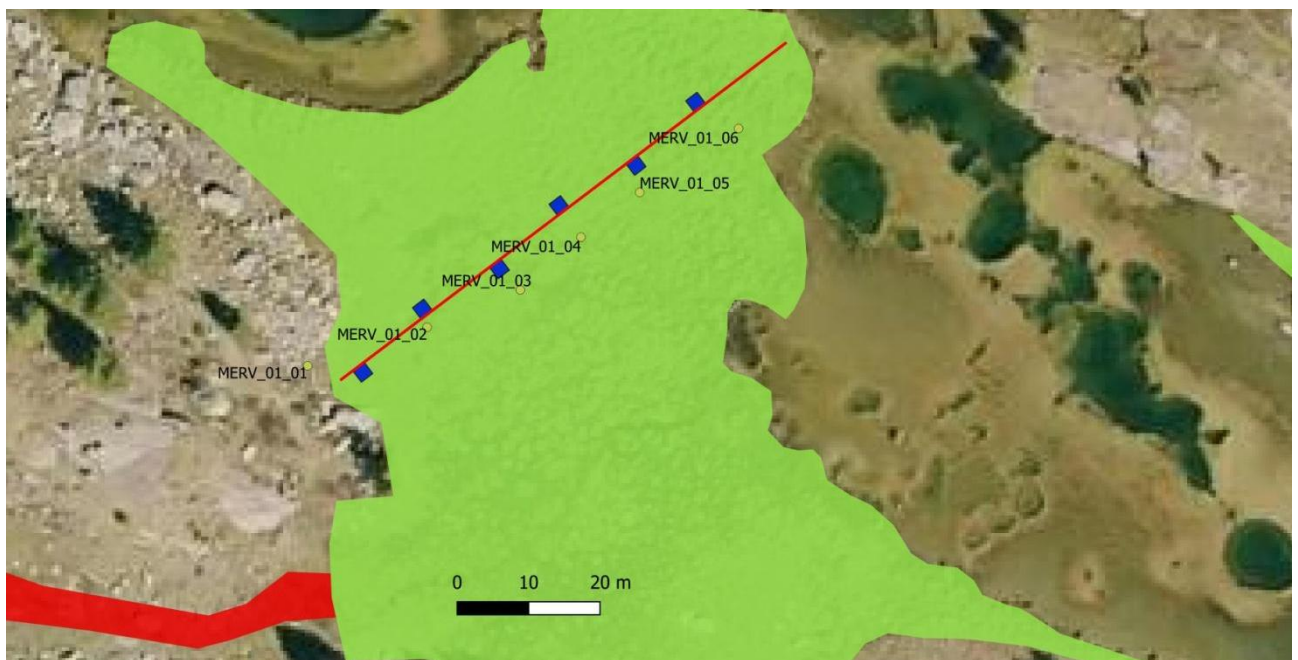


Figure 22: Cartographie du transect MERV\_01



Figure 23: Photo point du début du transect MERV\_01



Figure 24: Photo point de fin du transect MERV\_01

## Transect MERV\_02

Longueur : 44 m

Orientation du transect: 42°

Coordonnées point GPS (WGS84) de l'origine du transect : Lat. 44.05817, Long. 7.45421

Coordonnées point GPS (WGS84) de la fin du transect : Lat. 44.05846, Long. 7.45456



Nombre de placettes floristiques : 5

Placette 01 : entre 2 et 4 m par rapport au point d'origine, à gauche

Placette 02: entre 12 et 14 m par rapport au point d'origine, à droite

Placette 03: entre 18 et 20 m par rapport au point d'origine, à gauche

Placette 04: entre 26 et 28 m par rapport au point d'origine, à droite

Placette 05: entre 34 et 36 m par rapport au point d'origine, à gauche

Nombre de relevés pédologiques : 3

Relevé 01 : à 3 m de l'origine + 2 m à droite du transect (en opposition à la placette floristique 01)

Relevé 02 : à 19 m de l'origine + 1 m à droite du transect (en opposition à la placette floristique 03)

Relevé 03 : à 34,5 m de l'origine + 1 m à droite du transect (en opposition à la placette floristique 05)

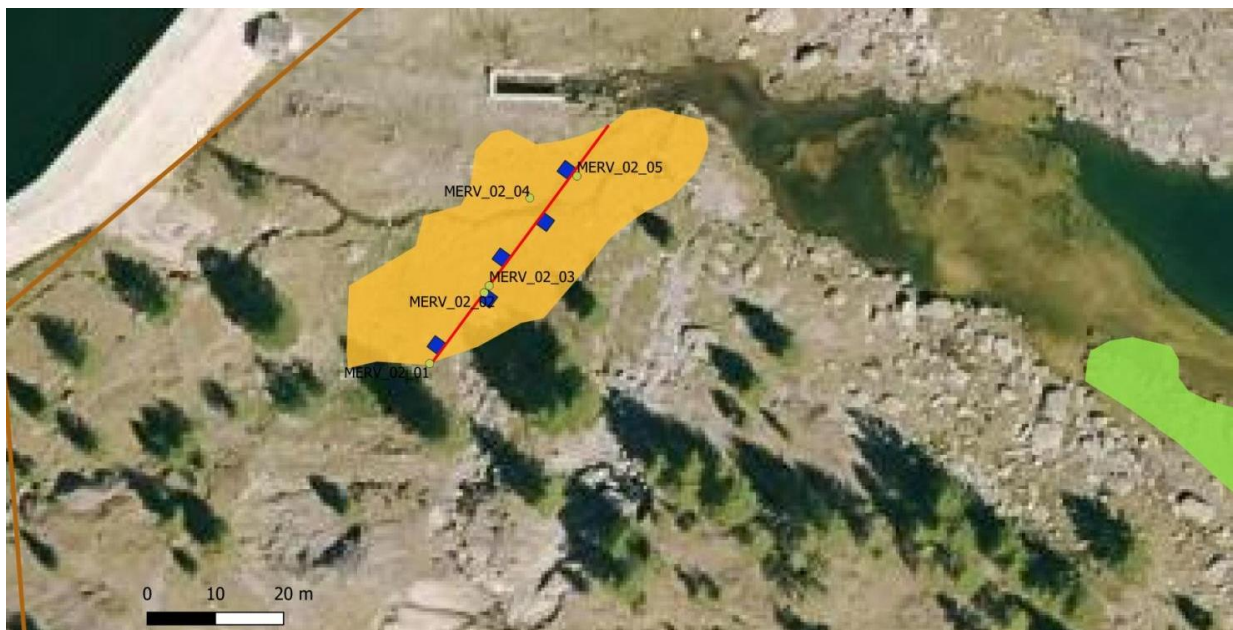


Figure 25: Cartographie du transect MERV\_02



Figure 26: Photo point du début du transect MERV\_02



Figure 27: Photo point du début du transect MERV\_02



## Site 6. Les Ricauds



Figure 288: Cartographie des transects RICAUDS\_01 et RICAUDS\_02

### Transect RICAUDS\_01

Longueur : 70 m

Orientation du transect: ?

Coordonnées point GPS (WGS84) de l'origine du transect : Lat. 44.3133999, Long. 6.72823

Coordonnées point GPS (WGS84) de la fin du transect : Lat. 44.3127999, Long. 6.72849

Nombre de placettes floristiques : 9

Placette 01 : entre 2 et 4 m par rapport au point d'origine, à droite

Placette 02: entre 10 et 12 m par rapport au point d'origine, à gauche

Placette 03: entre 18 et 20 m par rapport au point d'origine, à droite

Placette 04: entre 26 et 28 m par rapport au point d'origine, à gauche

Placette 05: entre 34 et 36 m par rapport au point d'origine, à droite

Placette 06: entre 42 et 44 m par rapport au point d'origine, à gauche

Placette 07: entre 50 et 52 m par rapport au point d'origine, à droite

Placette 08: entre 58 et 60 m par rapport au point d'origine, à gauche



Placette 09: entre 66 et 68 m par rapport au point d'origine, à droite

Nombre de relevés pédologiques : 4

Relevé 01 : lat : 44.3133999, long : 6.72819 (WGS84), environ 9 m de l'origine + 5 m à droite du transect (mesure effectuée sur SIG pour ce transect)

Relevé 02 : lat : 44.3131999, long : 6.72827 (WGS84), environ 32 m de l'origine + 4 m à droite du transect (mesure effectuée sur SIG pour ce transect)

Relevé 03 : lat : 44.312999, long : 6.72837 (WGS84), environ 55 m de l'origine + 2 m à droite du transect (mesure effectuée sur SIG pour ce transect)

Relevé 04 : lat : 44.3127999, long : 6.72841 (WGS84), environ 78 m de l'origine + 5 m à droite du transect (mesure effectuée sur SIG pour ce transect)



Figure 29: Photo point d'origine du transect RICAUDS\_01



Figure 30: Photo point de fin du transect RICAUDS\_01

## Transect RICAUDS\_02

Longueur : 86 m

Orientation du transect: ?

Coordonnées point GPS (WGS84) de l'origine du transect : Lat. 44.3133999, Long. 6.72783

Coordonnées point GPS (WGS84) de la fin du transect : 44.3126999, Long. 6.72829

### Nombre de placettes floristiques : 11

Placette 01 : entre 2 et 4 m par rapport au point d'origine, à droite

Placette 02: entre 10 et 12 m par rapport au point d'origine, à gauche

Placette 03: entre 18 et 20 m par rapport au point d'origine, à droite

Placette 04: entre 26 et 28 m par rapport au point d'origine, à gauche

Placette 05: entre 34 et 36 m par rapport au point d'origine, à droite

Placette 06: entre 42 et 44 m par rapport au point d'origine, à gauche

Placette 07: entre 50 et 52 m par rapport au point d'origine, à droite

Placette 08: entre 58 et 60 m par rapport au point d'origine, à gauche

Placette 09: entre 66 et 68 m par rapport au point d'origine, à droite

Placette 10: entre 74 et 76 m par rapport au point d'origine, à gauche

Placette 11: entre 82 et 84 m par rapport au point d'origine, à droite



Nombre de relevés pédologiques : 0



**Figure 31: Photo point d'origine du transect RICAUDS\_02**



Figure 32: Photo point de fin du transect RICAUDS\_02



## Site 7. Couesto

---

### Transect COUESTO\_01

Longueur : 29 m

Orientation du transect: ?

Coordonnées point GPS (WGS84) de l'origine du transect : Lat. 44.1902999, Long. 6.70935

Coordonnées point GPS (WGS84) de la fin du transect : Lat. 44.1903999, Long. 6.70899

#### Nombre de placettes floristiques : 7

Placette 01 : entre 1 et 3 m par rapport au point d'origine, à gauche

Placette 02: entre 5 et 7 m par rapport au point d'origine, à droite

Placette 03: entre 9 et 11 m par rapport au point d'origine, à gauche

Placette 04: entre 13 et 15 m par rapport au point d'origine, à droite

Placette 05: entre 17 et 19 m par rapport au point d'origine, à gauche

Placette 06: entre 21 et 23 m par rapport au point d'origine, à droite

Placette 07: entre 25 et 27 m par rapport au point d'origine, à gauche

#### Nombre de relevés pédologiques : 3

Relevé 01 : à 15,6 m de l'origine + 2,5 m à gauche du transect

Relevé 02 : à 22,4 m de l'origine + 1,2 m à droite du transect

Relevé 03 : à 27,6 m (=0,7 m de la borne terminale) de l'origine + 0,5 m à gauche du transect



Figure 33: Cartographie des transects COUESTO\_01 et COUESTO\_02



Figure 34: Photo point d'origine du transect COUESTO\_01



**Figure 35: Photos point de fin du transect COUESTO\_01**



## Transect COUESTO\_02

Longueur : 24 m

Orientation du transect: ?

Coordonnées point GPS (WGS84) de l'origine du transect : Lat. 44.1903999, Long. 6.70925

Coordonnées point GPS (WGS84) de la fin du transect : Lat. 44.1903999, Long. 6.70899

Nombre de placettes floristiques : 6

Placette 01 : entre 1 et 3 m par rapport au point d'origine, à gauche

Placette 02: entre 5 et 7 m par rapport au point d'origine, à droite

Placette 03: entre 9 et 11 m par rapport au point d'origine, à gauche

Placette 04: entre 13 et 15 m par rapport au point d'origine, à droite

Placette 05: entre 17 et 19 m par rapport au point d'origine, à gauche

Placette 06: entre 21 et 23 m par rapport au point d'origine, à droite

Nombre de relevés pédologiques : 0





Figure 36: Photos point d'origine du transect COUESTO\_02



**Figure 37: Photos point de fin du transect COUESTO\_02**



## Site 8. Serpentine

---

### Transect SERPENT\_01

Longueur : 80 m (mesurée sur SIG)

Orientation du transect: ?

Coordonnées point GPS (WGS84) de l'origine du transect : Lat. 44.241398, Long. 6.699477

Coordonnées point GPS (WGS84) de la fin du transect : Lat. 44.241999, Long. 6.70001

Nombre de placettes floristiques : 9

Placette 01 : entre 2 et 4 m par rapport au point d'origine, à droite

Placette 02: entre 10 et 12 m par rapport au point d'origine, à gauche

Placette 03: entre 18 et 20 m par rapport au point d'origine, à droite

Placette 04: entre 26 et 28 m par rapport au point d'origine, à gauche

Placette 05: entre 34 et 36 m par rapport au point d'origine, à droite

Placette 06: entre 42 et 44 m par rapport au point d'origine, à gauche

Placette 07: entre 50 et 52 m par rapport au point d'origine, à droite

Placette 08: entre 58 et 60 m par rapport au point d'origine, à gauche

Placette 09: entre 66 et 68 m par rapport au point d'origine, à droite

Nombre de relevés pédologiques : 4

Relevé 01 : à 2 m de l'origine + 3 m à droite du transect

Relevé 02 : à 19 m de l'origine + 3 m à gauche du transect

Relevé 03 : à 25 m de l'origine + 3 m à droite du transect

Relevé 04 : à 43 m de l'origine + 3 m à gauche du transect

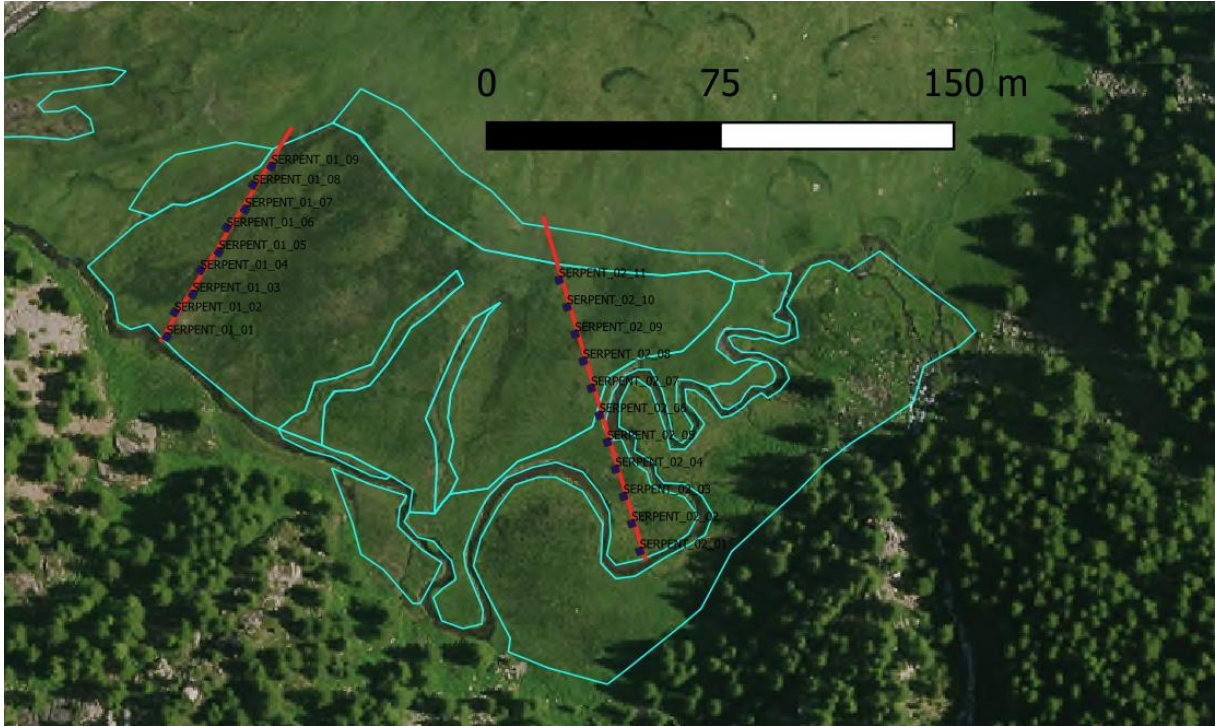


Figure 38: Cartographie des transects SERPENT\_01 et SERPENT\_02



**Figure 39: Photos point d'origine du transect SERPENT\_01**



**Figure 40: Photos point de fin du transect SERPENT\_01**



## Transect SERPENT\_02

Longueur : 114 m (mesurée sur SIG)

Orientation du transect: ?

Coordonnées point GPS (WGS84) de l'origine du transect : Lat. 44.2406999, Long. 6.70138

Coordonnées point GPS (WGS84) de la fin du transect : Lat. 44.2416999, Long. 6.70103

### Nombre de placettes floristiques : 11

Placette 01 : entre 2 et 4 m par rapport au point d'origine, à gauche

Placette 02: entre 11 et 13 m par rapport au point d'origine, à gauche

Placette 03: entre 20 et 22 m par rapport au point d'origine, à gauche

Placette 04: entre 29 et 31 m par rapport au point d'origine, à gauche

Placette 05: entre 38 et 40 m par rapport au point d'origine, à gauche

Placette 06: entre 47 et 49 m par rapport au point d'origine, à gauche

Placette 07: entre 56 et 58 m par rapport au point d'origine, à gauche

Placette 08: entre 65 et 67 m par rapport au point d'origine, à gauche

Placette 09: entre 74 et 76 m par rapport au point d'origine, à gauche

Placette 10: entre 83 et 85 m par rapport au point d'origine, à gauche

Placette 11: entre 92 et 94 m par rapport au point d'origine, à gauche

### Nombre de relevés pédologiques : 0



Figure 41: Photos point d'origine du transect SERPENT\_02



**Figure 42: Photo point de fin du transect SERPENT\_02**



## Site 9. Restefond

---

### Transect RESTEFOND\_01

Longueur : 83 m (mesurée sur SIG)

Orientation du transect: ?

Coordonnées point GPS (WGS84) de l'origine du transect : Lat. 44.323699, Long. 6.79453

Coordonnées point GPS (WGS84) de la fin du transect : Lat. 44.3233999, Long. 6.79543

#### Nombre de placettes floristiques : 10

Placette 01 : entre 2 et 4 m par rapport au point d'origine, à droite

Placette 02: entre 10 et 12 m par rapport au point d'origine, à gauche

Placette 03: entre 18 et 20 m par rapport au point d'origine, à droite

Placette 04: entre 26 et 28 m par rapport au point d'origine, à gauche

Placette 05: entre 34 et 36 m par rapport au point d'origine, à droite

Placette 06: entre 42 et 44 m par rapport au point d'origine, à gauche

Placette 07: entre 50 et 52 m par rapport au point d'origine, à droite

Placette 08: entre 58 et 60 m par rapport au point d'origine, à gauche

Placette 09: entre 66 et 68 m par rapport au point d'origine, à droite

Placette 10: entre 74 et 76 m par rapport au point d'origine, à gauche

#### Nombre de relevés pédologiques : 2

Relevé 01 : à 37 m de l'origine + 3 m à droite du transect

Relevé 02 : à 85 m de l'origine + 1 m à gauche du transect

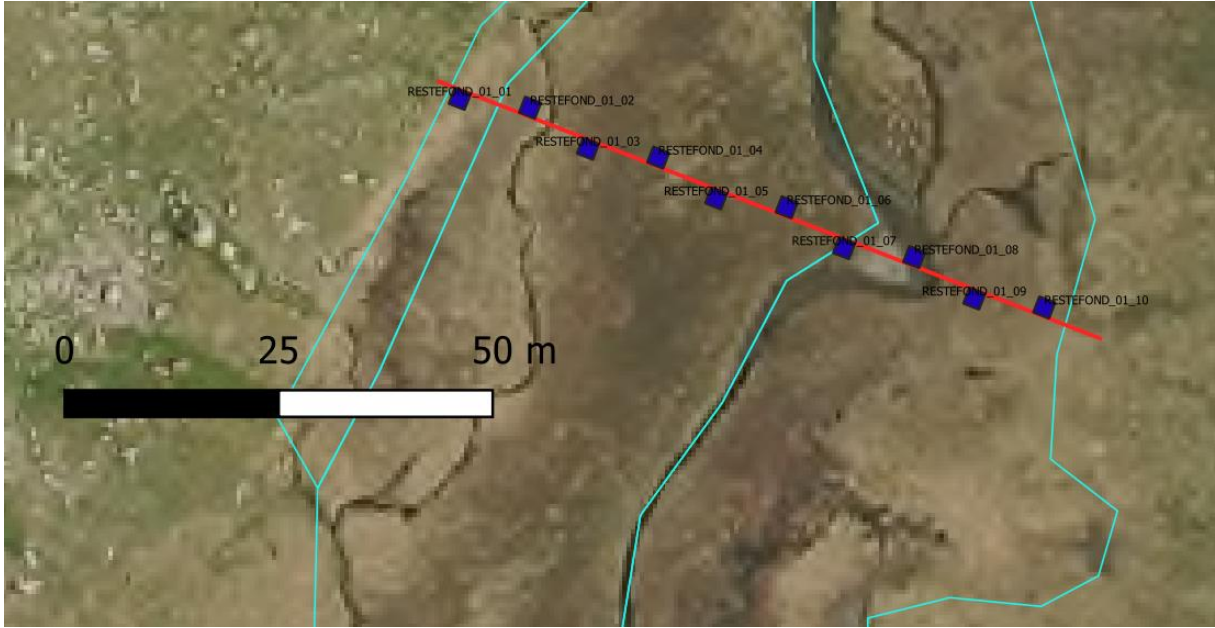


Figure 43: Cartographie du transect RESTEFOND\_01

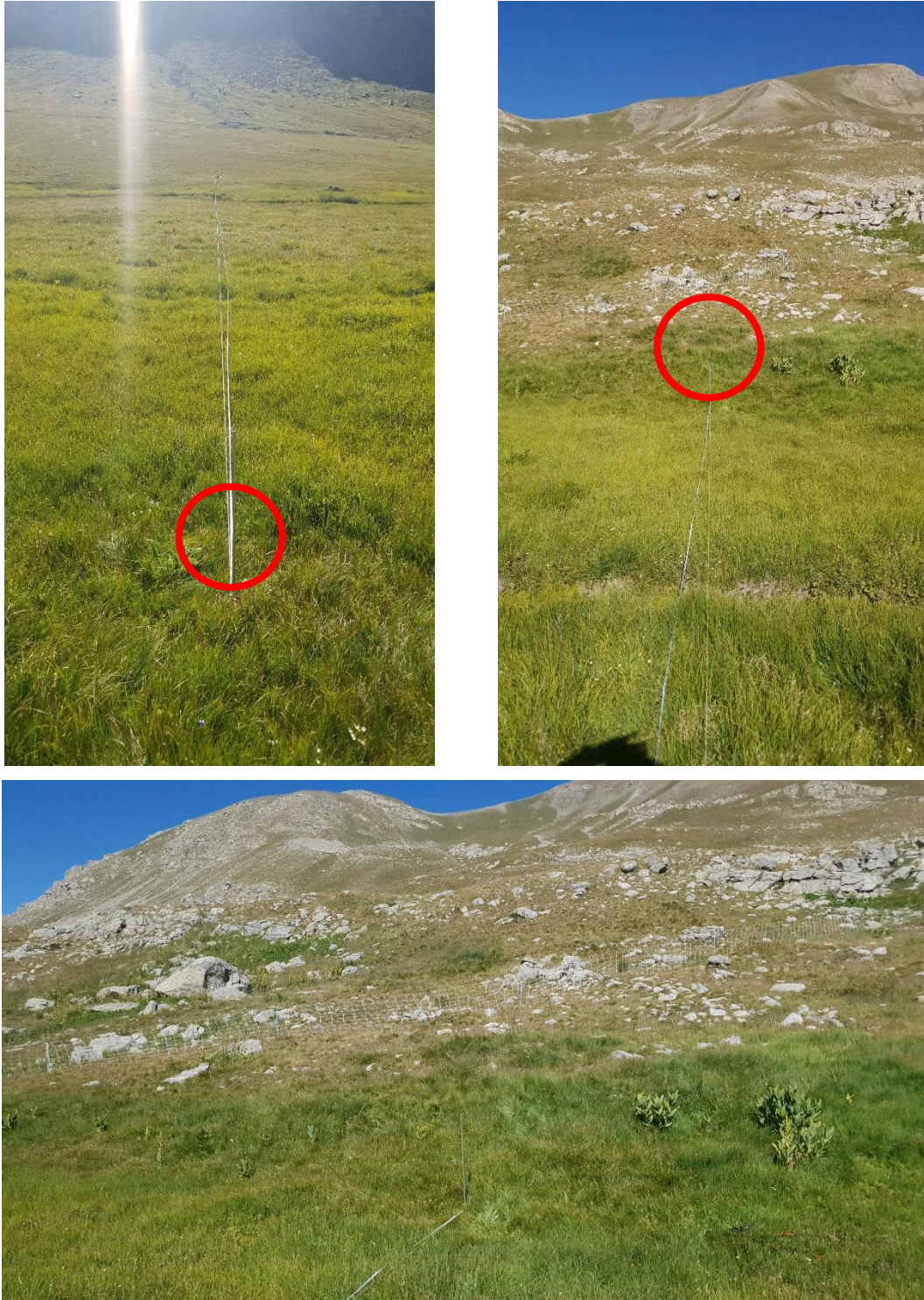


Figure 44: Photos point d'origine du transect RESTEFOND\_01



Figure 45: Photos point de fin du transect RESTEFOND\_01



## Transect RESTEFOND\_02

Longueur : 136 m (mesurée sur SIG)

Orientation du transect: ?

Coordonnées point GPS (WGS84) de l'origine du transect : Lat. 44.3211999, Long. 6.79437

Coordonnées point GPS (WGS84) de la fin du transect : Lat. 44.3222, Long. 6.79535

### Nombre de placettes floristiques : 11

Placette 01 : entre 2 et 4 m par rapport au point d'origine, à droite

Placette 02: entre 14 et 16 m par rapport au point d'origine, à gauche

Placette 03: entre 26 et 28 m par rapport au point d'origine, à droite

Placette 04: entre 38 et 40 m par rapport au point d'origine, à gauche

Placette 05: entre 50 et 52 m par rapport au point d'origine, à droite

Placette 06: entre 62 et 64 m par rapport au point d'origine, à gauche

Placette 07: entre 74 et 76 m par rapport au point d'origine, à droite

Placette 08: entre 86 et 88 m par rapport au point d'origine, à gauche

Placette 09: entre 98 et 100 m par rapport au point d'origine, à droite

Placette 10: entre 110 et 112 m par rapport au point d'origine, à gauche

Placette 11: entre 122 et 124 m par rapport au point d'origine, à droite

### Nombre de relevés pédologiques : 3

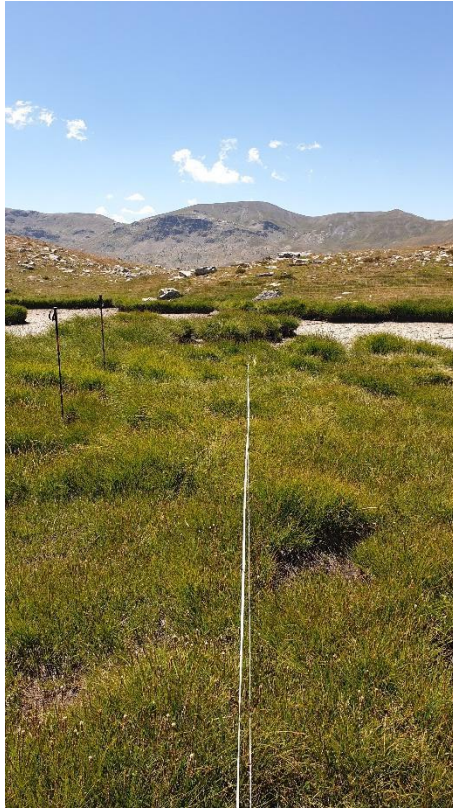
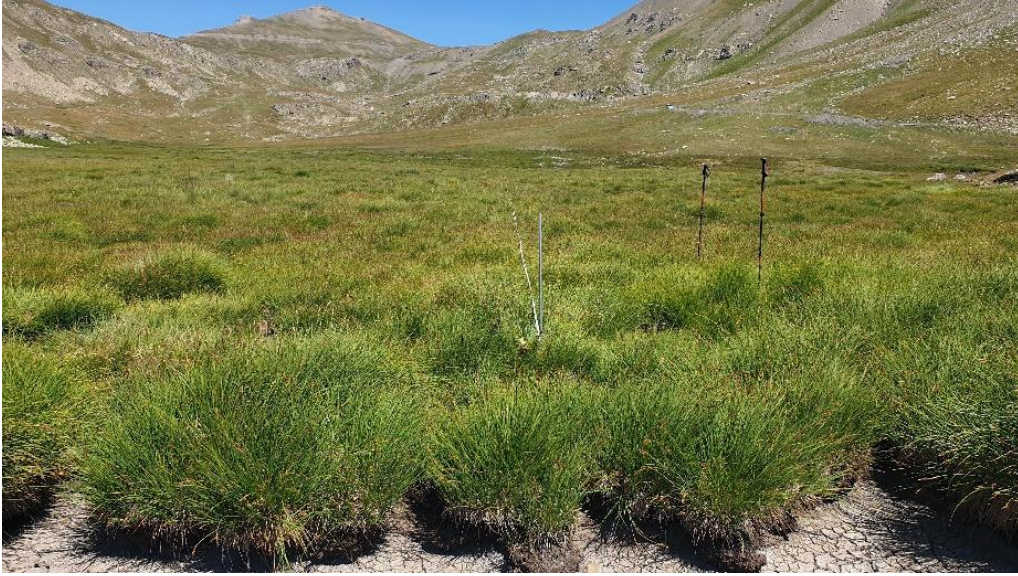
Relevé 01 : à 0 m de l'origine + 2,5 m à droite du transect

Relevé 02 : à 16 m de l'origine + 1 m à gauche du transect

Relevé 03 : à 124 m de l'origine + 18 m à droite du transect



**Figure 46: Cartographie du transect RESTEFOND\_02**



**Figure 47: Photos point d'origine du transect RESTEFOND\_02**

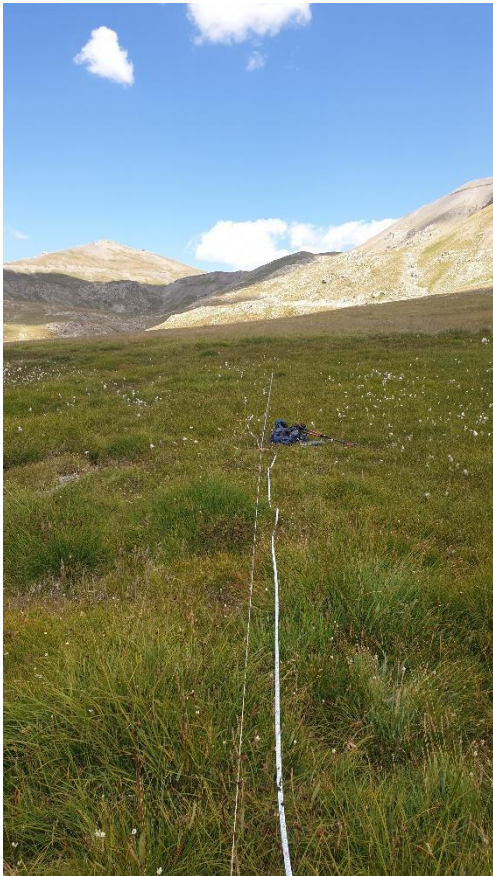


Figure 48: Photos point de fin du transect RESTEFOND\_02

## Site 10. Col d'Allos

---

### Transect COL\_ALLOS\_01

Longueur : 56 m (mesurée sur SIG)

Orientation du transect: ?

Coordonnées point GPS (WGS84) de l'origine du transect : Lat. 44.2974, Long. 6.59212

Coordonnées point GPS (WGS84) de le fin du transect : Lat. 44.2975, Long. 6.59281

Nombre de placettes floristiques : 10

Placette 01 : entre 2 et 4 m par rapport au point d'origine, à droite

Placette 02: entre 7 et 9 m par rapport au point d'origine, à droite

Placette 03: entre 12 et 14 m par rapport au point d'origine, à droite



Placette 04: entre 17 et 19 m par rapport au point d'origine, à droite  
Placette 05: entre 22 et 24 m par rapport au point d'origine, à droite  
Placette 06: entre 27 et 29 m par rapport au point d'origine, à droite  
Placette 07: entre 32 et 34 m par rapport au point d'origine, à droite  
Placette 08: entre 37 et 39 m par rapport au point d'origine, à droite  
Placette 09: entre 42 et 44 m par rapport au point d'origine, à droite  
Placette 10: entre 47 et 49 m par rapport au point d'origine, à droite

Nombre de relevés pédologiques : 0

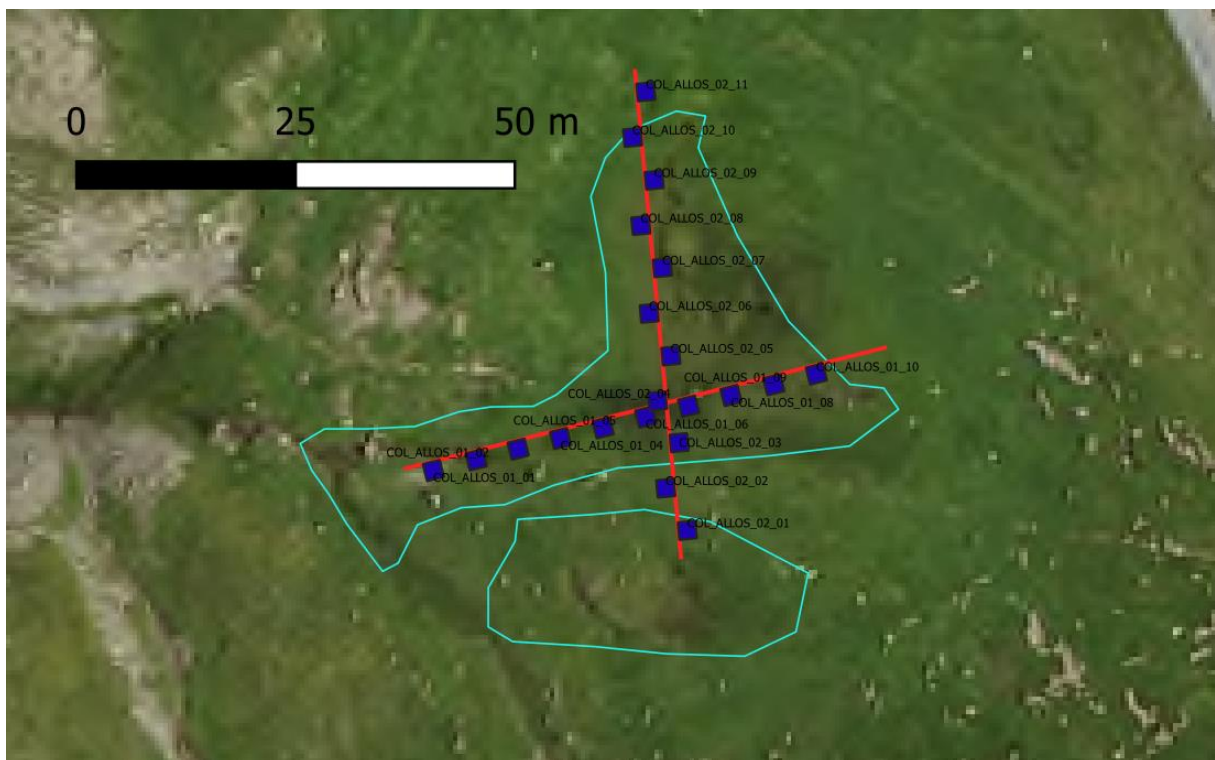


Figure 49: Cartographie des transects COL\_ALLOS\_01 et COL\_ALLOS\_02



Figure 50: Photos point d'origine du transect COL\_ALLOS\_01



**Figure 51: Photos point de fin du transect COL\_ALLOS\_01**



## Transect COL\_ALLOS\_02

Longueur : 56 m (mesurée sur SIG)

Orientation du transect: ?

Coordonnées point GPS (WGS84) de l'origine du transect : Lat. 44.2973, Long. 6.5925

Coordonnées point GPS (WGS84) de la fin du transect : Lat. 44.2978, Long. 6.59247

### Nombre de placettes floristiques : 11

Placette 01 : entre 2 et 4 m par rapport au point d'origine, à droite

Placette 02: entre 7 et 9 m par rapport au point d'origine, à gauche

Placette 03: entre 12 et 14 m par rapport au point d'origine, à droite

Placette 04: entre 17 et 19 m par rapport au point d'origine, à gauche

Placette 05: entre 22 et 24 m par rapport au point d'origine, à droite

Placette 06: entre 27 et 29 m par rapport au point d'origine, à gauche

Placette 07: entre 32 et 34 m par rapport au point d'origine, à droite

Placette 08: entre 37 et 39 m par rapport au point d'origine, à gauche

Placette 09: entre 42 et 44 m par rapport au point d'origine, à droite

Placette 10: entre 47 et 49 m par rapport au point d'origine, à gauche

Placette 11: entre 52 et 54 m par rapport au point d'origine, à droite

### Nombre de relevés pédologiques : 4

Relevé 01 : à 6 m de l'origine + 1,5 m à droite du transect

Relevé 02 : à 21 m de l'origine + 1,8 m à droite du transect

Relevé 03 : à 31 m de l'origine + 2 m à droite du transect

Relevé 04 : à 46 m de l'origine + 2 m à droite du transect



**Figure52: Photos point d'origine du transect COL\_ALLOS\_02**



**Figure53: Photos point de fin du transect COL\_ALLOS\_02**



# Annexe 1 : archives des notes et réflexions pour la mise en place du protocole, et précisions de terrain sur certains indicateurs pédologiques

---

Reprendre info Rhoméo indicateur Flore et Pédologie I02 I06 I08 flore + I01 pédo

<http://rhomeo-bao.fr/?q=indicateurs>

## 1/ Implantation des placettes de suivi flore et pédologique

Prendre des photos !

1 ou 2 transects par site de longueur pouvant aller jusqu'à une centaine de mètres de façon à décrire la variabilité des conditions écologiques (notamment topo). Imaginer ce qui va se passer si changement climatique, où est-ce qu'on verra des changements. + relire les consignes rhoméo (j'ai pas fait !)

10 ou 20 placettes de 50 x 50 cm ( $0.5 \times 0.5 \times 20 = 5 \text{ m}^2$ ) / site réparties de manière régulière le long des 2 transects

Proposition CNBMED : 10 placettes de 4 m<sup>2</sup> ( $2 \times 2 \times 10 = 40 \text{ m}^2$ ) / site réparties de manière régulière le long des 2 transects => plus représentatif. par contre selon les sites ça sera compliqué de faire un carré ? quelles consignes pour les signes avec des linéaires ?

A PRECISER Ds quel cas uniquement 1 transect + nb minimum de placettes/site 10 et nb max 20 ?

Bornes de géomètre : 1er et dernière placette de chaque transect (angle le plus au Nord)

Position GPS de chaque placette (centre de la placette)

Alignement à vue ? mais comment garantir l'équidistance entre les placettes ? ficelle graduée de 100 m à tendre entre les deux bornes de géomètres ?

Quid des sites ne présentant que des linéaires non rectilignes ? transects à adapter et placettes à répartir de manière régulière le long du cours d'eau par ex ? cmt être sûr qu'on aura toute la variabilité des conditions écologiques ? A COMPLETER APRES AVOIR FAIT QQS TESTS SUR CARTO SIG pour caler même méthodo CBNA CBNMED pour les cas atypiques (pas une grosse zone humide)

Les descriptions pédo : 4 à 6 profils par site (est-ce qu'il vaut mieux concentrer sur un transect ou répartir sur les 2 transects ?)

Emplacement choisi en fonction de la topo + préciser à côté de quelle placette flore (systématiquement à 1 m au N de la placette flore)

Afin de gagner du temps sur le terrain : choix de l'implantation des 2 transects à réfléchir sur ordi en tenant compte des habitats et état de conservation recherchés.



NOM	BON MOY MAUVAIS si >50 % et sinon MOY ETAT DE CONSERVATION	ENJEUX HABITATS ESPECES	Croiseme nt ou à proximité SITES SENTINELLES	Déf ends installé ou en projet 2020 2021 DE FENDS	COMMENTAIRES
Alpage de Couesto	mauvais	Bas-marais alcalins et acides plutôt classique et très dégradés, mare et ceintures humides	alpage sentinelle, suivi flore (à proximité)	oui	défends ONF garantie de suivi ds le temps
Estrop	bon	Nombreux habitats de zones humides : microphorbiaies de bord de torrent, végétation pionnière à Carex bicolor, herbier à Sparganium, bas-marais à Carex davalliana, nardaie hydrocline à Botrychium simplex. Enjeu flore patrimoniale fort	non	non	changement climatique
Merveilles	moyen	Beau bas-marais acide riche en sphaignes. Mégaphorbiaies subalpines. Enjeu flore important	alpage sentinelle, suivi flore (superposition)	non	lac long inf, enjeux EDF
Vallon de l'Alpe	bon	Voir fiche CBNA	alpage sentinelle, orchamp, suivi flore (superposition)	oui	suivi pas ds le défends
Restefond	moyen	Complexe diversifié de bas-marais dont arcticoalpins avec Carex. bicolor, Juncus arcticus, Trichophorum pumilum	maille caricion, maille combe à neige, suivi flore, station combe à neige (superposition)	non	enjeux faune invt aq



Marécages des Ricauds	mauvais	Complexe marécageux original avec bas-marais et magnocariçaie subalpins, avec Dactylorhiza cruenta, Trichophorum pumilum et sphaigne (1 butte !)	non	non	site impacté par drains pour rouissage du chanvre, odonates présents uniquement sur ce site ds le PNM
Col d'Allos	moyen	bas-marais arcticoalpin avec C. microgloch, C. bicolor et J. arcticus	maille caricion	oui	partenariat en cours avec CD04 politique ENS, éleveur intéressé, suivis anciens
Lac Allos	moyen	zone humide subalpine avec Hierochloa odorata et Dactylorhiza cruenta	non	oui	Serpentine pour le suivi
Madone de Fenestre	moyen	Belles mégaphorbiaies de bord de torrent, bas-marais acides. Enjeu flore important (nb ses espèces)	non	non	gestion PNM en ZC de la Terre de Cour
Millefont	moyen	Bas-marais à Carex davalliana intéressant. Enjeu flore important	possible nouveaux suivis sentinelles	oui	

## 2/ Description flore

5 min / placette

Protocole Rhoméo + % de recouvrement à 5% près des espèces indicatrices piétinement + eutrophe (2 pourcentages pour les deux catégories ou 1 pourcentage pour l'ensemble des espèces dégradation ?)

## 3/ Description pédologique

30 min/profil

Description jusqu'à 60 cm soit 4 carottes de 15 cm (en relisant [http://rhomeo-bao.fr/sites/all/themes/corporateclean/pdf/I01\\_ZH\\_Boite-outils.pdf](http://rhomeo-bao.fr/sites/all/themes/corporateclean/pdf/I01_ZH_Boite-outils.pdf))

prendre des photos des carottes, des échantillons

**A Limites** : régulière / ondulée / irrégulière / interrompue => faisable à la tarière mais avec de l'expérience, on note "nul"



**D Structure** : définitions plus précises à trouver, mais pas idéal à la tarière. Prendre l'intérieur de la carotte

<b>D Structure</b>
1 particulaire
2 grumeleuse
3 grenue
4 massive
5 lamellaire
6 prismatique
7 en colonnes
8 polyédrique
9 blocs cubique
10 en fuseaux
11 fibreuse
12 feuilletée
13 lithologique

Voir notice des Fiches stipa A **CHERCHER SUR INTERNET**

**F Racines** : sans /  $< 8/\text{dm}^2$  /  $8 \text{ à } 32/\text{dm}^2$  /  $> 32/\text{dm}^2$

Normalement c'est ds une fosse. Pas fiable à la tarière.

on estime le nb des sections de racines dans un plan qui "coupe" la carotte sur une surface de  $\text{dm}^2$ . on ne note que les vivantes. Faudra interpréter ces données avec précaution (aucune, un peu, beaucoup)

**G Taches** : sans / oxydation (jaune-rouge) / réduction (gris-bleu)

on peut avoir les deux => on note les deux + des points noir de manganèse confirment l'oxydo-réduction

Comment faire la différence entre oxydation et racine en décomposition ? super dur à distinguer, il y a bien un phénomène d'oxydation qd une racine se décompose (et c'est pas ça qu'on cherche à noter) => essayer de voir si ça suit la forme d'une racine

**H Abondance** :  $< 5\%$  /  $5 \text{ à } 15\%$  /  $15 \text{ à } 40\%$  /  $> 40\%$  et **I Taille** :  $2 \text{ à } > 20 \text{ mm}$

Très compliqué à la tarière, prendre des photos pour qu'on puisse comparer les observations

Attention ne pas estimer % et taille sur le bord de la carotte (ça étale la tâche) mais "ouvrir" la carotte et regarder à l'intérieur

Si on a une réduction généralisée du substrat (gris) avec des taches d'oxydation (jaune), on note pour les deux pourcentages et la taille moyenne des deux

**K Humidité**

info intéressante mais pas déterminante (ex : s'il vient de pleuvoir), info intéressante indirectement pour les autres mesures

attention ça dépend aussi de la texture (si bp d'argile, de sable)

sec

**Pour différencier frais et humide (notice fiche stipa)**

Saturé : de l'eau s'écoule

**L Compacité** : pénètre sans effort / avec effort / incomplètement (s'il y a des couches indurées) / pas ou de qq mm



s'il y a des cailloux il faut le noter ailleurs, il faut décrire uniquement la matrice

**P Altération de la MO** : végétaux identifiables (on reconnaît des organes végétaux vivants et morts) / identifiables avec traces de décomposition / peu d'organes végétaux identifiables / non identifiable (boue noire)

#### **Q Van Post**

Si aucun écoulement => on note "nul"

Trouver un protocole plus précis (on ne fait ce test que pour les horizons tourbeux/fibreux ?)



## **Annexe 2 : fiches protocoles de la boîte à outils RhoMéo**

---

niveau d'humidité du sol  
pédologie

101

Extrait de la **boîte**  
à **outils** de suivi des  
**zones**  
**humides**

RhoMeO



## Définir l'univers d'échantillonnage

Dans le cadre du programme RhoMéO, le contour des zones humides suivies correspondait aux contours délimités dans le cadre des inventaires départementaux des zones humides réalisés entre 1996 et 2012 dans le bassin Rhône-Méditerranée. Il est important de noter que l'inventaire et la cartographie des zones humides ont été réalisés avec des méthodes légèrement différentes d'un département à l'autre, parfois même au sein d'un même département. Les principaux écarts observés portent sur :

- L'intégration ou non des marges peu profondes des masses d'eau associées aux zones humides (lac, cours d'eau).
- Le traitement cartographique des réseaux de petites zones humides, soit intégrées dans un seul polygone, soit faisant l'objet de polygones distincts. En lien avec ce second point, l'intégration ou non de parties de la zone humide déjà dégradées au moment des inventaires selon que des critères pédologiques ou uniquement floristiques ont été utilisés.

Les choix qu'un opérateur fera au moment de la délimitation de l'univers d'échantillonnage auront des conséquences importantes au moment de l'analyse des données et de l'interprétation des indicateurs de la boîte à outils :

- Pour des zones humides attenantes à une masse d'eau, la prise en compte ou non de l'interface entre la masse d'eau et la zone humide modifiera logiquement la liste des

espèces observées. Cette liste inclura ou non certaines espèces parmi les plus hydrophiles (ex : flore) et ainsi influera sur la valeur de l'indicateur alors calculée (en lien notamment avec la fonction hydrologique du site). Pour les groupes faunistiques les plus mobiles, cette prise en compte de l'interface zone humide/masse d'eau permettra d'interpréter la présence d'éventuelles espèces «surprenantes» par rapport aux habitats recensés sur le site (espèces d'odonates caractéristiques des cours d'eau pouvant être observées sur une zone humide). L'interprétation des résultats obtenus devra donc faire référence aux contours de l'objet suivi.

- Dans le cas de constellations de petites zones humides (marais, mares,...), souvent héritées d'une zone humide antérieure plus vaste réduite et fragmentée par drainage ou mise en culture, l'inclusion ou non de ces parties dégradées déterminera la capacité de l'opérateur à suivre par exemple les effets d'une éventuelle restauration de la zone humide dans leur intégralité.

**Il convient donc, avant d'engager la définition de l'échantillonnage, d'avoir une lecture critique des données d'inventaire des zones humides et, selon les besoins de l'utilisateur, de procéder à des regroupements ou plus généralement de redéfinir les contours de la zone humide suivie de manière à conduire l'évaluation à la bonne échelle.**

# PRÉALABLE À L'UTILISATION DES FICHES



En haut de chaque fiche un bandeau permet d'identifier le type de fiche et le renvoi aux fiches liées.

numéro de la fiche

renvoi vers les fiches correspondantes :  
I : Indicateur  
P : Protocole  
A : Analyse et Interprétation



Sur chaque fiche indicateur, le bandeau contient également des informations sur :

coûts annuels (temps et analyses)



domaine de validité

fonctions et pressions que l'indicateur mesure

niveau de compétence nécessaire pour le recueil de données

niveau de compétence nécessaire pour le calcul de l'indicateur

coûts matériels

Plusieurs indicateurs peuvent être calculés avec un seul protocole, le schéma ci-dessous montre les liens entre les fiches protocoles et les indicateurs correspondants.

Numéro de page			Numéro de page			Numéro de page	
Indicateur			Protocole			Analyse / Interprétation	
I01	20	—	P01	46	—	A01	88
I02	22					A02	92
I06	24	—	P02	50	—	A06	108
I08	26					A08	116
I03	28	—	P03	54	—	A03	96
I04	30	—				A04	100
I07	32		P04	58	—	A07	112
I05	34					A05	104
I09	36	—	P05	62	—	A09	120
I10	38	—	P06	66	—	A10	124
I11	40	—	P07	72	—	A11	128
I12	42	—	P08	76	—	A12	132
I13	44	—	P09	82	—	A13	136



# NIVEAU D'HUMIDITÉ DU SOL - PÉDOLOGIE



**Domaine d'application**  
toutes les zones humides

**Fonction / pression**  
hydrologique



**Compétences :**  
T / T / T

**Coût :**  
€€ / €€

## Description et principes de l'indicateur

L'indicateur définit un niveau d'humidité du sol de la zone humide, en attribuant aux horizons supérieurs du sol une note basée sur le type de trait d'hydromorphie observé. Les différents types de sols hydromorphes sont définis par

les critères de l'arrêté de délimitation des zones humides du 1<sup>er</sup> octobre 2009 (classes d'hydromorphie - GEPPA - Figure 1). ([http://www.developpement-durable.gouv.fr/IMG/pdf/Guide\\_hors-sol\\_02-05-13\\_light-1.pdf](http://www.developpement-durable.gouv.fr/IMG/pdf/Guide_hors-sol_02-05-13_light-1.pdf))



## FONDEMENTS SCIENTIFIQUES DE L'INDICATEUR



Il ne faut pas confondre l'hydromorphie du sol et son engorgement en eau (*BAIZE & JABIOL, 1995*).

En effet, il existe des situations pédologiques où il y a engorgement sans hydromorphie (eau très circulante, absence de fer disponible ou engorgement éphémère) ou hydromorphie sans engorgement (traces d'oxydation fossiles). Toutefois, ces situations qui ne représentent pas le cas général mais qu'il faut avoir à l'esprit pour l'analyse de la valeur indicatrice, ne remettent pas en cause l'intérêt de la recherche des traits d'hydromorphie. Le processus de formation ou d'évolution d'une classe de sols en présence d'un excès d'eau prolongé indique le niveau de saturation en eau du sol indispensable au bon fonctionnement de la zone humide.

Le caractère hydromorphe du sol se traduit par une accumulation de matières organiques et/ou par des phénomènes d'oxydo-réduction du fer (*VIZIER 2009*). Les conditions d'anaérobiose empêchent l'oxydation (dégradation) de la matière organique qui s'accumule et forme un horizon organique plus ou moins développé à la surface du sol. Cet horizon organique surmonte des horizons minéraux où l'on peut observer des phénomènes de redistribution ou d'accumulation du fer.

On distingue deux grandes catégories de sols de zones humides (*AFES, 2009*).

### Les sols organiques

L'hydromorphie est totale et permanente pour l'ensemble du profil du sol (bilan de l'eau excédentaire ou neutre). Ces sols organiques se rencontrent surtout dans les dépressions humides au dessus d'horizons minéraux peu filtrants.

- **Les histosols (H)**

Selon la hauteur de l'accumulation de matière organique, ils forment les zones humides para-tourbeuses (< 0,5 m d'épaisseur) et les tourbières (> à 0,5 m). Pour qu'un horizon soit considéré comme histique, son taux de matière organique doit dépasser 50%. Suivant leur niveau de décomposition (taille des fibres) et leur faciès (structure et texture), les horizons qui composent l'histosol peuvent être différenciés en horizons fibriques (Hf), mésiques (Hm), sapriques (Hs), mais également labourés (LH) ou asséchés (Ha).

### Les sols minéraux hydromorphes

Il s'agit de sols où l'eau est présente une partie de l'année, sans que les conditions de température ou de saturation en eau ne permettent la turfigenèse. En surface, ils sont surmontés de dépôts de débris végétaux peu décomposés (feuilles, tiges, inflorescences, ...) qui forment un horizon organique de couleur noire (A).

FONDEMENTS SCIENTIFIQUES DE L'INDICATEUR (Suite)



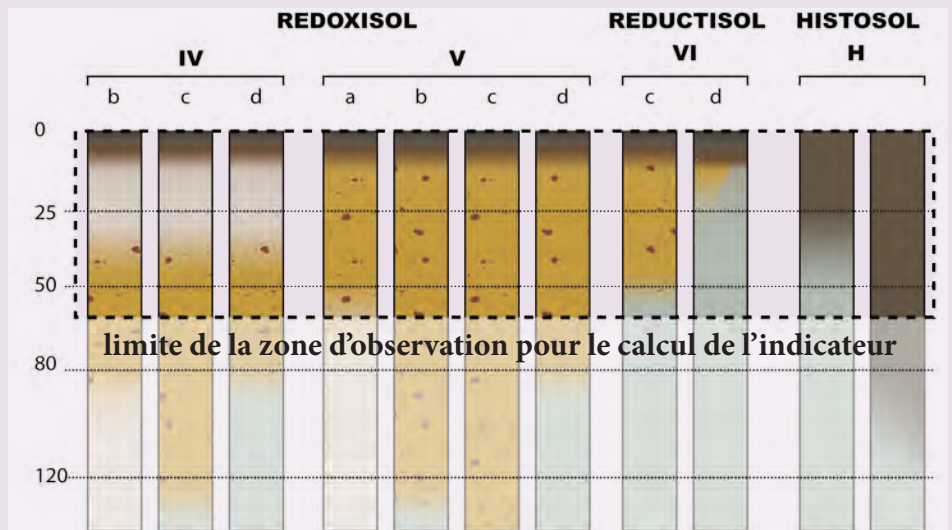
L'épaisseur de cet horizon dépend de l'importance du couvert végétal qui fournit la matière organique, de la durée de l'inondation ou de la saturation et des conditions climatiques. Les traits d'hydromorphie des sols fonctionnels débutent toujours à moins de 50 cm de la surface et se prolongent ou s'intensifient en profondeur. Suivant la fréquence de saturation en eau, on distingue :

- **Les sols rédoxiques (g)**  
Ils sont le fruit de l'alternance des processus de réduction / mobilisation du fer pendant les périodes de saturation en eau et des processus d'oxydation / immobilisation du fer pendant les périodes de non-saturation. Ils correspondent donc à des périodes de saturation temporaire. Ils se caractérisent par la présence de taches

de couleur rouille enrichies en fer (de 1 à plus de 15 mm occupant 2 à 20 % de la surface de l'horizon) et de trainées claires appauvries en fer.

- **Les sols réductiques (G)**  
Les processus de réduction du fer dominent en raison de la saturation en eau permanente ou quasi-permanente du sol. La répartition du fer est plutôt homogène, ce qui se traduit par une couleur bleuâtre à verdâtre très uniforme (Gr). Si la saturation n'est pas permanente (Go), lors des périodes de dessèchement la ré-oxydation provoque l'apparition de taches de rouille qui disparaissent lorsque le sol est de nouveau saturé.

Figure 1 - Classes d'hydromorphie des sols d'après GEPPA 1981 (modifié) AFES 2009



DOMAINE D'APPLICATION DE L'INDICATEUR



L'indicateur est applicable à tous les types de zones humides qui présentent les critères pédologiques de l'arrêté de délimitation de 2009. Ponctuellement, des relevés peuvent ne présenter aucun faciès hydromorphe dans la partie superficielle du sol (nappe profonde). Toutefois, la stratégie d'échantillonnage (BAIZE & JABIOL, 1995), qui vise à traduire le gradient d'hydromorphie de la zone humide, et la méthode d'agrégation des points de relevés à l'échelle du site permettent de calculer l'indicateur dans toutes les situations.

**Périodicité**  
Une campagne de mesures tous les 5 ans est recommandée. Il est possible d'espacer le temps entre les campagnes de mesures si aucune modification des modalités de gestion du site (végétation et écoulements) n'a eu lieu dans les 5 ans. Toutefois, les délais entre deux campagnes ne peuvent excéder 10 ans.

Bibliographie

Arrêté du 1er octobre 2009 - critères de définition et de délimitation des zones humides en application des articles L. 214-7-1 et R. 211-108 du code de l'environnement : ([http://www.developpement-durable.gouv.fr/IMG/pdf/Guide\\_hors-sol\\_02-05-13\\_light-1.pdf](http://www.developpement-durable.gouv.fr/IMG/pdf/Guide_hors-sol_02-05-13_light-1.pdf))

BAIZED. & JABIOL B., 1995. Guide pour la description des sols, éd. de l'I.N.R.A.

VIZIER J.F., 2009, Éléments pour l'établissement d'un référentiel pour les solums hydromorphes, in : Référentiel pédologique, 2008 - AFES, D. Baize & M. C. Girard cor., éd. Quae, 2009

AFES, 2009 - Référentiel pédologique, Baize D. & Girard M.C. cor. éd. Quae.

# PÉDOLOGIE



## Description et principes du protocole

### Principes généraux

Le sol est décrit après prélèvement à la tarière (gouge, Edelman ou canne pédologique) sur la partie supérieure du sol (50 à 60 premiers centimètres). Pour des cas spécifiques où le sol ne peut être prélevé, des fosses pédologiques peuvent être réalisées à la bêche. Chaque horizon est caractérisé à l'aide des descripteurs de la fiche terrain.

### Type de données collectées

Les différents horizons sont caractérisés par

les modalités (généralement 4 possibles) de 17 descripteurs de texture, de structure et de couleur.

### Type d'échantillonnage

Les points de relevés sont réalisés à intervalles réguliers le long de transects préalablement positionnés pour être les plus représentatifs de la diversité du milieu et du gradient d'hydromorphie, généralement de la périphérie vers le centre de la zone humide.

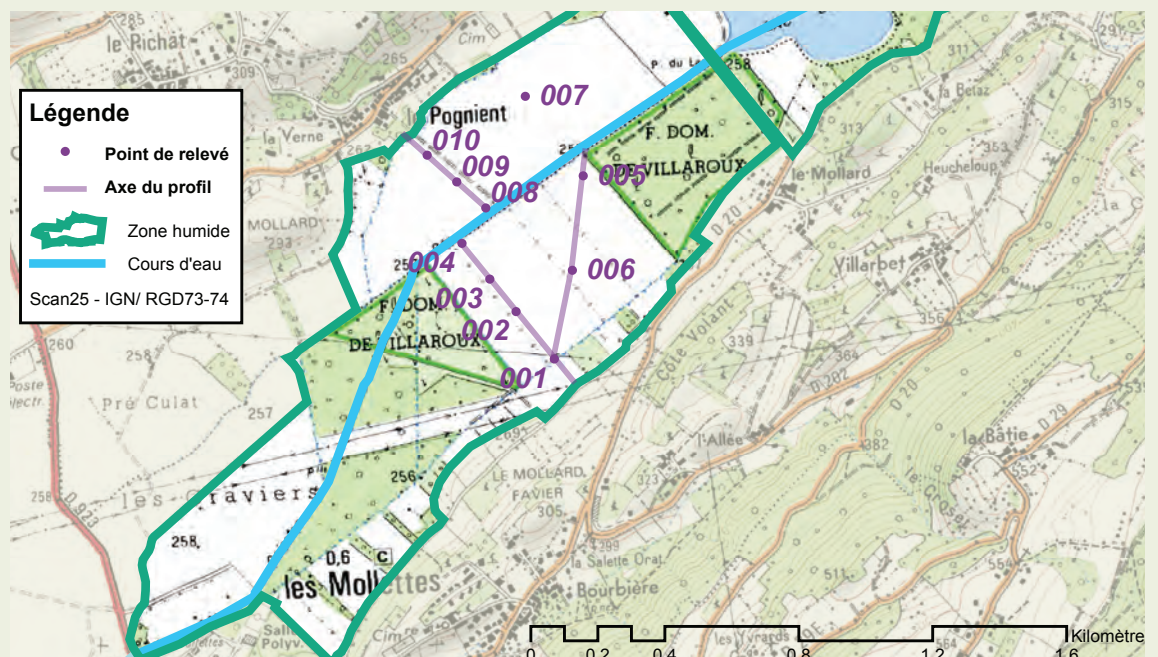
## Méthode de mise en place

### Stratégie d'échantillonnage

Le plan d'échantillonnage doit être construit **pour traduire le gradient d'hydromorphie du site**, des secteurs de transition avec les versants non hydromorphes, vers les secteurs les plus humides où la saturation en eau est

la plus forte. Pour cela, il s'agit de positionner un ou plusieurs transects qui partent du bord en direction du centre de la zone humide. Si la zone humide a une forme quasi-circulaire, ou du moins compacte, un seul transect peut être réalisé.

Figure 1 : exemple de stratégie d'échantillonnage



☺ 📄 🦋 🦋 Méthode de mise en place (Suite)

■ 🦋 🦋 Tarière gouge



Dans le cas contraire, il est recommandé de réaliser plusieurs transects (figure 1). Dans tous les cas, il est intéressant de choisir des transects communs aux relevés floristiques lorsque ceux-ci sont réalisés (une cartographie d'habitats, lorsqu'elle est disponible, peut être utilisée).

**Réalisation des prélèvements**

Pour une meilleure opérationnalité du suivi, il est recommandé de **réaliser les prélèvements à la tarière gouge** (diamètre 20, 30 ou 60 mm). Il est également possible de réaliser les prélèvements à la tarière Edelman. Toutefois, cette méthode entraîne une perte de précision importante sur les profondeurs et les épaisseurs des horizons (voir méthode en annexe 2).

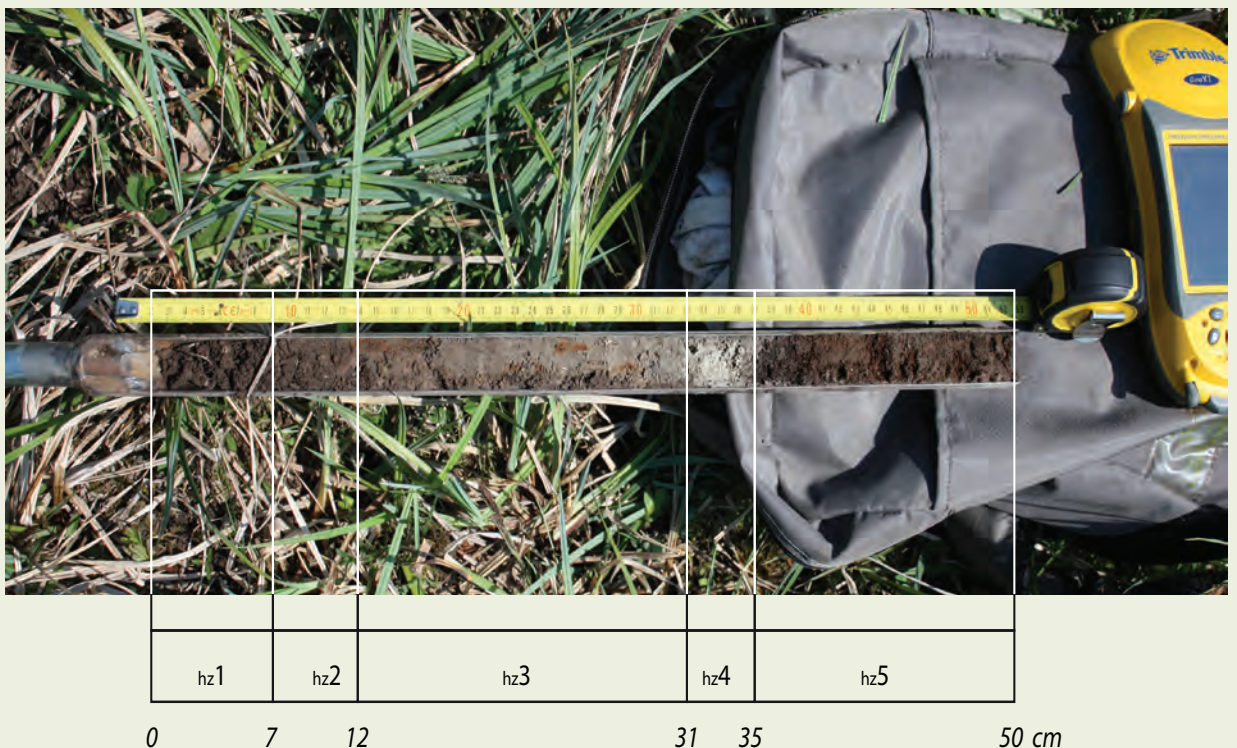
Pour parer à toute situation, il est conseillé d'avoir les deux types de tarière lors des campagnes de terrain. La réalisation de fosses pédologiques, qui reste possible, n'est pas recommandée, compte tenu du temps nécessaire à leur réalisation.

**Délimitation et caractérisation des horizons**

Une fois le prélèvement réalisé, **l'échantillon de sol est divisé en horizons**, c'est-à-dire en couches homogènes, pour être décrit dans la fiche de terrain. Concernant les descripteurs de la fiche de terrain, on peut noter que :

- **pour la profondeur**, il est possible de ne noter que la profondeur maximale de chaque horizon (la profondeur minimale étant soit la surface du sol, soit la profondeur maximale de l'horizon supérieur). Pour les relevés à la tarière Edelman,

**Délimitation des différents horizons de sol**





## Méthode de mise en place (Suite)

l'ensemble des profondeurs est mesuré sur le matériel prélevé et déposé au sol ;

- **les limites [A]** ne peuvent pas être notées à la tarière Edelman ;
- **La couleur [B]** est notée suivant les trois coordonnées (la teinte « hue », la clarté « value » et la pureté « chroma ») de la charte Munsell (cf. photo ci-contre). On évalue la couleur d'un échantillon de terre homogène. Il est préférable de se positionner dos au soleil. Sur le terrain, on évalue la couleur de l'échantillon humide. Comme les couleurs sont définies visuellement, on peut toujours admettre qu'on se trompe d'une case en teinte, clarté ou pureté. La précision de l'évaluation est donc donnée à une unité près ;
- **La texture [C], la structure [D], les racines [F] et les taches [G]** sont des descripteurs génériques indispensables à la détermination des types d'hydromorphie. La réduction du fer, qui est généralement observable par la couleur caractéristique grise bleuâtre à verdâtre, peut également se traduire par une décoloration de l'horizon. Dans ce dernier cas l'utilisation d'un réactif composé d'une solution d'orthophénantroline à 2% dans de l'éthanol pur peut permettre de confirmer le diagnostic ;
- **L'abondance [H], la taille [I] et la forme [J]** sont des descripteurs qui ne doivent être notés qu'en présence de taches d'oxydation ([G]= 2) ;
- **La compacité [L] , plasticité [M] , l'adhésivité [N] et la friabilité [O]** sont principalement utiles pour caractériser les sols minéraux ([C] >= 2) ;
- La caractérisation des sols organiques nécessite la notation de **l'altération de la M.O [P]** et de **l'indice de Von-Post [Q]** ;
- **Les éléments grossiers [E] et l'humidité [K]** sont des descripteurs complémentaires qui peuvent servir à la validation des observations en cas de doute ;

Il est également recommandé de faire le croquis du sondage dans le cadre prévu à cet effet et de prendre en note toute remarque utile.

### Évaluation de la couleur à l'aide de la charte Munsell



### Représentativité des données

Les traits d'hydromorphie étant déterminés par la variation de la nappe d'eau du sol, la variabilité spatiale des données collectées est identique à celle de la nappe. Autrement dit, ce n'est pas sur le type de trait hydromorphe, mais sur la notation de leur profondeur que l'impact d'une mauvaise re-localisation des points d'observation serait le plus fort pour le calcul de l'indicateur. Toutefois, la pente des nappes de zones humides est généralement faible (zone d'accumulation des flux d'eau). Il convient tout de même d'être vigilant dans les secteurs de plaine alluviale où des dépôts argileux peuvent localement entraîner la présence de petites nappes perchées. Réaliser une observation dans ou hors de cette lentille argileuse pour une question de re-localisation du point de relevé entraînerait un calcul de la valeur indicatrice erroné.

Hormis la Base de Données Géographiques des Sols de France dont l'échelle du 1/1 000 000 n'est pas exploitable pour notre objectif, il n'existe pas de données de référence pour analyser la représentativité de l'information collectée dans le cadre de ce protocole. Toutefois, les connaissances antérieures des sites sur lesquels a été testée la méthode nous permettent de valider la qualité de l'information recueillie (validation par le relevé pédologique de la déstructuration du sol connue par le labour, etc.).



## Opérationnalité de la collecte



### Compétences requises

La grille descriptive étant en grande partie visuelle, elle ne nécessite pas de compétences spécifiques pour son application. Les tests réalisés dans le cadre du projet ont démontré la bonne prise en main du protocole de collecte de données par des opérateurs non spécialistes. Il apparaît qu'avec une formation d'½ journée, il est possible pour un débutant de mettre en place le protocole et de remplir la fiche de terrain associée. L'opérateur peut s'appuyer sur différents ouvrages techniques (*BAIZE et JABIOL 1994, JABIOL et al. 2011*)

Toutefois, il est bien évident que l'expérience et le niveau de connaissance initial des opérateurs en pédologie influent fortement sur le temps de terrain nécessaire aux relevés (pouvant aller du simple au double).

### Impact du niveau de compétences

La grille descriptive a été conçue avec un nombre de classes de valeur très restreint pour limiter les risques de confusions. Par conséquent, le choix d'une classe ou d'une autre peut avoir une influence importante. La redondance, ou du moins les liens

entre un certain nombre de descripteurs de la fiche de terrain, permettent l'identification d'indications aberrantes.

### Temps moyen de collecte

Le temps de réalisation et de description d'un relevé, nombre de relevés par heure est très dépendant du type de sol et du nombre d'horizons observés, mais peut être estimé à 6 à 10 relevés par heure ;

### Coût matériel/données / prestation/analyse

Le coût d'acquisition d'une tarière pédologique est de l'ordre de 170 à 200€. Il convient également d'ajouter la Charte de couleurs des sols *MUNSELL* (env. 180 €) et le *Référentiel pédologique, AFES et al, 2008 : 45 €*.

### En annexe :

- La fiche de relevé de terrain (Annexe1)
- Méthode de sondage à la tarière (Annexe2)

## Bibliographie

*AFES, D. BAIZE M. C. & GIRARD C., 2008. Référentiel pédologique, éd. Quae, 2009.*

*BAIZE D. & JABIOL B., 1994. Guide pour la description des sols, éd. de l'I.N.R.A.*

*JABIOL B., GIRARD M.-C. & SCHVARTZ C., 2011. Etude des sols - Description, cartographie, utilisation: Description, cartographie, utilisation. Dunod. 432 p.*

*La Charte de couleurs des sols MUNSELL et le Référentiel pédologique 2008, AFES*



# NIVEAU D'HUMIDITÉ DU SOL - PÉDOLOGIE



## Description et principes

Les traits d'hydromorphie sont caractérisés pour chaque horizon à l'aide des descripteurs de la fiche de terrain. L'association des différents horizons hydromorphes permet de calculer une note d'hydromorphie. Des outils de requête et calcul automatisés de la note ont

été développés, mais ne doivent pas affranchir l'opérateur d'une validation de la cohérence du résultat au regard de la saisie dans la fiche de terrain. Les valeurs des différents points de relevé d'un site sont agrégées pour obtenir une note globale.

## Méthode de calcul

Une série de requêtes sur les classes des différents descripteurs permet de définir le type d'horizon hydromorphe, à saturation temporaire (Go) ou permanente (Gr, Hf, Hm, Hs, K, Organo).

Il peut arriver qu'un horizon puisse être classé dans deux types d'horizons hydromorphes proches (environ 15% des horizons observés).

En effet, un certain nombre d'horizons de transition possèdent des caractéristiques qui permettent de les classer dans deux types d'horizons hydromorphes. Ce cas se présente par exemple entre les tourbes fibriques et mésiques (27% des horizons classés tourbeux Hf, Hm ou Hs). Toutefois ces doubles classements ne posent pas de problème pour le calcul de la note d'hydromorphie.

### Liste des requêtes définissant les types d'horizons hydromorphes

Horizon Type	Note	Principes de classement	Critères de classement (formules à utiliser dans un tableur)	OPÉRATEUR Champs (voir fiche terrain) Valeur
L	1	présence de racine et texture organique	$ET(F\_racines > 1; C\_texture = 1; numero = 1; ESTVIDE(Q\_von\_post))$	
Gr	1	texture massive de couleur grise à bleue/verdâtre	$ET(C\_texture > 1; OU(G\_taches = 3; ET(B1\_couleur = «GLE1» ; B2\_value < 7) ; ET(B\_couleur = «GLE2» ; B2\_value < 7)))$	
Go	2	présence de tache d'oxydation de couleur rouille	$ET(C\_texture > 1; ET(G\_taches = 2; G\_éléments\_grossiers > 0))$	
J	1	horizon sableux homogène	$ET(OU(C\_texture = 2; C\_texture = 3); O\_friabilité > 2; D\_structure = 1)$	
T	3	concrétion calcaires	$ET(B2\_value > «4,5»; Q\_von\_post < 1; O\_friabilité < 2; M\_plasticité = 1)$	
Hf	3	tourbe fibrique claire	$ET(C\_texture = 1; D\_structure > 10; Q\_von\_post > 0; Q\_von\_post < 4)$	
Hm	2	tourbe brune mésique	$ET(C\_texture = 1; Q\_von\_post > 3; Q\_von\_post < 8)$	
Hs	2	tourbe noire très décomposée	$OU(ET(C\_texture = 1; Q\_von\_post > 7); ET(C\_texture > 3; Q\_von\_post > 2))$	
Org	2	horizon de transition entre tourbe et formation argileuse collante	$ET(G\_taches = 1; ESTVIDE(Q\_von\_post); OU(ET(C\_texture = 1; D\_structure > 3; D\_structure < 10) ; ET(C\_texture > 1; D\_structure > 10)))$	
Ha/LH	1	tourbe déstructurée granuleuse	$ET(C\_texture = 1; OU(D\_structure < 3; D\_structure = 11); ESTVIDE(Q\_von\_post); K\_humidité < 3)$	

**Méthode de calcul (Suite)**

Pour chaque type d'horizon, défini précédemment, est affectée une valeur correspondant au niveau de saturation en eau du sol nécessaire pour qu'apparaissent les traits d'hydromorphie. Ainsi, un horizon réductique qui nécessite une saturation en eau quasi-permanente se voit attribuer une valeur de 2. Un horizon redoxique prend une valeur de 1, les horizons non hydromorphes une valeur de 0. Les valeurs des horizons proches de la surface,

c'est-à-dire dans les 25 premiers centimètres, sont à multiplier par 2.

La note d'hydromorphie du point de relevé est la moyenne des notes des horizons qui composent le sol.

La note d'hydromorphie du site, correspond, à la moyenne des notes des différents relevés effectués sur le site.

**Clés d'interprétation de la note indicatrice**

Plus la note d'hydromorphie est importante, plus la saturation en eau du sol est importante. Une diminution de cette note traduit donc un assèchement de la zone humide.

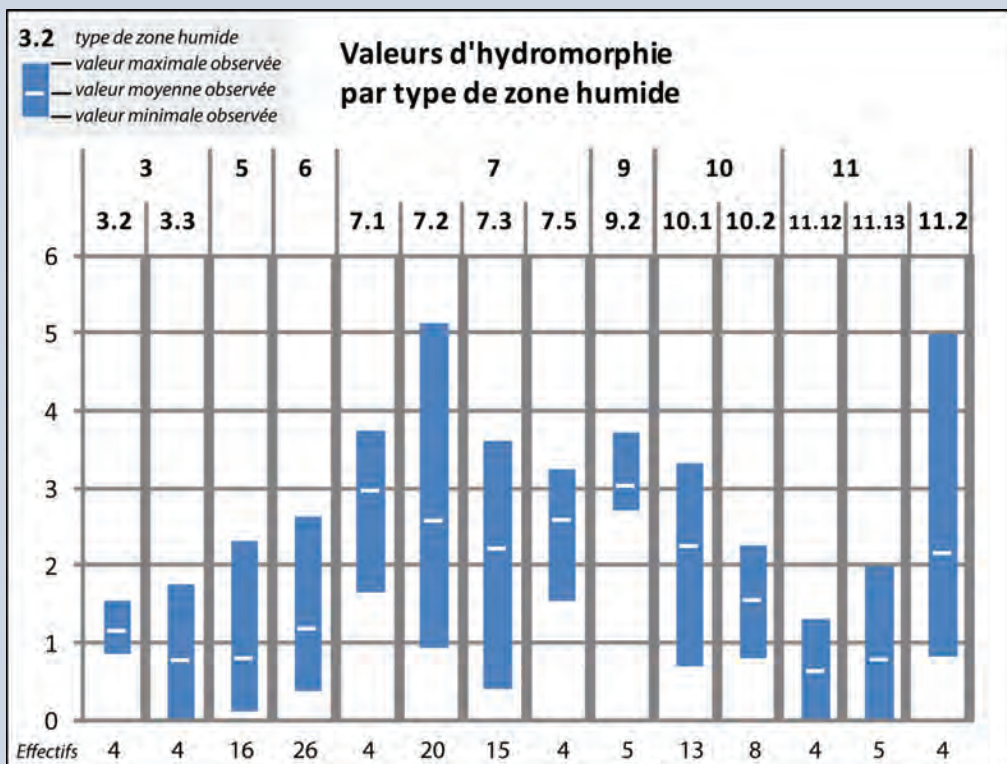
Les valeurs s'échelonnent entre 0, pour un sol non hydromorphe et 6, pour des horizons totalement saturés en permanence dans les 50 premiers centimètres. L'analyse d'un jeu de données de 143 sites et 928 points de relevés répartis dans l'ensemble du bassin Rhône-Méditerranée montre qu'à l'échelle d'un site, les valeurs varient entre 0 et 5,14 ; la valeur médiane d'hydromorphie étant de 1,6.

Les notes de l'ensemble des points de relevés d'un site étant moyennées, le seuil de significativité de l'évolution de la valeur indicatrice est d'autant plus faible que le nombre de point de relevés est important. Ainsi, sur un site alluvial (type 6) avec 18 points de relevé,

la baisse de la nappe entraînant la disparition des traces d'oxydo-réduction dans l'horizon de surface et l'apparition plus profonde des traits réductiques se traduit par une baisse de la note de 0,84 à 0,76 à l'échelle du site (de 2,33 à 1 à l'échelle du relevé). De la même manière, pour une petite tourbière de tête de bassin versant (type 7.3) l'évolution de la tourbe fibrique de surface vers une tourbe mésique pour l'un des quatre relevés du site se traduit par une baisse de la note de 4,93 à 4,79.

Suivant le type de zone humide, la saturation en eau du sol et, par conséquent, les traces d'hydromorphie et la note qui en découle, varient. Ainsi par exemple, cette note varie de 0,8 à 2,7 pour les milieux alluviaux dans nos cas d'étude et de 1 à 5,1 pour les tourbières alcalines.

*Exemples d'amplitude des valeurs observées :*





**Exemple d'application**

*Site de Lépin le Lac / Marais du Lac d'Aiguebelette*  
 Type 9.2 - zone humide de bordure de plan d'eau en  
 contexte alcalin



Le relevé numéro 9 présente quatre horizons dans les différents descripteurs permet d'attribuer les notes d'hydromorphie suivantes à chaque horizon :

183		Marais de Lepin le Lac										0183pedo009_001								
numero	profondeur	A_limites	B1_color	B2_value	B3_chroma	C_texture	D_structure	E_elements_grossiers	F_racines	G_taches	H_abondance	I_taille	J_forme	K_humidite	L_compacite	M_plasticite	N_adhesivite	O_friabilite	P_alteration_MO	Q_Von-Post
1	3	1	5Y	2.5	1	1	2	1	3	1				2	1	1	1	3	3	
2	35	4	5Y	5	2	3	4	1	2	2	1	1	1	2	1	2	1	3	4	
3	43	1	GLE Y1	6	10Y	4	4	1	1	1				3	1	3	2	3	4	
4	50		10YR	4	2	1	11	1	1	1				3	1	2	1	3	3	2

**Exemple d'application (Suite)**

- **Horizon 1** - accumulation de matière organique (critères C, D et F) en surface > litière, note de 1 ;
- **Horizon 2** - présence de taches de couleur rouille (critères G, H, I, J) dans la matrice minérale (critères C et D) > traces d'oxydation, note 1 ;
- **Horizon 3** - couleur de la matrice argileuse (critères B, C et M) > traces de réduction, note 2 ;

**Horizon 4** - matière organique peu décomposée (critères C, D et Q) > tourbe fibrique, note 3.

Les valeurs des horizons 1 et 2 qui débutent à moins de 25 centimètres de profondeur sont multipliées par deux. L'ensemble des notes des différents horizons sont moyennées pour obtenir la note d'hydromorphie du relevé, ici 2,25.

N° Hz	profondeur		RQT L	RQT Gr	RQT Go	RQT J	RQT T	RQT Hf	RQT Hm	RQT Hs	RQT Org	RQT Ha/L H	VALEUR HYDROMORPHIE
1	0	3	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
2	3	35	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	2
3	35	43	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	2
4	43	50	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	3
													2,25

Pour obtenir la note indicatrice du site, les valeurs des neufs relevés réalisés sont moyennées. Dans cet exemple, la note d'hydromorphie du site de Lépin-le-Lac est de 2,98.

Pour aller plus loin, l'analyse détaillée des descripteurs et de la succession des horizons apporte de précieuses informations sur la dynamique actuelle et passée du site. Ainsi, on notera dans cet exemple la présence d'horizons minéraux limono-argileux surmontant

des niveaux tourbeux peu décomposés, traduisant la modification historique de la dynamique sédimentaire, voire l'apport de matériaux (remblais) comme l'ont fait apparaître d'autres relevés sur le site. Par ailleurs, la mise en place d'un horizon tourbeux n'étant possible qu'en condition de saturation en eau permanente en surface, l'absence de ce type de trait d'hydromorphie dans les horizons 1 et 2 traduit les modifications du fonctionnement hydrologique.



## SITE

Id. \_\_\_\_ Nom \_\_\_\_\_

Date \_\_/\_\_/\_\_\_\_ Observateur \_\_\_\_\_

## CONTEXTE DU SONDAGE

N° du relevé floristique : -----  
 Conditions d'observation  
 - type de temps :  ensoleillé  variable  précipitations  
 - ambiance :  humide  sèche  froide  chaude

1 - Type d'observation  fosse pédologique  tarrière  
 2 - Nappe  non visible  observable dans la fosse  
 3 - Cause de l'arrêt : \_\_\_\_\_ cm

## DESCRIPTION PEDOLOGIQUE

N°	Caractéristiques de l'horizon					Hydromorphie					Propriétés						
	Limites	Couleur	Texture	Structure	Éléments grossiers	Racines	Taches	Abondance	Taille	Forme	Humidité	Compacité	Plasticité	Adhésivité	Friabilité	Altération de la M.O.	Q Von-Post
1	-																
2	-																
3	-																
4	-																
5	-																
6	-																
7	-																

**A Limites**  
 1 régulière  
 2 ondulée  
 3 irrégulière  
 4 interrompue

**B Couleur**  
 voir code de la charte Munsell

**C Texture**  
 1 organique  
 2 sableuse  
 3 limoneuse  
 4 argileuse

**D Structure**  
 1 particulaire  
 2 grumeleuse  
 3 grenue  
 4 massive  
 5 lamellaire  
 6 prismatique  
 7 en colonnes  
 8 polyédrique  
 9 blocs cubique  
 10 en fuseaux  
 11 fibreuse  
 12 feuilletée  
 13 lithologique

**E Éléments grossiers**  
 1 sans  
 2 Graviers < 2cm  
 3 Cailloux 2 à 6cm  
 4 Pierres et blocs > 6cm

**F Racines**  
 1 sans  
 2 < 8/dm<sup>2</sup>  
 3 8 à 32 / dm<sup>2</sup>  
 4 > 32 /dm<sup>2</sup>

**G Taches**  
 1 sans  
 2 oxydation  
 3 réduction

**H Abondance**  
 1 < 5%  
 2 5 à 15%  
 3 15 à 40%  
 4 > 40%

**I Taille**  
 1 > 2 mm  
 2 2 à 6 mm  
 3 6 à 20 mm  
 4 > 20 mm

**J Forme**  
 1 irrégulières  
 2 arrondis  
 3 traînées horizontales  
 4 traînées verticales

**K Humidité**  
 1 sec  
 2 frais  
 3 humide  
 4 saturé

N° du sondage : -----

## CROQUIS DU PROFIL

profondeur du sondage à la barre : ----- cm

-5-  
-10-  
-15-  
-20-  
-25-  
-30-  
-35-  
-40-  
-45-  
-50-  
-55-  
-60-

**Q Von-Post**  
 H1 eau limpide  
 H2 eau peu colorée  
 H3 eau trouble pâle  
 H4 eau trouble foncée  
 H5 eau trouble et particules  
 H6 1/3 du matériel passe entre les doigts  
 H7 1/2 du matériel passe entre les doigts  
 H8 2/3 du matériel passe entre les doigts  
 H9 Presque tout le matériel  
 H10 Tout le matériel

**P Altération de la M.O**  
 1 végétaux identifiables  
 2 identifiables avec traces de décomposition  
 3 peu d'organes végétaux identifiables  
 4 non identifiable

**O Friabilité (pouce/index)**  
 1 ne s'effrite pas  
 2 sous forte pression  
 3 s'effrite facilement  
 4 très légère pression

**N Adhésivité (pouce/index)**  
 1 non collant  
 2 colle sans adhérer  
 3 adhère aux doigts  
 4 s'étire nettement

**L Compacité (couteau)**  
 1 pénètre sans effort  
 2 avec effort  
 3 incomplètement  
 4 pas ou de quelques mm

**M Plasticité (boudin)**  
 1 impossible de le former  
 2 se brise sous son poids  
 3 sous faible déformation  
 4 ne rompt pas

## Méthode de relevé à la tarière



A. Après avoir dégagé la surface du sol, si nécessaire, prélever l'intégralité de la première carotte dans la tête de la tarière.



B. Lorsque la tête de la tarière est remplie, cela correspond à n'avancement de 20 cm.



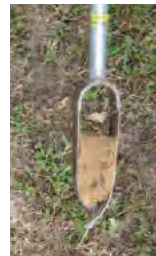
C. Nettoyer la surface pour éliminer les éventuels salissures.



D. Déposer ces 20 premiers centimètres dans la gouttière aux graduations correspondantes.



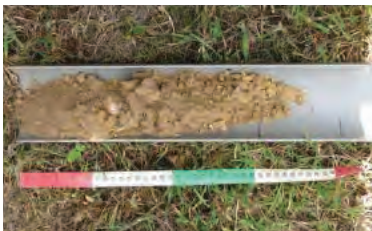
E. Les 20 premiers centimètres de sol sont prélevés !



F. Recommencer les étapes A à C. A partir de là, on ne conserve que les 10cm situés dans la partie inférieure de la tête de la tarière. En effet, le reste correspond à du matériau qui a été remanié lors de la réalisation du sondage.



G. Déposer de nouveau la carotte dans la gouttière.



H. Répéter les opérations A à C puis F et G jusqu'à ce qu'on ne puisse plus creuser (roche atteinte, cailloux empêchant d'avancer, 120 cm atteint). Un fois le sondage réalisé, nous disposons, dans la gouttière, d'une vision d'ensemble du profil reconstitué.



I. On enregistre la position géographique du point à l'aide d'un GPS (le cas échéant, le repérer sur une carte IGN au 1/25 000).



J. Prendre la couleur des différents horizons et taches du profil reconstitué.

K. Décrire l'environnement du sondage (pente à l'aide du clinomètre, orientation à l'aide la boussole...) et les différents horizons du profil reconstitué sur la fiche terrain.

Un tests colorimétrique peut nous indiquer l'état du fer dans le sol au moment de l'observation, Dans des milieux où l'excès d'eau est quasi-permanent (zone de fonds de vallée par exemple), on peut parfois observer des sols gris bleuâtres ou gris verdâtres. Cette couleur peut être héritée de la roche mère qui a donné naissance au sol ou peut être liée à la présence de la forme réduite du fer (fer ferreux  $Fe^{2+}$ ). Un test rapide et simple nous permet de déterminer si la couleur claire de l'horizon que l'on observe est liée à la réduction du fer ou à une faible quantité en fer.

Le réactif utilisé est une solution d'ortho-phénantroline à 2% dans de l'éthanol pur.

Une coloration rouge, plus ou moins vive, apparaît en présence de fer ferreux.



copyright Annie-Laure Le Bris (Agrocampus Rennes)

# LA BOÎTE A OUTILS

## RÉALISATION

Conservatoire d'espaces naturels de Savoie

## COORDINATION ÉDITORIALE

Xavier GAYTE, Delphine DANANCHER, Jérôme PORTERET

## MISE EN PAGE DES FICHES

Frédéric BIAMINO, Jérôme PORTERET

## REDACTEURS DES FICHES

## COMITÉ DE RELECTURE

François CHAMBAUD, Régis DICK, Samuel GOMEZ, Thérèse PERRIN, Émilie DUHERON, Nathalie FABRE, Rémy CLEMENT

## CRÉDITS PHOTOS

Stéphane BENCE, Frédéric BIAMINO, Manuel BOURON, François CHAMBAUD, Philippe FREYDIER, Gilles PARIGOT, Gilles PACHE, Jérôme PORTERET, Agence de l'eau Rhône-Méditerranée

INDICATEUR	REDACTEURS	PRINCIPAUX CONTRIBUTEURS
I01	Jérôme PORTERET (CEN Savoie)	Antoni ARDOUIN, Delphine DANANCHER
I02	Gilles PACHE (CBNA)	Héloïse VANDERPERT, Nathalie MOLNAR, Delphine DANANCHER
I03	Jérôme PORTERET (CEN Savoie)	Nathalie MOLNAR, Delphine DANANCHER
I04	Célia RODRIGUEZ (LEHNA, UMR CNRS 5023)	Gudrun BORNETTE, Charlotte GRASSET
I05	Stéphane BENCE (CEN PACA)	Audrey PICHARD, Yoan BRAUD,
I06	Gilles PACHE (CBNA)	Héloïse VANDERPERT, Nathalie MOLNAR, Delphine DANANCHER
I07	Célia RODRIGUEZ (LEHNA, UMR CNRS 5023)	Gudrun BORNETTE, Hélène BAILLET, Félix VALLIER
I08	Gilles PACHE (CBNA)	Héloïse VANDERPERT, Nathalie MOLNAR, Delphine DANANCHER
I09	Stéphane BENCE (CEN PACA)	Audrey PICHARD, Yoan BRAUD,
I10	Bernard PONT (RNN Platière)	Cyrille DELIRY, Beat OERTLI, Pascal DUPONT, Cedric VANAPELGHEM, Delphine DANANCHER
I11	Jean-Luc GROSSI (CEN Isère)	Delphine DANANCHER, Claude MIAUD
I12	Jérôme PORTERET CEN Savoie)	Rémy CLEMENT, Nicolas MIGNOT, Samuel ALLEAUME, Alexandre LESCONNEX, Marc ISENMANN
I13	Christian PERENNOU (TDV) Jérôme PORTERET (CEN Savoie) Marc ISENMANN (CBNA)	Anis GUELMANI, Samuel ALLEAUME, Rémy CLEMENT

## ONT PARTICIPE A LA COLLECTE DE DONNÉES

Antoni ARDOUIN  
Emeline AUPY  
Sophie AUVERT  
Bastien AGRON  
Emmanuel AMOR  
Yann BAILLET  
Bernard BAL  
Cécile BARBIER  
Sébastien BARTHEL  
Thérèse BEAUFILS  
Stéphane BENCE  
William BERNARD  
Luc BETTINELLI  
Olivier BILLANT  
Fabien BILLAUD  
Nicolas BIRON  
Véronique BONNET  
Virginie BOURGOIN  
Manuel BOURON  
Romain BOUTELOUP  
Yoan BRAUD  
Lionel BUNGE  
Christelle CATON  
Kristell CLARY

Remi COLLAUD  
Bertrand COTTE  
Aurélien CULAT  
Kelly DEBUF  
Guillaume DELCOURT  
Marion DEMESSE  
C. DEQUEVAUVILLER  
Lucile DESCHAMP  
Nathalie DEWYNTER  
Guillaume DOUCET  
Gregoire DURANEL  
Sylvie DURET  
Elisabeth FAVRE  
Noémie FORT  
Cedric FOUTEL  
Philippe FREYDIER  
Géraldine GARNIER  
Maxime GAYMARD  
Catherine GENIN  
Marianne GEORGET  
Samia GHARET  
Sébastien GIRARDIN  
Nicolas GORIUS  
Daniel GRAND

Jean-Luc GROSSI  
Nicolas GUILLERME  
Julien GUYONNEAU  
Céline HERVE  
Perrine JACQUOT  
Laura JAMEAU  
Philippe JANSSEN  
Stéphane JAULIN  
Remi JULLIAN  
Mathieu JUTON  
Francis KESSLER  
Mario KLESCZEWSKI  
Clément LECLERC  
Thomas LEGLAND  
Fabien LEPINE  
Natacha LEURION PANSIOT  
Dominique LOPEZ-PINOT  
Laurence MARCHIONINI  
Roger MARCIAU  
Vincent MARQUANT  
Basile MARTIN  
Marilyn MATHIEU  
Céline MAZUEZ  
Magalie MAZUY

Alexis MIKOLAJCZAK  
André MIQUET  
Nathalie MOLNAR  
Frédéric MORA  
Claire MOREAU  
Gilles PACHE  
Mélanie PARIS  
Marion PARROT  
Benoit PASCAULT  
Rémy PERRIN  
Audrey PICHARD  
Virginie PIERRON  
Rémy PONCET  
Bernard PONT  
Jérôme PORTERET  
Alexis RONDEAU  
Yves ROZIER  
Déborah RUHLAND  
Nicolas SIMMLER  
Bruno TISSOT  
Corine TRENTIN  
Héloïse VANDERPERT  
Anne WOLFF

# LE PROGRAMME RhoMéO

## STRUCTURES PARTICIPANTES ET PARTENAIRES FINANCIERS



Avec le soutien de :



### COORDINATION DE BASSIN

Xavier GAYTE

### AGENCE DE L'EAU RHÔNE-MEDITERRANÉE

#### Référents

Eric PARENT  
Jean-Louis SIMONNOT  
Francois CHAMBAUD  
Nadine BOSC

#### Experts

Claude AMOROS  
Bernard BACHASSON  
Aurélien BESNARD  
Bernard ETLICHER  
Daniel GERDEAUX  
Patrick GRILLAS  
Yves SOUCHON

### CONCEPTION DES OUTILS DE GESTION DES DONNÉES

Rémy CLEMENT  
Laurent POULIN

Mathieu BOSSAERT  
Nicolas MIGNOT

### GESTION DES DONNÉES

Rémy CLEMENT  
Laurent POULIN  
Mathieu BOSSAERT  
Nicolas MIGNOT

Paul HONORE  
Marc ISENMANN  
Alexandre LESCONNEX

### MEMBRES DU COMITE TECHNIQUE

#### Responsables d'axes ou de groupes

Stéphane BENCE  
Rémi CLÉMENT  
Delphine DANANCHER  
Philippe FREYDIER  
Sébastien GIRARDIN  
Samuel GOMEZ  
Jean-Luc GROSSI  
Marc ISENMANN  
Mario KLESCZEWSKI  
Laetitia LERAY  
Samuel MAAS  
Nathalie MOLNAR  
Gilles PACHE  
Christian PERENNOU  
Bernard PONT  
Jérôme PORTERET  
Lionel QUELIN  
Célia RODRIGUEZ  
Héloïse VANDERPERS

#### Autres membres

Samuel ALLEAUME  
Antoni ARDOUIN  
Luc BETINELLI  
Thérèse BEAUFILS  
Jaoua CELLE  
Émilie DUHERON  
Manon GISBERT  
Anis GUELMAMI





Ce document est une des productions du programme RhoMéO. Il présente, sous forme de fiches, les méthodes nécessaires à la mise en place de 13 indicateurs de suivi des zones humides testés et validés à l'échelle du bassin Rhône-Méditerranée.



Indice floristique  
d'engorgement

102

Extrait de la **boîte**  
**à outils** de suivi des  
**zones**  
**humides**

RhoMeO



## Définir l'univers d'échantillonnage

Dans le cadre du programme RhoMéO, le contour des zones humides suivies correspondait aux contours délimités dans le cadre des inventaires départementaux des zones humides réalisés entre 1996 et 2012 dans le bassin Rhône-Méditerranée. Il est important de noter que l'inventaire et la cartographie des zones humides ont été réalisés avec des méthodes légèrement différentes d'un département à l'autre, parfois même au sein d'un même département. Les principaux écarts observés portent sur :

- L'intégration ou non des marges peu profondes des masses d'eau associées aux zones humides (lac, cours d'eau).
- Le traitement cartographique des réseaux de petites zones humides, soit intégrées dans un seul polygone, soit faisant l'objet de polygones distincts. En lien avec ce second point, l'intégration ou non de parties de la zone humide déjà dégradées au moment des inventaires selon que des critères pédologiques ou uniquement floristiques ont été utilisés.

Les choix qu'un opérateur fera au moment de la délimitation de l'univers d'échantillonnage auront des conséquences importantes au moment de l'analyse des données et de l'interprétation des indicateurs de la boîte à outils :

- Pour des zones humides attenantes à une masse d'eau, la prise en compte ou non de l'interface entre la masse d'eau et la zone humide modifiera logiquement la liste des

espèces observées. Cette liste inclura ou non certaines espèces parmi les plus hydrophiles (ex : flore) et ainsi influera sur la valeur de l'indicateur alors calculée (en lien notamment avec la fonction hydrologique du site). Pour les groupes faunistiques les plus mobiles, cette prise en compte de l'interface zone humide/masse d'eau permettra d'interpréter la présence d'éventuelles espèces «surprenantes» par rapport aux habitats recensés sur le site (espèces d'odonates caractéristiques des cours d'eau pouvant être observées sur une zone humide). L'interprétation des résultats obtenus devra donc faire référence aux contours de l'objet suivi.

- Dans le cas de constellations de petites zones humides (marais, mares,...), souvent héritées d'une zone humide antérieure plus vaste réduite et fragmentée par drainage ou mise en culture, l'inclusion ou non de ces parties dégradées déterminera la capacité de l'opérateur à suivre par exemple les effets d'une éventuelle restauration de la zone humide dans leur intégralité.

**Il convient donc, avant d'engager la définition de l'échantillonnage, d'avoir une lecture critique des données d'inventaire des zones humides et, selon les besoins de l'utilisateur, de procéder à des regroupements ou plus généralement de redéfinir les contours de la zone humide suivie de manière à conduire l'évaluation à la bonne échelle.**

# PRÉALABLE À L'UTILISATION DES FICHES



En haut de chaque fiche un bandeau permet d'identifier le type de fiche et le renvoi aux fiches liées.

numéro de la fiche

renvoi vers les fiches correspondantes :  
I : Indicateur  
P : Protocole  
A : Analyse et Interprétation



Sur chaque fiche indicateur, le bandeau contient également des informations sur :

coûts annuels (temps et analyses)



domaine de validité

fonctions et pressions que l'indicateur mesure

niveau de compétence nécessaire pour le recueil de données

niveau de compétence nécessaire pour le calcul de l'indicateur

coûts matériels

Plusieurs indicateurs peuvent être calculés avec un seul protocole, le schéma ci-dessous montre les liens entre les fiches protocoles et les indicateurs correspondants.

Numéro de page			Numéro de page			Numéro de page	
Indicateur			Protocole			Analyse / Interprétation	
I01	20	—	P01	46	—	A01	88
I02	22					A02	92
I06	24	—	P02	50	—	A06	108
I08	26					A08	116
I03	28	—	P03	54	—	A03	96
I04	30	—				A04	100
I07	32		P04	58	—	A07	112
I05	34					A05	104
I09	36	—	P05	62	—	A09	120
I10	38	—	P06	66	—	A10	124
I11	40	—	P07	72	—	A11	128
I12	42	—	P08	76	—	A12	132
I13	44	—	P09	82	—	A13	136

# INDICE FLORISTIQUE D'ENGORGEMENT



## Domaine d'application

toutes les zones humides

## Fonction / pression

hydrologique



## Compétences :



## Coût :

€/€/€€

## Description et principes de l'indicateur

La présence d'une nappe d'eau dans le sol constitue une contrainte pour les végétaux, contrainte à laquelle les espèces sont plus ou moins tolérantes ou adaptées. Il est donc possible d'évaluer de manière simplifiée, sur une échelle ordinale, l'optimum de chaque espèce vis-à-vis du niveau moyen de la nappe : c'est sa valeur indicatrice. Les

végétaux peuvent donc être utilisés pour évaluer le niveau de la nappe à travers un indice, que nous appellerons indice de niveau d'engorgement. Celui-ci est calculé comme la moyenne des valeurs indicatrices des espèces présentes à l'échelle d'une placette, puis comme la médiane des valeurs des placettes à l'échelle de la zone humide.



## FONDEMENTS SCIENTIFIQUES DE L'INDICATEUR



Beaucoup d'espèces végétales présentent une courbe de croissance en fonction du niveau moyen (annuel ou estival) de la nappe de type symétrique, unimodale ou, plus rarement, monotonique, compatible avec la définition d'une valeur optimale de développement (OKLAND, 1990 ; ELLENBERG, 1974). On appelle cet optimum : valeur indicatrice de l'espèce pour le niveau de nappe.

Des valeurs indicatrices sont disponibles pour certains pays ou ensembles biogéographiques : ELLENBERG *et al.* (1992) pour l'Europe centrale, LANDOLT *et al.* (2010) pour la Suisse, HILL *et al.* (2000) pour la Grande-Bretagne. Pour le bassin Rhône-Méditerranée, les valeurs établies pour la Suisse par LANDOLT *et al.* (2010) sont dans l'ensemble adaptées. Elles ont toutefois été amendées (il y manque les espèces méditerranéennes), modifiées à la marge et re-échelonnées sur **une gamme allant de 1 à 10 (espèces des milieux les plus secs vers les milieux les plus humides)** pour les adapter à l'échelle du bassin.

Pour une placette donnée, on calcule l'indice floristique d'engorgement  $H_e$  comme la moyenne des valeurs indicatrices présentes, pondérées par le recouvrement des espèces sur la placette, considérant que le recouvrement d'une espèce témoigne de sa vitalité.

$$H_e = \frac{\sum (rij * xi)}{\sum (rij)}$$

$rij$  est l'abondance (ou recouvrement) de l'espèce  $i$  dans le relevé  $j$

$xi$  est la valeur indicatrice de l'espèce  $i$

Il varie pour les habitats de zones humides, de 25 (habitats mésophiles) à 9 (habitats subaquatiques).

Cet indice peut également être calculé sans utiliser le recouvrement des espèces ; les valeurs obtenues sont alors plus ou moins différentes mais utilisables comme indicateurs de suivi (cf. fiches analyses et interprétations).

La bibliographie montre que l'ensemble des espèces présentes sur une placette (si les conditions écologiques sont à peu près homogènes) donne des indications plus précises qu'une ou quelques espèces (BRAUN-BLANQUET & JENNY, 1926, DIEKMANN, 2003).

La corrélation entre ces **valeurs indicatrices moyennes et le niveau moyen de la nappe est très bien démontrée** (PAUTOU, 1970 ; SHAFFERS & SIKORA, 2000 ; WITTE & VON ASMUTH, 2003 ; DIEKMANN, 2003). Les effets du drainage (TER BRAAK & WIERTZ, 1994) ou de la ré-hydratation (OOMES *et al.*, 1996) ont ainsi été suivis avec ce type d'indicateur.

## DOMAINE D'APPLICATION DE L'INDICATEUR



L'indicateur est applicable à quasiment tous les types de zones humides, hormis certains milieux où l'engorgement des sols est trop fugace (mares temporaires), ou vraiment trop profond (milieux alluviaux fortement perturbés du point de vue des hauteurs de nappe). Dans ces cas, l'indicateur peut être calculé, mais en complément d'autres plus spécifiques.

**Périodicité**

Une périodicité des suivis de 5 ans semble raisonnable au vu des pratiques des réseaux d'observations plus ou moins semblables et déjà existants et de la vitesse d'évolution des milieux, notamment ouverts.

**Bibliographie**

BRAUN-BLANQUET J. & JENNY H., 1926. *Vegetationsentwicklung und Bodenbildung in der alpine Stufe der Zentralpen (Klimaxgebiet des Caricion curvulae)*. Denkschr. d. Schweiz Naturf. Ges., LWIII, Abt. 2

DIEKMANN M., 2003. *Species indicator values as an important tool in applied plant ecology - a review*. Basic and Applied Ecology 4 : 493-506.

ELLENBERG H., 1974. *Zeigerwerte des Gefässpflanzen Mitteleuropas*. Scripta Geobotanica 9 : 1-97.

ELLENBERG H., WEBER H., DULL R., WIRTH H., WERNER W. & PAULISSEN D., 1992. *Zeigerwerte von Pflanzen in Mitteleuropa*. Ed 3. Scripta Geobotanica 18 : 1-258.

HILL M. O., MOUNTFORD J.O., ROY D.B., BUNCE R.G.H 1999. *Ellenberg's indicator values for British plants*. ECOFACT Vol.2, 46p.

LANDOLT E. et al., 2010. *Flora indicativa*. CJB Genève, Haupt, Berne, 376p.

OKLAND R. H., 1990. *Vegetation ecology : theory, methods and application with reference to Fennoscandia*. Sommerfeltia Suppl. 1 : 1-233.

OOMES M.J.M, OLFF H. & ALTENA H. J., 1996. *Effect of vegetation management and raising the water table on nutrient dynamic and vegetation change in a wet grassland*. Journal of Applied Ecology 33 : 576-588.

PAUTOUG., 1970. *Ecologie des formations riveraines de la Basse Isère. Application à l'étude d'une nappe phréatique et de ses risques de pollution*. Documents pour la Carte de la Végétation des Alpes VIII : 73-114.

SCHAFFERS A. P. & SYKORA K. V., 2000. *Reliability of Ellenberg indicator values for moisture, nitrogen and soil reaction : a comparison with field measurements*. Journal of Vegetation Science 11 : 225-244.

TER BRAAK C.J.F. & WIERTZ J., 1994. *On the statistical analysis of vegetation change : a wetland affected by water extraction and soil acidification*. Journal of Vegetation Science 5 : 361-372.

WITTE J. P. M., & VON ASMUTH J. R., 2003. *Do we really need phytosociological classes to calibrate Ellenberg indicator values ?* Journal of Vegetation Science 14 : 615-618.



# FLORE



## Description et principes du protocole

### Principes généraux

La flore d'un site est évaluée par la réalisation d'inventaires (les relevés) sur un ensemble de placettes réparties de manière à échantillonner le plus d'habitats naturels possibles.

### Type de données collectées

Sur chaque placette, on note l'ensemble des espèces présentes à l'intérieur de celle-ci et on en estime le recouvrement. On note également la taille de la placette, la physionomie de la

végétation (annexe 2), le recouvrement et la hauteur des différentes strates de la végétation. La position des placettes est mesurée avec un GPS, de même que la distance au point d'origine du transect.

### Type d'échantillonnage

Les points de relevés sont réalisés à intervalles réguliers le long de transects préalablement positionnés pour être les plus représentatifs de la diversité des milieux présents sur le site.

## Méthode de mise en place

Selon la taille des sites et la diversité des habitats (une visite rapide préalable du site peut être utile), l'ordre de grandeur du nombre de placettes varie (Annexe 2). Celles-ci sont ventilées sur 1 à 3 transects par site (cas général), de manière régulière et définie au préalable, et les relevés sont effectués systématiquement du même côté du transect. Typiquement, entre 5 et 20 placettes seront positionnées par transect, sur des longueurs oscillant entre 100 et 800 mètres, soit des espacements compris entre 20 et 50 mètres le plus souvent. Les points de départ et d'arrivée des transects peuvent être matérialisés de manière pérenne (bornes) ou a minima repérés sur le terrain par des points remarquables, des photographies et bien sûr le positionnement par GPS. L'orientation du transect peut être notée à la boussole ou, notamment en milieu ouvert, en suivant des points de repère lointains (photo ci-contre). Tous ces éléments sont reportés sur la fiche terrain (Annexe1).

Les relevés sont effectués sur les placettes dont la taille usuelle dépend de la structure de la végétation (Annexe 2), d'après **CHYTRY & OPTIKOVA (2003)**, quelle que soit l'homogénéité apparente de la placette, sauf si celle-ci est à cheval sur :

- deux physionomies très différentes (par

Axe de la visée du transect



Exemple de visée lointaine

exemple à l'interface entre forêt / prairie humide ou milieu naturel / milieu artificiel (piste...);

- une rupture topographique majeure (fossé, butte de plus d'1m...)

Dans certains cas, la taille normale doit être réduite ( $1 \text{ m}^2$ , voire  $0.25 \text{ m}^2$ ) et leur espacement également réduit (5 m), comme les grèves d'étangs ou les berges des cours d'eau, les bas-marais artico-alpins ou certains complexes tourbeux à sphaignes.

Méthode de mise en place (Suite)



Il est possible de déplacer la placette le long du transect ou de réduire la surface par rapport aux préconisations, mais dans tous les cas ces modifications doivent être bien signalées sur le bordereau de terrain.

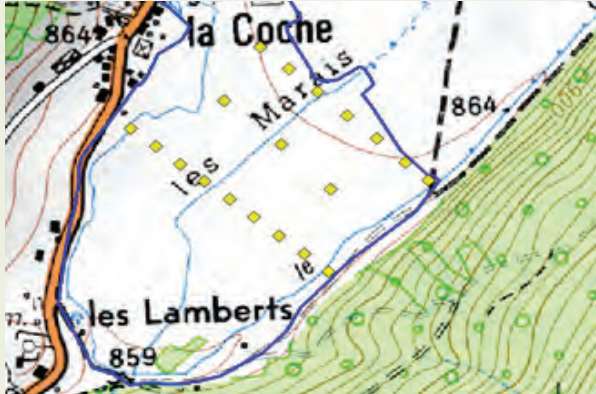


Figure 1 : alignement des transects au gradient

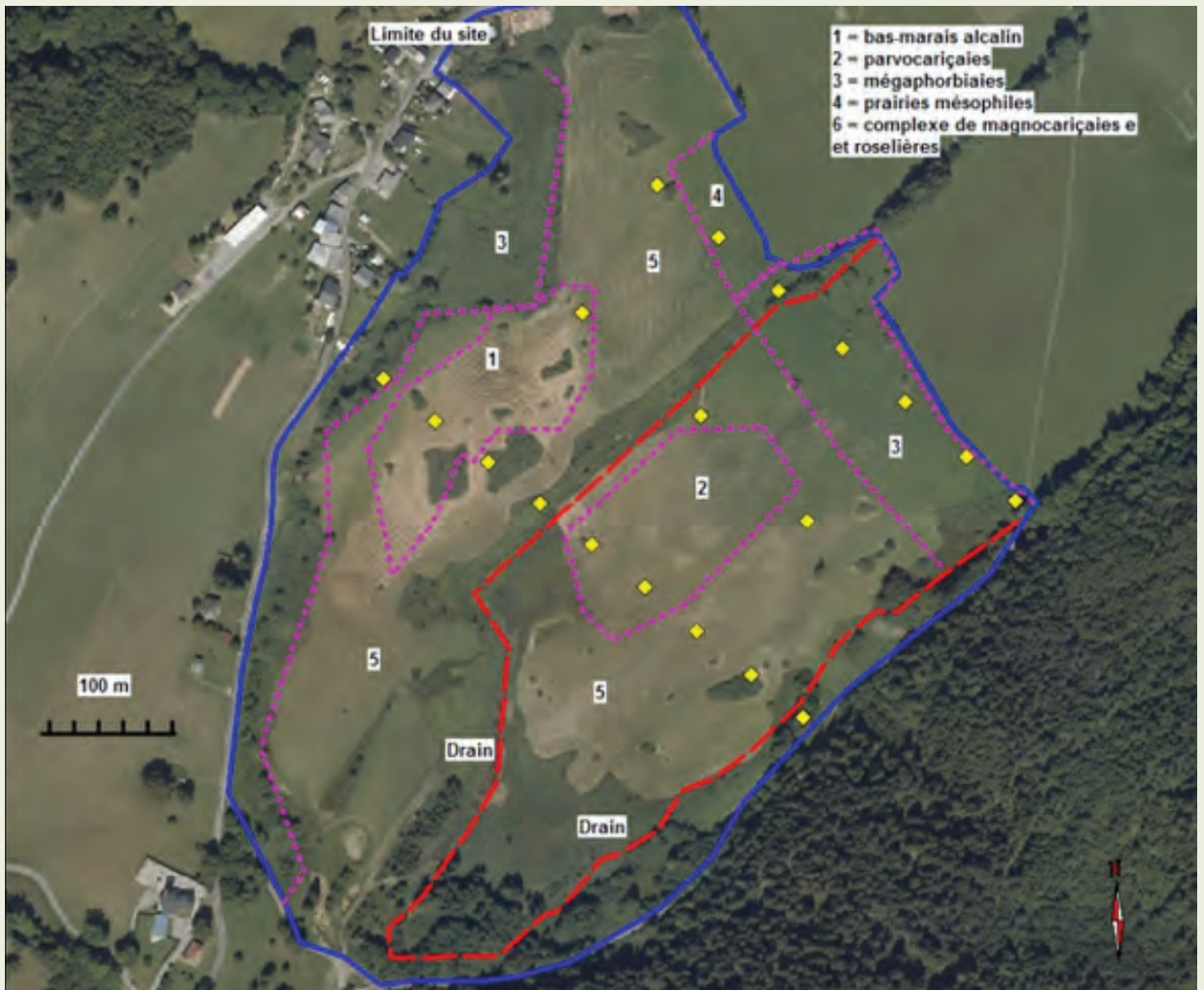
Etant donnée l'extrême variabilité de la forme des zones humides, il est difficile de définir des règles systématiques de positionnement des transects. Les cartes d'habitats (quand elles existent), les cartes topographiques et bien sûr les photographies aériennes (couleur ou infrarouge) doivent être étudiées au préalable afin de croiser le plus possible d'habitats et de niveaux topographiques /

hydrologiques.

Pour des sites présentant un gradient des conditions hydrologiques assez net, le plus simple est d'orienter les transects perpendiculairement à ce gradient (figure 1) : sur le site du Pontet (73), un gradient topographique nord-est / sud-ouest existe (points cotés 864 et 859 respectivement). On note également la présence d'un drain central et du cours du Gelon en grande partie rectifié et surcreusé et agissant également comme drain. L'analyse de la carte de végétation et un premier repérage sur le terrain (figure 2) ont fait apparaître que la zone centrale est la plus diversifiée, les zones nord-ouest, nord-est et sud-est étant constituées de complexes de roselières et magnocariçaies. Trois transects (les relevés sont matérialisés par des carrés jaunes) ont donc été établis, selon le gradient topographique, perpendiculairement au drain principal et permettant de traverser tous les habitats identifiés.

Pour une périodicité des suivis de 5 à 10 ans, privilégier les milieux ouverts (dont la végétation réagit plus vite aux perturbations) semble raisonnable. Comme règle empirique, on peut proposer qu'au moins la moitié des placettes concerne ces milieux ouverts, hors sites alluviaux boisés notamment.

Figure 2 : carte de végétation





## Représentativité des données

### Précision de l'information

La variabilité spatiale, testée sur quelques sites, est faible à l'échelle de la placette (variation type absolue de 0,2 pour la valeur d'engorgement du sol par exemple) et très faible à nulle à l'échelle du site.

La variabilité générale (incluant erreurs de relocalisation et passages à des dates différentes par des observateurs différents) a été testée sur 266 placettes. Elle représente des écarts de l'ordre de 0,5 en présence / absence et 0,7 en recouvrement pour le niveau d'engorgement à l'échelle de la placette, ceux-ci étant plus faibles pour la fertilité (respectivement 0,2 et 0,24). A l'échelle du site, les écarts sur les estimations de la médiane ont été calculés sur 20 sites. Pour la fertilité, les données calculées respectivement par la présence/absence et en tenant compte du recouvrement des espèces sont de 0,16 et

0,14. Pour l'indice d'engorgement, l'écart moyen de la médiane est de 0,27 et de 0,38 respectivement pour les données en présence / absence et en recouvrement.

### Représentativité de l'information collectée

Le protocole flore permet de capturer au moins 50 % du total des espèces d'un site (incluant les espèces découvertes lors du programme) pour près de 80 % des sites, le pourcentage moyen étant d'environ 65 %. La représentation des espèces mésohygrophiles à hygrophiles est encore meilleure. Ce pourcentage diminue avec la taille des sites surtout, et l'augmentation du nombre de placettes ne permet pas, avec un volume de travail restant raisonnable, de compenser cette diminution.

## Opérationnalité de la collecte

### Compétences requises

De solides compétences botaniques sont requises, au moins concernant la flore des zones humides. Sur le bassin Rhône-Méditerranée, bassin le plus diversifié en France en termes de types de zones humides, environ 1500 espèces ont été contactées, dont près de la moitié sont rares ou très rares. La maîtrise d'environ 800 à 900 espèces semble donc raisonnable sur l'ensemble du bassin étant donné l'impact modéré des omissions. Pour un opérateur local, ce nombre d'espèces est de l'ordre de 200 à 400.

### Impact du niveau de compétences

L'effet des erreurs de détermination ou des omissions d'espèces peut être évalué par quelques données bibliographiques. *EWALD (2003)* a montré que l'omission de 80% des espèces les moins abondantes des placettes affecte très peu les valeurs diagnostiques ; en corollaire, les erreurs de détermination sur les espèces abondantes peuvent avoir un impact assez fort.

### Temps moyen de collecte

En moyenne, le temps de collecte est de 1,5 jours par site (en un seul passage).

### Temps de validation et de saisie des données

Pour une structure possédant une chaîne de saisie, le temps de saisie est de l'ordre de 1 jour par site, celui de validation des données de l'ordre de 1 heure.

### Coût matériel/données / prestation/analyse

- GPS : entre 200 et 300 euros ;
- "décamètre" : environ 10 euros ;
- bornes de géomètre : environ 40 euros par borne.

### En annexe :

- La fiche de relevé de terrain (Annexe 1) ;
- Les référentiels construits ou disponibles dans le cadre du programme et nécessaires à la mise en œuvre du protocole (Annexe 2).

Opérationnalité de la collecte (Suite)



Le référentiel flore utilisé est TAXREF 6. Des ajouts (peu nombreux) ont été effectués pour des espèces ou des taxons infra-spécifiques non inclus dans cette version.

Une table d'équivalences entre différents référentiels flore utilisés par les structures gestionnaires a été construite, afin de permettre l'importation des données saisies dans les outils métiers des structures.

Un certain nombre de taxons, qui gardent leur identité dans la base, sont regroupés pour les traitements postérieurs, essentiellement à cause de difficultés de détermination (ex. *Carex flava* et *C. lepidocarpa*).

À chaque taxon est associé un certain nombre de valeurs indicatrices (valeur d'engorgement, valeur de fertilité, coefficient de conservatisme, statuts divers... ) qui servent pour le calcul des indicateurs. Pour l'essentiel, ces valeurs, établies pour la Suisse, sont tirées de **LANDOLT et al. (2010)**.

L'application à Rhône-Alpes ne pose pas de

difficultés particulières, hormis pour l'humidité. Une certaine de valeurs a été modifiée car **LANDOLT et al. (2010)** attribuent une valeur indicatrice d'humidité globale et non strictement édaphique : certaines espèces des milieux forestiers des climats frais et humides (ex. *Saxifraga rotundifolia*) ont ainsi des valeurs élevées alors qu'elles ne sont pas liées à des sols hydromorphes.

D'autre part, pour les espèces des zones humides méditerranéennes (absentes de Suisse), les valeurs indicatrices de **JULVE (2012)** ont été utilisées. Toutefois, ces dernières étaient basées sur une échelle de 1 à 12 (contre une échelle de 1 à 5 mais avec des demi-niveaux pour **LANDOLT et al., 2010**). Il a donc fallu harmoniser les deux systèmes sur une échelle commune de 1 à 10. La comparaison des valeurs indicatrices des espèces en commun entre les deux systèmes a montré la meilleure cohérence globale (malgré des divergences assez nombreuses mais de faible ampleur) avec les équivalences suivantes du tableau 1 :

Référentiel flore et valeurs indicatrices de références

Référentiel Landolt	Référentiel Julve	Référentiel commun RhoMéo
1	1	1
1.5	2	2
2	3	3
2.5	4	4
3	5	5
3.5	6	6
4	7	7
4.5	8	8
5	9	9
5u	10	10
5v	11	10
-	12	10

Bibliographie

CHYTRY M. & OPTYKOVA Z., 2003. Plot sizes used for phytosociological sampling of European vegetation. *Journal of Vegetation Science* 14 : 563-570.

EWALD J., 2003. The sensivity of Ellenberg indicator values tp the completness of vegetation relevés. *Basic and Applied Ecology* 4 : 507-513.

JULVE Ph. 2012. CATMINAT. Document téléchargeable à l'adresse suivante : <http://philippe.julve.pagesperso-orange.fr/catminat.htm>

LANDOLT E. et al., 2010. *Flora indicativa*. CJB Genève, Haupt, Berne, 376 p.

# INDICE FLORISTIQUE D'ENGORGEMENT

## Description et principes

L'indice de niveau d'engorgement du site est traduit par plusieurs valeurs et graphiques complémentaires permettant de résumer l'information et de conserver l'expression de la variabilité du site :

- la note moyenne de l'indice par placette

à partir desquelles on établit la valeur médiane du site ;

- l'histogramme des valeurs des placettes ;
- l'histogramme du nombre d'occurrences d'espèces par valeurs indicatrices.

## Méthode de calcul

Pour le suivi d'un site dans le temps, il faut au préalable s'assurer que les calculs sont effectués sur les mêmes couples de placettes.

Pour les sites présentant des compartiments aquatiques, il est préconisé d'évaluer séparément ceux-ci des compartiments terrestres ou amphibies.

A l'échelle de la placette, la valeur diagnostique est calculée selon la procédure expliquée dans l'annexe 2.

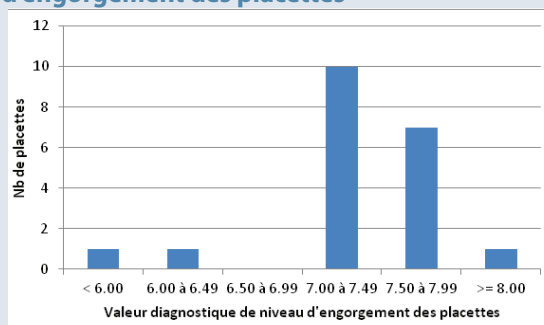
A l'échelle du site, deux paramètres sont évalués :

- La tendance globale calculée par la médiane des valeurs diagnostiques des placettes ;
- La variabilité, sous la forme d'un histogramme des valeurs diagnostiques des placettes (figure 1) ; on compte le nombre de placettes ayant une valeur diagnostique comprise entre la borne inférieure et supérieure d'une classe (par exemple, 10 placettes ont une valeur d'humidité comprise entre 7,00 et 7,49). L'autre mode

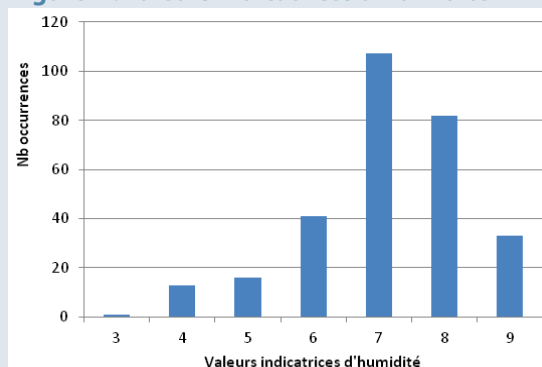
de description de cette variabilité est un histogramme des occurrences d'espèces ayant une valeur indicatrice d'humidité donnée (figure 2). Il s'agit simplement de compter, à l'échelle du site, le nombre de fois où des espèces ayant une valeur indicatrice de niveau d'engorgement donnée ont été contactées (quelle que soit l'identité taxonomique).

Un examen préalable de l'histogramme des valeurs diagnostiques, permet de déterminer si ces distributions sont symétriques ou au moins unimodales aux deux dates à comparer. Si tel est le cas, un test statistique d'évolution de la tendance centrale (médiane) peut être mis en oeuvre. Dans le cas contraire (notamment répartition bimodale à une des deux dates), l'évaluation sera basée sur le calcul d'un indice semi-statistique d'évolution et sur la comparaison de l'écart observé entre les deux dates (cf. annexe 2).

**Figure 1 : valeur diagnostique de niveau d'engorgement des placettes**



**Figure 2 : valeurs indicatrices d'humidité**



**Clés d'interprétation de la note indicatrice**

La valeur de l'indice est corrélée positivement avec le niveau moyen annuel ou estival de la nappe : plus sa valeur est élevée, plus le niveau moyen de la nappe est proche de la surface. La gamme de valeur va de 1 à 10 en théorie. Les valeurs médianes pour les zones humides varient de 3,77 (marais de plaine drainés, marais de pente) à 8,25 ou plus (pour les tourbières à sphaignes non altérées) sans tenir compte du recouvrement des espèces, et entre 3,46 et 8,90 si on prend en compte le recouvrement. Les valeurs minimales, moyennes et maximales observées par type de zone humide sont données (graphique ci-dessous).

La significativité de l'écart observé entre deux dates peut être analysée de trois manières (voir exemple de l'encadré 1) :

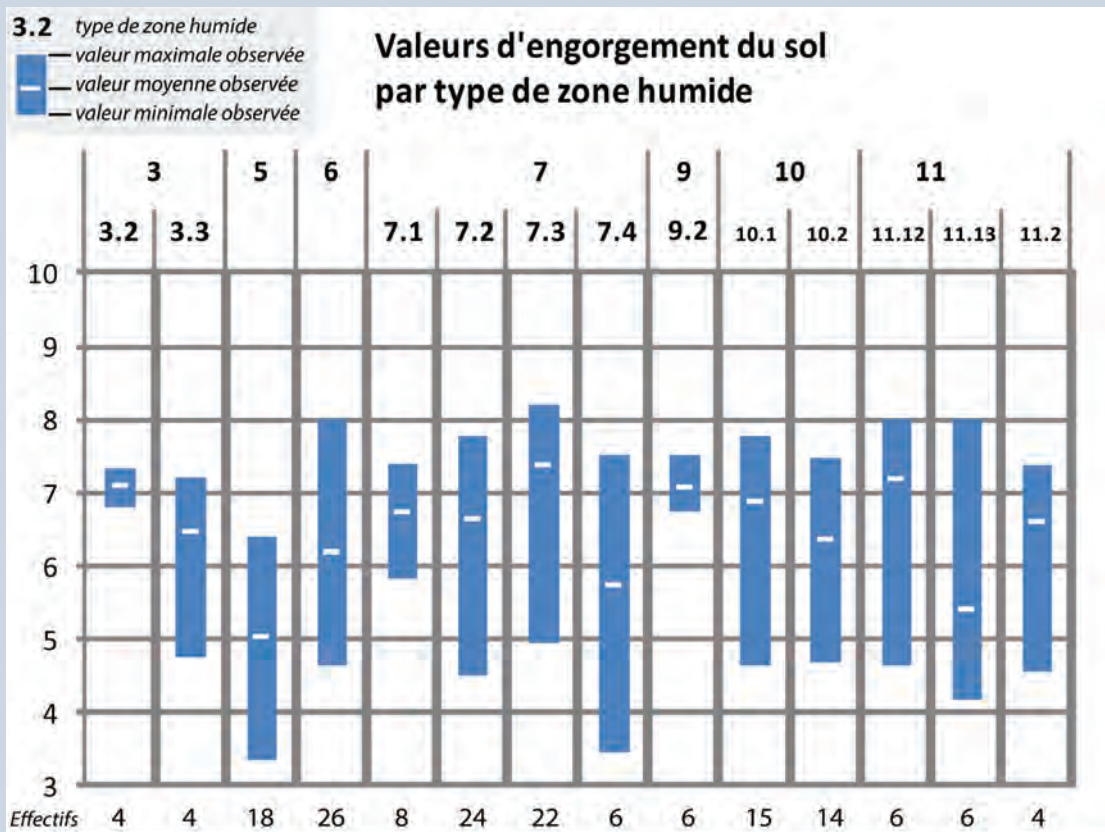
- En comparant l'écart observé avec l'erreur moyenne à l'échelle d'un site (due à de mauvaises re-localisations des placettes, des décalages phénologiques, des erreurs de déterminations...). L'erreur moyenne pour le niveau d'engorgement a été estimée à 0,3 en présence/absence et 0,4 ou avec prise en compte du recouvrement des espèces. Ces valeurs sont applicables pour tous les types de zones humides. Pour être significatif, l'écart observé doit être supérieur à l'erreur moyenne, donc supérieur à 0,3 ou 0,4 selon le mode de calcul choisi ;

- En calculant l'écart global entre les occurrences observées et attendues comme si ces occurrences étaient indépendantes des années. Il s'agit d'une mesure semi-statistique, le coefficient V de Cramer (Annexe 2 pour un exemple détaillé des calculs) ; pour être "significatif", ce coefficient (qui varie de 0 à 1) doit être au moins supérieur à 0,1 ;
- En comparant statistiquement les valeurs des placettes avec le test non paramétrique des rangs signés de Wilcoxon. Pour être significatif, la statistique du test doit être inférieure à des valeurs seuils données dans des tables spéciales mais facilement disponibles (Annexe 2 pour le détail des calculs et l'obtention des tables).

La mécanique des calculs est expliquée dans des manuels statistiques comme *DAGNELIE (2011), SOKAL & ROHLF (2012), SPRENT (1993) ou TOMASSONE et al. (1993)*, ou enfin dans les cours de statistiques de l'Université de Lyon de *RAKOTOMALALA (2008, 2011)*.

Pour chaque site, l'évolution à deux dates peut donc être évaluée de trois manières. L'évolution d'un site, que ce soit positivement ou négativement, est considérée probante si au moins deux de ces trois procédures débouchent sur des résultats significatifs.

*Exemples d'amplitude des valeurs observées*





## Exemple d'application

Sur le site des Mièges (Haute-Savoie), appartenant au type SDAGE 7, 20 placettes ont été échantillonnées en 2010, pour un total de 293 observations. La valeur de l'indice floristique de niveau d'engorgement de ce site est de 7,03 (avec prise en compte du recouvrement), soit une valeur usuelle pour ce type de zone humide. Les histogrammes des valeurs par placettes et des occurrences d'espèces par valeurs indicatrices sont ceux des figures 1 et 2.

Nous avons simulé des données pour l'année 2015 (Annexes 2), en basant cette simulation sur une baisse des valeurs indicatrices de l'ordre de 10 %.

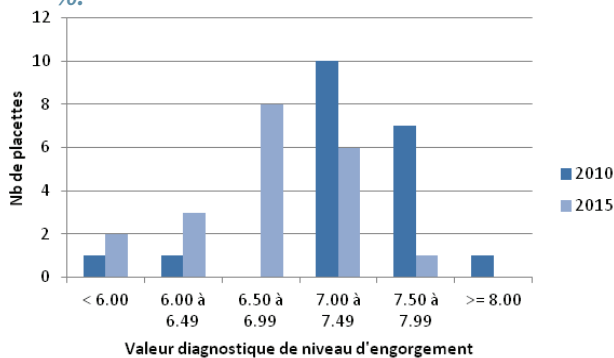


Figure 3 : Valeur diagnostique de niveau d'engorgement

La médiane des valeurs des placettes vaut 6,59 en 2015, soit un écart de 0,44 entre les deux dates. L'écart observé est légèrement supérieur à l'erreur estimée pour l'indice d'engorgement avec recouvrement (0,4) et peut donc être considéré significatif de ce point de vue.

Le coefficient de Cramer vaut 0,159 (Annexe 2) et est donc faiblement significatif (car  $> 0,1$  mais  $< 0,3$ ).

L'histogramme des valeurs par placettes pour les deux années est donné figure 3. On constate que la distribution est unimodale aux deux dates : on peut donc appliquer le test statistique de Wilcoxon.

Le test conclut à une différence de distribution des valeurs d'engorgement entre les deux années hautement significative (voir le détail des calculs annexe 2).

Les trois méthodes d'évaluation indiquent que les différences observées entre 2010 et 2015 sont significatives : on peut conclure qu'il y a une évolution du niveau d'engorgement (c'est-à-dire un assèchement dans ce cas) pour ce site entre les deux dates.

### *Bibliographie*

DAGNELIE P., 2011. *Statistique théorique et appliquée. Tome 2. Inférence statistique à une et à deux dimensions. De Boeck (ed.), Bruxelles, 736 p.*

RAKOTOMALALA R., 2008. *Comparaisons de populations. Test, non paramétriques. Version 1, téléchargeable à l'adresse suivante : [http://eric.univ-lyon2.fr/~ricco/cours/cours/Comp\\_Pop\\_Tests\\_Nonparametriques.pdf](http://eric.univ-lyon2.fr/~ricco/cours/cours/Comp_Pop_Tests_Nonparametriques.pdf)*

RAKOTOMALALA R., 2011. *Etude des dépendances - Variables qualitatives. Tableau de contingence et mesures d'association. Version 2, téléchargeable à l'adresse suivante : [http://eric.univ-lyon2.fr/~ricco/cours/cours/Dependance\\_Variables\\_Qualitatives.pdf](http://eric.univ-lyon2.fr/~ricco/cours/cours/Dependance_Variables_Qualitatives.pdf)*

SOKAL, R.R. & ROHLF F.J., 2012. *Biometry: the principles and practice of statistics in biological research. 4th edition, W. H. Freeman and Co. (eds.), New York. 937 p.*

SPRENT P., 1993. *Statistiques non paramétriques. INRA (ed.), Paris, 294 p.*

TOMASSONE R., DERVIN C, MASSON J P..1993. *Biométrie. Modélisation de phénomènes biologiques.*



## SITE

Id. \_\_\_\_\_ Nom \_\_\_\_\_

Date \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_ Observateur \_\_\_\_\_

## POINT D'OBSERVATION

Altitude ----- m  
 Coordonnées X = -----  
 Y = -----

## RELEVÉ FLORISTIQUE

N° de relevé \_\_\_\_\_

Surface du relevé (m<sup>2</sup>) \_\_\_\_\_  
 Relevé emboîté  
 N° du relevé de taille supérieure \_\_\_\_\_

Durée d'observation \_\_\_\_\_

1 - Situation  terrain plat  en pente  en pente

2 - Exposition  N  NW  W  SW  S  SE  NE  E

Remarques diverses \_\_\_\_\_

Début \_\_\_\_\_  
 Fin \_\_\_\_\_

X = \_\_\_\_\_  
 Y = \_\_\_\_\_

N° de transect :

localiser les relevés et sondages pédologiques  
 noter la distance entre les  
 différents habitats et les codes CB

X = \_\_\_\_\_  
 Y = \_\_\_\_\_

Fin \_\_\_\_\_  
 X = \_\_\_\_\_  
 Y = \_\_\_\_\_

échelle : \_\_\_\_\_

Espèce et sous-espèce	Situation		Exposition		Espèce et sous-espèce	Situation		Exposition	
	Cocher si récolte (A, a, sa) (de + à 5)	Strate (A, a, sa) (de + à 5)	Cocher si récolte (A, a, sa) (de + à 5)	Strate (A, a, sa) (de + à 5)		Cocher si récolte (A, a, sa) (de + à 5)	Strate (A, a, sa) (de + à 5)	Cocher si récolte (A, a, sa) (de + à 5)	Strate (A, a, sa) (de + à 5)
01	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>		26	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	
02	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>		27	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	
03	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>		28	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	
04	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>		29	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	
05	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>		30	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	
06	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>		31	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	
07	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>		32	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	
08	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>		33	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	
09	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>		34	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	
10	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>		35	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	
11	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>		36	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	
12	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>		37	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	
13	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>		38	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	
14	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>		39	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	
15	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>		40	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	
16	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>		41	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	
17	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>		42	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	
18	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>		43	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	
19	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>		44	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	
20	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>		45	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	
21	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>		46	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	
22	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>		47	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	
23	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>		48	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	
24	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>		49	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	
25	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>		50	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	

Structure de la végétation	Recouvrement (%)		Hauteur (m)
Strate arborée (A)			
arborescente (a)			
sous-arborescente (sa)			
herbacée (h)			
muscinale (m)			

Physionomie (cocher)	Recouvrement (%)		Hauteur (m)
<input type="checkbox"/> AL	<input type="checkbox"/> BM	<input type="checkbox"/> LA	<input type="checkbox"/> BFH
<input type="checkbox"/> AQ	<input type="checkbox"/> HM	<input type="checkbox"/> FU	<input type="checkbox"/> BCH
<input type="checkbox"/> EC	<input type="checkbox"/> GH		
<input type="checkbox"/> EX	<input type="checkbox"/> MC		
<input type="checkbox"/> FO	<input type="checkbox"/> PH		
<input type="checkbox"/> RB	<input type="checkbox"/> MG		
	<input type="checkbox"/> CN		
placette (2 x 2)	(4 x 4)	(7 x 7)	(15 x 15)
surface 4	16	49	225

Description du milieu (en français)



Flore

Rhoméo

## Physionomie des formations végétales

Quatre types de physionomie dite simplifiée (ou formation végétale = physionomie au sens strict) sont définies comme étant, chacune, une formation végétale dominée par une seule strate de végétation. Nous avons retenu ici les quatre strates de végétation d'usage courant dans les travaux phytosociologiques : herbacée, sous-arbustive, arbustive et arborescente, sans pour autant avoir rassemblé des éléments de définition clairs. A défaut de documentation sur les critères utilisés, on peut considérer que chaque strate correspond à un ou plusieurs types biologiques dominants :

- Herbacée : thérophytes, geophytes, hémicryptophytes, nano-chaméphytes
- Sous-arbustive : autres chaméphytes, nano-phanérophytes
- Arbustive : mésophanérophytes
- arborescente : méga-phanérophytes

Ces physionomies simplifiées sont déclinées en physionomies détaillées dans les tableaux ci-dessous.

Dans les tableaux principaux, nous avons surligné en couleur claire les formations typiques des zones humides et en couleur foncée celles pour lesquelles une partie des habitats concernés se rencontre en zone humide.

### Caractérisation des physionomies détaillées

<i>Physionomie simplifiée ARBUSTIVE (FA)</i>		
FS	<b>Fourré sempervirent</b>	Formation dominée par des espèces à feuillage persistant, épineuses ou non (Buxaie, Juniperaie, ...)
FM	<b>Fourré mésophile à sec</b>	Formation dominée des espèces caducifoliées des autres situations (Coryllaie, coudraie, accru à ..., fourré à Amelanchier, ...).
FU	<b>Fourré humide</b>	Formation dominée des espèces caducifoliées des sols engorgés, des bordures d'eaux calmes et courantes (saulaie arbustive, fourré à bourdaine, ...). Les aulnaies vertes sont traitées sous FM
FR	<b>Fourré artificiel</b>	ex : haie bocagère
<i>Physionomie simplifiée ARBORESCENTE (FT)</i>		
BFM	<b>Boisement feuillu (mésophile à sec)</b>	Formation dominée par des espèces feuillues (> 75 % de recouvrement) caducifoliées des autres situations, sèches ou mésophiles
BFH	<b>Boisement feuillu humide</b>	Formation dominée par des espèces feuillues (> 75 % de recouvrement) caducifoliées des sols engorgés (nappe affleurante ou peu profonde) et des situations alluviales et riveraines (nappe circulante à niveau variable et crues). Les boisements à sous bois de mégaphorbiaie non riverain ou alluviaux sont traités sous BFM.
BCM	<b>Boisement de conifère (mésophile à sec)</b>	Formation dominée par les conifères (> 75 % recouvrement) des situations sèches ou mésophiles. Les pré-bois de Mélèze, Arolle, Pin à crochet et de Thurifère sont considérés comme des formations arborescentes dès 15 % de recouvrement (au lieu de 30 % pour les autres essences).
BCH	<b>Boisement de conifères humide</b>	Formation dominée par les conifères (> 75 % recouvrement) des sols humides ou engorgés. Les pré-bois de Pin à crochet sur tourbe sont considérés comme des formations arborescentes dès 15 % de recouvrement (au lieu de 30 % pour les autres essences).
BMI	<b>Boisement mixte</b>	Formation mixte conifères/feuillus ou feuillus sempervirents/feuillus caducifolié dans laquelle aucune des essences atteint individuellement 75 % de la surface. Les combinaisons mixtes d'essences sont retenues dans la liste de peuplements.
BFS	<b>Boisement feuillu sempervirent</b>	Formation dominée par des espèces feuillues (> 75 % de recouvrement) sempervirentes
BA	<b>Boisement artificiel</b>	

## Physionomie des formations végétales (Suite)

Physionomie simplifiée HERBACEE (FH)		
AL	<b>Alluvions</b> (Végétation herbacée pionnière des)	Formation très ouverte pionnière des alluvions actifs, régulièrement perturbés et alimentés, des torrents, des rivières et des fleuves à régime nival (bilan hydrique largement déficient sur un substrat très drainant), riches en galets mêlés ou non de terre fine.
CN	<b>Combe à neige</b> (Végétation des)	Formation à degré d'ouverture variable des zones longuement enneigées de l'étage alpin (rare au subalpin) souvent dominée par des nanophanérophyles du genre Salix. Substrat variable, formes minérales caractérisées le tassement des éléments du substrat (fins à moyens)
DA	<b>Dalles rocheuses</b> (Végétation pionnière des)	Formation herbacée ouverte pionnière des affleurements rocheux (souvent tabulaires avec pente peu marqué), riche en plantes grasses et à composition mixte vivaces et annuelles. Elle comprend la végétation pionnière des lapiaz vifs
RO	<b>Parois et façades rocheuses</b> (Végétation des)	Formation clairsemée des anfractuosités rocheuses, végétation saxicole au sens strict, incluant la végétation des rochers frais méridionaux mais pas les suintements quasi permanents
EB	<b>Éboulis</b> (Végétation des)	Formation très ouverte pionnière des éboulis et chaos rocheux, actifs ou stabilisés, comprenant la végétation colonisant les moraines. Formation caractérisée par la (quasi) absence de sol. Ne comprend pas les formations pionnières à saules nains des chaos rocheux longuement enneigés qui sont à coder sous CN (combes à neige)
GH	<b>Grands héliophytes</b> (Communauté de)	Formation souvent dense de grands héliophytes graminéoïdes (roselières au sens large à Phragmites, Phalaris, Typha, Schoenoplectus, Cladium...) comprenant à la fois les communautés franchement aquatique et les communautés terrestres (atterries).
RB	<b>Petits héliophytes</b> (Communauté de)	Formation souvent clairsemée de petits héliophytes non graminéoïdes des eaux stagnantes peu profondes à niveau variable (Sparganium spp., Alisma spp., Equisetum fluviatile, Oenanthe aquatica, Rorippa amphibia, Butomus umbellatus, Sagitaria sagitifolia), également appelé roselière basse.
MC	<b>Magnocariçaie</b>	Formation haute dominée par des héliophytes de la famille des cypéracées comprenant à la fois les communautés franchement aquatiques et des communautés terrestres à sol mouillé une partie de l'année.
HM	<b>Haut-marais</b>	Formation mixte bryophytique (sphaignes), herbacée (cypéracée) et sous-arbustive (éricacées) formant un paysage lâchement moutonné de buttes de sphaignes et de creux plus ou moins inondés
BM	<b>Bas-marais et marais de transition</b>	Formation basse dominée par des cypéracées de petites et moyennes taille à nappe d'eau proche ou juste au dessus de la surface. Comprend aussi les formations amphibies franchement aquatiques (ceinture à Eriophorum scheuchzeri) des étages subalpin et alpin.
MG	<b>Mégaphorbiaie</b>	Formation dense et haute dominée par des dicotylédones à feuillage très recouvrant des milieux frais à humides, riches en éléments minéraux. Comprend aussi les formations montagnardes à subalpines mésophiles composition mixte entre graminées et dicotylédones (Calamagrostis sp. souvent), d'origine naturelle (prairies de couloirs d'avalanche). Plaine, montagnard et subalpin. Urtica, Anthriscus, Convolvulus, lisière nitrophiles ?
AQ	<b>Végétation aquatique</b>	Ensemble vaste de formations végétales strictement aquatiques (non héliophytiques), des eaux stagnantes et courantes, enracinées ou libres, immergées ou submergées. Comprend les herbiers à Sparganium angustifolium des étages subalpin et alpin.
FO	<b>Végétation fontinale</b>	Formation en majorité dominée par les bryophytes, avec végétation vasculaire peu diversifiée mais parfois assez recouvrante (Epilobium alsinifolium, Saxifraga aizoides, Carex frigida), colonisant les sources, les bords de ruisselets et les rochers suintants, milieux imbibé en permanence
EC	<b>Bordure d'eaux courantes</b> (Végétation amphibie des)	Formation amphibie vivace dense (petits héliophytes souvent) et entremêlée occupant les petits cours d'eau et leurs berges ainsi que les lones et bras-mort à courant faible (comprend les herbiers à Glyceria, Berula, Apium, Nasturtium et Leersia).
EX	<b>Grèves exondées</b> (Végétation pionnière des)	Formation pionnière annuelle et vivace de petite taille (Eleocharis acicularis, Littorella uniflora, Ludwigia palustris, Juncus bulbosus...) ou plus haute (Polygonum lapathifolium, Bidens pl.sp. etc.). des zones périodiquement exondées des eaux stagnantes et courantes, végétation à caractère amphibie souvent marqué.
PS	<b>Pelouse</b> (de basse et moyenne altitude)	Formation basse diversifiée, de hauteur moyenne inférieure à 50 cm à dominante graminéenne, des sols maigres des étages planitiaire, collinéen et montagnard. Recouvrement minéral variable, comprend aussi les pelouses rocailleuses de colonisation d'éboulis et des roches altérées. La hauteur de certaines formations (ex. formation dense à Brome érigé) doit être examinées attentivement pour distinguer la pelouse de la prairie.

## Physionomie des formations végétales (Suite)

Physionomie simplifiée HERBACEE (FH)		
PA	<b>Pelouse alpine et pâturage d'altitude</b>	étages supérieurs (subalpin et alpin). Recouvrement minéral souvent important, comprend aussi les pelouses rocailleuses de colonisation d'éboulis et des roches altérées. L'altitude est le critère déterminant.
TH	<b>Pelouse pionnière annuelle</b>	Formation très ouverte primaire dominée par espèces annuelles de petite taille à cycle court, fréquemment sur substrats fins et mobiles
PH	<b>Prairie humide (et pelouse humide)</b>	Formation herbacée d'origine anthropique diversifiée, dense et haute à dominante graminéenne, fauchée et/ou pâturée, humide à mouillée (nappe affleurante) une partie de l'année, périodiquement inondée. Les prairies alluviales à <i>Arrhenatherum elatius</i> à tendance mésohygrophile des niveaux topo supérieurs sont traitées sous PM. Les formations basses méditerranéennes à <i>Deschampsia media</i> sont comprises dans PH.
PM	<b>Prairie (mésophile et méso-xérophile)</b>	Formation diversifiée d'origine anthropique, dense et haute à dominante graminéenne de hauteur supérieure à 50 cm, fauchée et/ou pâturée, temporairement humide, exceptionnellement inondée et mouillée. Les formations semi hautes pâturées d'altitude ne sont pas comprises. La hauteur de certaines formations (ex. formation dense à Brome érigé) doit être examinée attentivement pour distinguer la pelouse de la prairie. Les formations naturelles montagnardes à hautes herbes mixtes (graminées et dicotylédones) sont à coder sous MG Mégaphorbiaie.
OU	<b>Ourllet herbacé maigre</b>	Formation mésophile à méso-xérophile, peu élevée, développées sur des terrains maigres en bordure externe de végétations arbustives et forestières (conditions héliophiles à héliophiles) ou colonisant d'anciens espaces agro-pastoraux, dominée par des espèces à développement tardif, parmi lesquels les graminées sont (co-)dominantes. Les formations à <i>Rubus</i> sont codées OU ou OF en fonction de leur situation. Les manteaux arbustifs sont traités dans les fourrés quand le recouvrement arbustif > 25 %, < 25 %, ils sont traités ici
OF	<b>Coupes et ourlets forestiers</b>	Formation intraforestière, constituée de grandes dicotylédones vivaces colonisant les coupes forestières récentes et les clairières à sol riches, ou de dicotylédones moins grande en situation de lisière et de clairière ( <i>Aegopodium</i> , ...). Comprend également les formations de lisière intraforestières dominées par des graminées ( <i>Festuca gigantea</i> , <i>Bromus ramosus</i> / <i>benekenii</i> , <i>Calamagrostis varia</i> , <i>Elytrigia</i> / <i>Roegneria</i> ou encore à <i>Hordelymus europaeus</i> ). A préciser JCV. Comprend les ronciers forestiers. Les formations riveraines à <i>Petasites albus</i> (souvent intraforestières) sont codées sous MG – Mégaphorbiaie. Les formations de lisière humides à <i>Petasites albus</i> sont quant à elles traités ici.
RU	<b>Friche herbacée et végétation rudérale</b>	Formation dominée par des espèces annuelles et/ou bisannuelles des terrains agricoles, urbains, industriels irrégulièrement perturbé, souvent nitrophile. Comprend aussi la végétation rudérale vivace des reposoirs à bestiaux et des friches à graminées (chiendent) sur anciens terrains agricoles. Comprend également les formations vivaces de substitution de xénopytes ( <i>Reynoutria japonica/bohemica</i> ou <i>Impatiens glandulifera</i> ).
CU	<b>Cultures (Végétation des)</b>	Formation basse et très ouverte dominée par des plantes annuelles (à bisannuelles) des terrains agricoles exploités et les cultures arboricoles à terre retournée.
HY	<b>Végétation rase hyperpiétinée</b>	Formation dominée par des plantes annuelles prostrées supportant le piétinement régulier de toute nature
MU	<b>Murs (Végétation anthropique des)</b>	Formation colonisant les murs
AR	<b>Autre formation herbacée artificielle</b>	
Physionomie simplifiée SOUS-ARBUSTIVE (FSA)		
LA	<b>Lande et landine</b>	Formation végétale dominée par des petits chaméphytes (landines) ou des grands chaméphytes (landes). Les seuils de recouvrement de la strate sous-arbustive sont donnés dans « Physionomies complexes ».
GA	<b>Garrigue (incluant les et ourlets herbacés méditerranéens)</b>	Formation végétale dominée par des chaméphytes des secteurs supra- et oroméditerranéens

## Physionomie des formations végétales (Suite)



Une mise en correspondance entre cette typologie et d'autres largement utilisées a été faite. En ce qui concerne la phytosociologie au niveau de l'alliance, chaque unité de la typologie physionomique correspond à plusieurs alliances. Ceci n'a rien d'étonnant. Dans l'autre sens, c'est l'inverse qui est la règle, c'est-à-dire qu'une alliance n'est comprise que dans une seule unité physionomique. Il existe quelques exceptions cependant où une alliance peut être traitées suivant les cas dans deux physionomies distinctes. Ces alliances « problématiques » sont listées dans le tableau suivant

### Liste des alliances rattachables à deux physionomies

Alliance	CodeProdrome	PhysioDet1	PhysioDet2
Convolvulion sepium	28.0.1.0.1	MG - Mégaphorbiaie	RU - Friche herbacée et végétation rudérale
Aegopodion podagrariae	29.0.1.0.1	OF - Coupes et ourlets forestiers	RU - Friche herbacée et végétation rudérale
Corynephorion canescentis	36.0.1.0.1	PS - Pelouse	TH - Pelouse pionnière annuelle
Littorellion uniflorae	38.0.1.0.1	EX - Grèves exondées	AQ - Végétation aquatique
Molinio caeruleae-Quercion roboris	57.0.2.0.3	BFM - Boisement feuillu	BFH - Boisement feuillu humide
Fraxino excelsioris-Quercion roboris	57.0.3.1.1	BFM - Boisement feuillu	BFH - Boisement feuillu humide
Salicion helveticae	10.0.1.0.2	FM – Fourré mésophile	FU - Fourré humide
Salicion lapponi-glaucosericeae	10.0.1.0.3	FM – Fourré mésophile	FU - Fourré humide
Berberidion vulgaris	20.0.2.0.7	FM – Fourré mésophile	FS - Fourré sempervirent
Salici cinereae-Rhamnion catharticae	20.0.2.0.10	FM – Fourré mésophile	FU - Fourré humide
Cephalanthero rubrae-Pinion sylvestris	24.0.2.0.1	BCM - Boisement de conifère	BMI - Boisement mixte
Piceion excelsae	74.0.3.0.1	BCM - Boisement de conifère	BCH - Boisement de conifères humide
Cephalanthero rubrae-Fagion sylvatica	57.0.3.2.1	BFM - Boisement feuillu	BMI - Boisement mixte
Fagion sylvatica	57.0.3.3.1	BFM - Boisement feuillu	BMI - Boisement mixte
Luzulo luzuloidis-Fagion sylvatica	57.0.3.3.3	BFM - Boisement feuillu	BMI - Boisement mixte
Salicion triandrae	62.0.1.0.1	FU – Fourré humide	FM - Fourré mésophile
Salicion incanae	62.0.1.0.2	FM – Fourré mésophile	FU - Fourré humide
Alysso alyssoidis-Sedion albi	65.0.2.0.1	DA – Dalles rocheuses	TH - Pelouse pionnière annuelle
Sedo albi-Veronicion dillenii	65.0.2.0.2	DA – Dalles rocheuses	TH - Pelouse pionnière annuelle
Sedion micrantho-sediformis	65.0.2.0.3	DA – Dalles rocheuses	TH - Pelouse pionnière annuelle
Knaution gracilis	72.0.1.0.3	OU – Ourlet maigre	OF - Coupes et ourlets forestiers
Betulion pubescentis	74.0.2.0.1	BFH - Boisement feuillu humide	BCM - Boisement de conifère

Pages suivantes

**Correspondances entre physionomies et alliances phytosociologiques (la nomenclature est celle du Prodrome des végétations de France)**

## Physionomie des formations végétales (Suite)



Code	Libellé	Alliance (en italique les alliances problématiques)
AL	Alluvions	Epilobion fleischeri
		Glaucion flavi
AQ	Végétation aquatique	Batrachion fluitantis
		Hydrocharition morsus-ranae
		Lemnion minoris
		Lemnion trisulcae
		<i>Littorellion uniflorae</i>
		Nymphaeion albae
		Potamion pectinati
		Potamion polygonifolii
		Ranunculion aquatilis
		Scorpidio scorpidioidis-Utricularion minoris
Sphagno cuspidati-Utricularion minoris		
BCH	Bois. conifères humide	<i>Piceion excelsae</i>
BCM	Boisement de conifère	<i>Betulion pubescentis</i>
		<i>Cephalanthero rubrae-Pinion sylvestris</i>
		Deschampsio flexuosae-Pinion sylvestris
		Erico carneae-Pinion sylvestris
		Juniperion thuriferae
		Ononido rotundifolii-Pinion sylvestris
		<i>Piceion excelsae</i>
BFH	Boisement feuillu humide	Alnion glutinosae
		Alnion incanae
		<i>Betulion pubescentis</i>
		<i>Fraxino excelsioris-Quercion roboris</i>
		<i>Molinio caeruleae-Quercion roboris</i>
		Osmundo regalis-Alnion glutinosae
		Populion albae
		Salicion albae
Sphagno-Alnion glutinosae		
BFM	Boisement feuillu	Acerion pseudoplatani
		Carpinion betuli
		<i>Cephalanthero rubrae-Fagion sylvaticae</i>
		<i>Fagion sylvaticae</i>
		<i>Fraxino excelsioris-Quercion roboris</i>
		<i>Luzulo luzuloidis-Fagion sylvaticae</i>
		<i>Molinio caeruleae-Quercion roboris</i>
		Polysticho setiferi-Fraxinion excelsioris
		Quercion pubescenti-sessiliflorae

Code	Libellé	Alliance (en italique les alliances problématiques)
BFM	Boisement feuillu	Quercion roboris
		Rubo caesii-Populion nigrae
		Tilio platyphylli-Acerion pseudoplatani
		Tilion platyphylli
BFS	Bois. feuillu sempervirent	Quercion ilicis
BM	Bas-marais et marais de transition	Caricion davallianae
		Caricion fuscae
		Caricion incurvae
		Caricion lasiocarpae
		Rhynchosporion albae
BMI	Boisement mixte	<i>Cephalanthero rubrae-Fagion sylvaticae</i>
		<i>Cephalanthero rubrae-Pinion sylvestris</i>
		<i>Fagion sylvaticae</i>
		<i>Luzulo luzuloidis-Fagion sylvaticae</i>
CN	Combe à neige	Arabidion caeruleae
		Salicion herbaceae
CU	Cultures	Caucalidion lappulae
		Diplostaxion erucoidis
		Panico crus-galli-Setarion viridis
		Roemerion hybridae
		Scleranthion annui
		Veronico agrestis-Euphorbion peplus
DA	Dalles rocheuses	<i>Alysso alyssoidis-Sedion albi</i>
		<i>Sedion micrantho-sediformis</i>
		Sedo albi-Scleranthion biennis
EB	Éboulis	Allosouro crisperi-Athyrium alpestris
		Androsacion alpinae
		Arabidion alpinae
		Drabion hoppeanae
		Dryopteridion abbreviatae
		Dryopteridion submontanae
		Galeopsion segetum
		Petasition paradoxii
		Scrophularion juratensis
		Senecionion leucophylli
Stipion calamagrostis		
Thlaspion rotundifolii		

## Physionomie des formations végétales (Suite)



Code	Libellé	Alliance (en italique les alliances problématiques)
EC	Bordure d'eaux courantes	Apion nodiflori Glycerio fluitantis-Sparganion neglecti
EX	Grèves exondées	Bidention tripartitae Chenopodion rubri Cicendion filiformis Elatino triandrae-Eleocharition ovatae Eleocharition acicularis Elodo palustris-Sparganion Helochloion schoenoidis <i>Littorellion uniflorae</i> Nanocyperion flavescens Radiolion linoidis
FM	Fourré mésophile	Alnion viridis <i>Berberidion vulgaris</i> Carpino betuli-Prunion spinosae Corylo avellanae-Populion tremulae Cytision oromediterraneo-scoparii Lonicerion periclymeni Pruno spinosae-Rubion radulae Pruno spinosae-Rubion ulmifolii <i>Salici cinereae-Rhamnion catharticae</i> <i>Salicion helveticae</i> <i>Salicion incanae</i>
FO	Végétation fontinale	Cardamino amarae-Montion fontanae Caricion remotae Cratoneurion commutati Dermatocarpion rivulorum Epilobio nutantis-Montion fontanae Pellion endiviifoliae Riccardio pinguis-Eucladion verticillati
FS	Fourré sempervirent	<i>Berberidion vulgaris</i>
FU	Fourré humide	<i>Salici cinereae-Rhamnion catharticae</i> <i>Salicion cinereae</i> <i>Salicion helveticae</i> <i>Salicion incanae</i> <i>Salicion lapponi-glaucosericeae</i> <i>Salicion triandrae</i>
GA	Garrigue	Brachypodion phoenicoidis Dactylo hispanici-Helichryson staechadis

Code	Libellé	Alliance (en italique les alliances problématiques)
GA	Garrigue	Helianthemo italici-Aphyllanthion monspeliensis Lavandulo angustifoliae-Genistion cinereae Phlomidio lychnitidis-Brachypodion retusi Rosmarinon officinalis
GH	Grands héliophytes	Phalaridion arundinaceae Phragmition communis
HM	Haut-marais	Sphagnion medii
HY	Végétation rase hyperpiétinée	Lolio perennis-Plantaginon majoris Poion supinae Polygono arenastri-Coronopodion squamati Saginion procumbentis
LA	Lande	Arctostaphylo-Cetrarion nivalis Calluno vulgaris-Arctostaphyloion uvae-ursi Ericion carnea Genistion tinctorio-germanicae Genisto pilosae-Vaccinon uliginosi Juniperion nanae Loiseleurio procumbentis-Vaccinon microphylli Rhododendro ferruginei-Vaccinon myrtilli
MC	Magnocariçaie	Carici pseudocyperi-Rumicion hydrolapathi Caricion gracilis Magnocaricion elatae
MG	Mégaphorbiaie	Adenostyloion alliariae Arunco dioici-Petasition albi Calamagrostion arundinaceae Calamagrostion villosae <i>Convolvulion sepium</i> Dorycnion recti Filipendulo ulmariae-Petasition Petasition officinalis Thalictro flavi-Filipendulion ulmariae
MU	Murs	Cymbalarion muralis-Asplenion rutae-murariae Parietario judaicae-Galion muralis
OF	Coupes et ourlets forestiers	<i>Aegopodion podagraricae</i> Atropion belladonnae Epilobion angustifolii Geo urbani-Alliarion petiolatae Impatienti noli-tangere-Stachyion sylvatica <i>Knaution gracilis</i>

## Physionomie des formations végétales (Suite)

Code	Libellé	Alliance (en italique les alliances problématiques)
OU	Ourlet maigre	Conopodio majoris-Teucrion scorodoniae
		Geranium sanguinei
		Holco mollis-Pteridion aquilini
		<i>Knaution gracilis</i>
		Melampyron pratensis
		Melampyro sylvatici-Poion chaixii
		Potentillo erectae-Holcion mollis
		Trifolion medii
PA	Pelouse alpine et pâturage d'altitude	Avenion sempervirentis
		Caricion curvulae
		Caricion ferrugineae
		Festucion variae
		Nardion strictae
		Oxytropido-Elynon myosuroidis
		Poion alpinae
PH	Prairie humide	Alopecurion pratensis
		Alopecurion utriculati
		Bromion racemosi
		Deschampsio mediae-Molinion arundinaceae
		Deschampsion mediae
		Juncion acutiflori
		Mentho longifoliae-Juncion inflexi
		Molinion caeruleae
		Oenanthion fistulosae
		Paspalo distichi-Agrostion semiverticillatae
		Potentillion anserinae
PM	Prairie mésophile	Arrhenatherion elatioris
		Brachypodio rupestris-Centaureion nemoralis
		Cynosurion cristati
		Trisetio flavescentis-Polygonion bistortae
PS	Pelouse	Carici arenariae-Festucion filiformis
		<i>Corynephorion canescentis</i>
		Diantho gratianopolitani-Melicion ciliatae
		Galio saxatilis-Festucion filiformis
		Genistion lobelii
		Koelerio macranthae-Phleion phleoidis
		Mesobromion erecti
		Ononidion cenisiae
		Ononidion striatae

Code	Libellé	Alliance (en italique les alliances problématiques)
PS	Pelouse	Ononidion striatae
		Seslerion elegantissimae
		Stipo capillatae-Poion carniolicae
		Violion caninae
		Xerobromion erecti
RB	Petits héliophytes	Oenanthion aquaticae
RO	Parois et façades rocheuses	Adiantion capilli-veneris
		Androsacion vandellii
		Asplenion glandulosi
		Asplenion septentrionalis
		Dianthion gratianopolitani
Phagnalo saxatilis-Cheilanthion maderensis		
RU	Friche herbacée et végétation rudérale	<i>Aegopodium podagrariae</i>
		Arabidopsion thalianae
		Arction lappae
		Artemisio absinthii-Agrophyron intermedii
		Bromo-Oryzopsion miliaceae
		Chenopodion muralis
		<i>Convolvulion sepium</i>
		Convolvulo arvensis-Agrophyron repentis
		Dauco carotae-Melilotion albi
		Drabo muralis-Cardaminion hirsutae
		Falcario vulgaris-Poion angustifoliae
		Geranio pusilli-Anthriscion caucalidis
		Hordeion murini
		Malvion neglectae
		Onopordion acanthii
		Onopordion nervosi
Rumicion pseudalpini		
Silybo mariani-Urticion piluliferae		
Sisymbrium officinalis		
Valantio muralis-Galion muralis		
TH	Pelouse pionnière annuelle	<i>Alysso alyssoidis-Sedion albi</i>
		<i>Corynephorion canescentis</i>
		Helianthemion guttati
		<i>Sedion micrantho-sediformis</i>
		<i>Sedo albi-Veronicion dillenii</i>
		Sileno conicae-Cerastion semidecandri
		Thero-Airion Tüxen
		Trachynion distachyae

## Pression d'échantillonnage

Taille du site en hectare	Nb habitats	Nb minimum de relevés	Densité minimale de relevé à l' hectare
1 ha		3	3
Entre 1 et 10 ha	<5	5	0.5
	>=5	10	1
Entre 10 et 50 ha	<5	10	0.2
	>=5	20	0.4
Entre 50 et 200 ha	<10	20	0.1
	>=10	40	0.2
Plus de 200 ha <sup>1</sup>	<10	50	~ 0.06
	>=10	60	~ 0.07

## Structure de la végétation et taille des placettes

Type de structure	Physionomie détaillée	Placette Taille en m <sup>2</sup> (dimensions) en m	Remarque
Végétation herbacée aquatique et terrestre rase	<b>AL</b> : Végétation herbacée pionnière des alluvions	4 (2 x 2)	Comprend en partie les formes pionnières des bas-marais alpins à <i>Carex bicolor</i> .
	<b>AQ</b> : Végétation aquatique	4 (2 x 2)	Comprend aussi les gouilles à Utriculaires des tourbières des hauts-marais. Observation visuelle et par grappage
	<b>EC</b> : végétation amphibie de bordure des eaux courantes	4 (2 x 2)	La végétation des bords de torrents ou sources de l'alpin est traitée sous <b>FO</b>
	<b>EX</b> : Végétation pionnière des grèves exondées, à annuelles ou vivaces	4 (2 x 2)	Taille maximale le plus souvent ; des placettes rectangulaires, avec le moins de déclivité possible, sont préférables
	<b>FO</b> : Végétation fontinale	4 (2 x 2)	Sources, suintements, tuffières
	<b>RB</b> : communautés de petits héliophytes non graminoides	4 (2 x 2)	Des placettes rectangulaires, avec le moins de déclivité possible, sont préférables
Végétation herbacée moyenne et haute	<b>BM</b> : bas-marais et marais de transition	16 (4 x 4)	Comprend les bas-marais alcalins, et ceux à tendance acide (à <i>Carex nigra</i> , <i>Eriophorum scheuchzeri</i> ) et ceux de transition ( <i>Carex lasiocarpa</i> , <i>C. limosa</i> )
	<b>HM</b> : formation à Sphaignes et cypéracées de petite taille	16 (4 x 4)	
	<b>GH</b> : communautés des grands Héliophytes ( <i>Phragmites</i> , <i>Phalaris</i> , <i>Typha</i> , ...)	16 (4 x 4)	Comprend les roselières aquatiques ou sèches
Végétation herbacée moyenne et haute	<b>MC</b> : communautés dominées par des Cypéracées de grande taille	16 (4 x 4)	Caricaies à <i>C. acuta</i> , <i>C. riparia</i> , <i>C. acutiformis</i> , <i>C. elata</i> , <i>C. vesicaria</i> , <i>C. pseudocyperus</i> , et Cladiaies
	<b>PH</b> : prairie humide à dominante de graminées	16 (4 x 4)	Moliniaies et prairies inondables des grandes vallées alluviales à <i>Hordeum seccalinum</i> ou <i>Oenanthe fistulosa</i>
	<b>MG</b> : formation denses et hautes dominées par des Dicotylédones à feuilles larges (mégaphorbiaie) ou co-dominée par des graminées	16 (4 x 4)	
	<b>CN</b> : combes à neige de l'étage alpin (rarement plus bas)	16 (4 x 4)	
Végétation de landes ou de fourrés	<b>LA</b> : landes à Ericacées de colonisation des tourbières	49 (7 x 7)	
	<b>FU</b> : formation arbustive des sols engorgés ou de bordure des eaux courantes	49 (7 x 7)	Aulnaies vertes les plus humides, fourrés de Saules ( <i>S. cinerea</i> , <i>S. purpurea</i> , <i>S. daphnoides</i> , <i>S. breviserrata</i> , <i>S. myrsinifolia</i> , ...)
Boisements	<b>BFH, BCH</b> : tous les types de boisements humides	225 (15 x 15)	Aulnaies glutineuses ou blanches, Saules blanches, peupleraies blanches, boulaies à sphaignes, pessières à sphaignes, pinèdes à Molinie les plus humides, chênaies à Molinie

## Calcul du coefficient V de Cramer



La question posée: les occurrences des valeurs d'indice suivent-elles une distribution identique entre l'année 1 et l'année n du suivi ? Autrement dit, y a-t-il un lien (ou dépendance) entre les valeurs des indices et les années ?

Pour cela, on doit comparer nos données à un jeu de données simple à calculer et qui représente le nombre d'occurrences d'espèces ayant une valeur indicatrice en cas de distribution identique entre les deux années : c'est le jeu de données attendu s'il n'y avait aucune différence de distribution. Dans le cas attendu, les occurrences ne dépendent que de la fréquence relative de la valeur indicatrice et du nombre d'observations de l'année concernée (pour la méthode précise de calcul, voir les exemples ci-dessous).

On calcule ensuite l'écart global (appelé Khi deux) entre les occurrences observées et les occurrences attendues comme :

$$\text{Khi deux} = \left( \sum (\text{occurrences observées})^2 / \text{occurrences attendues} \right) - \text{effectif total}$$

Plus la valeur est élevée, plus l'écart entre valeurs attendues et observées est fort, et donc, plus les occurrences des valeurs indicatrices sont différentes entre les années. En théorie, cette valeur suit une loi du Khi deux et on peut tester statistiquement si la valeur observée est compatible avec l'hypothèse d'indépendance entre les valeurs et les années. Mais, comme les placettes sont appariées et que les individus statistiques ne sont pas clairement définis, le test statistique n'est pas applicable. Un coefficient normalisé (qui ne dépend pas du nombre de catégories ni de l'effectif total) dérivé de la valeur du Khi deux, appelé coefficient V de Cramer, est donc calculé pour évaluer le niveau d'association entre les occurrences des valeurs indicatrices et les années. Il vaut 0 si les effectifs sont égaux (ou proportionnels) et tend d'autant vers 1 que les occurrences sont dissemblables entre les années. Empiriquement, on qualifie le niveau d'association entre années et occurrences de :

association forte	si $V > 0.5$
association modérée	si $V$ compris entre 0.3 et 0.5
association faible	si $V$ compris entre 0.1 et 0.3
pas d'association	si $V < 0.1$

Attention, les valeurs fortes indiquent une association, c'est-à-dire une dépendance, entre années et valeurs indicatrices, et non pas entre années. Autrement dit, plus l'association est forte, moins la « corrélation » entre années est bonne, c'est-à-dire que la répartition relative des occurrences de valeurs indicatrices est très différente et l'évolution du site significative.



## Calcul du coefficient V de Cramer

### Application au niveau d'engorgement

Exemple : site des Mièges (74).

Les données disponibles pour 2010 sont les données réelles, celles pour 2015 ont été obtenues en simulant une diminution globale de 10%. Pour calculer le nombre d'occurrences attendues en 2010 pour la valeur indicatrice 5, on procède ainsi :

- ✓ on a 41 occurrences de la valeur 5 toutes années confondues et 293 observations en 2010, pour un effectif total cumulé sur les deux années de 564 observations ;
- ✓ le nombre d'occurrences attendu en cas d'indépendance est donc de  $41 \cdot 293 / 564 = 21.3$

Lorsque les effectifs attendus d'une valeur indicatrice sont inférieurs à 5, il est préférable de regrouper des valeurs indicatrices en sommant les effectifs.

Valeur indicatrice	Occurrences 2010 observées	Occurrences 2015 observées	Totaux occurrences observées	Occurrences 2010 attendues	Occurrences 2015 attendues
3 et 4	14	20	34	17.66	16.34
5	16	25	41	21.30	19.70
6	41	55	96	49.87	46.13
7	107	85	192	99.74	92.26
8	82	71	153	79.48	73.52
9	33	15	48	24.94	23.06
Totaux	293	271	564	293	271

$$\text{Khi deux} = ( (14^2)/17.66 ) + ( (16^2)/21.3 ) + \dots + ( (33^2)/24.94 ) + ( (20^2)/16.34 ) + \dots + ( (15^2)/23.06 ) - 564 = 14.30$$

On calcule le V de Cramer comme :

$$v = \sqrt{ [ (\text{Khi deux}) / ( (\text{effectif total}) * (\text{minimum}(\text{ligne}-1 ; \text{colonnes}-1)) ) ] }$$

Soit avec 6 lignes et 2 colonnes (minimum = 2 donc, minimum-1 = 1)

$$v = \sqrt{ (14.3 / 564) } = 0.159$$

Il existe une liaison entre les occurrences des valeurs indicatrices et les années, c'est-à-dire que les occurrences ne sont pas réparties de manière identique entre les deux années, mais cette liaison est faible.

## Mise en œuvre du test des rangs signés de Wilcoxon



La question posée : existe-t-il une différence de distribution des valeurs de fertilité entre les deux dates de suivi ? Autrement dit, observe-t-on des valeurs inférieures ou supérieures de fertilité (on parle de test bilatéral car il ne préjuge ni de l'un ni de l'autre) à une date donnée par rapport à l'autre ou, au contraire, ces valeurs sont-elles homogènes ? Il s'agit donc surtout d'un test de tendance centrale.

Pour cela, on utilise le test des rangs signés de WILCOXON. Il est fondé non sur les valeurs mais sur leurs rangs, ce qui permet de s'affranchir des problèmes de non normalité et de non symétrie et est surtout peu sensible aux données extrêmes, tout en étant suffisamment puissant (efficacité d'environ 95 % par rapport au test t de Student et supérieure à 100% pour des distributions non normales, asymétriques ou assez fortement étalées). Ce test suppose que les placettes sont suffisamment bien re-localisées pour pouvoir considérer les couples de placettes comme **appariées** (non indépendantes).

Soit  $n$  le nombre de placettes pour lesquelles on a des relevés pour les deux années. On calcule l'écart observé entre la première date et la seconde, puis on classe ces écarts de la plus petite valeur vers la plus grande, sans tenir compte du signe, et on leur attribue le rang correspondant. Si deux placettes ont la même valeur, elles sont exclues du calcul et on réduit l'effectif de 1.

Pour les écarts, si on a des ex-aequo, on leur attribue le rang moyen.

On calcule ensuite la somme des rangs des écarts positifs d'une part, et celle de la somme des rangs des écarts négatifs d'autre part. Si les deux distributions sont identiques ou voisines, ces sommes sont proches de  $n(n+1)/4$ , soit 105 dans les exemples ci-dessous (où  $n=20$ ), et plus l'une ou l'autre des sommes est différente de cette valeur attendue, plus l'écart observé sera significatif. Des valeurs critiques sont disponibles sur :

<http://www.cons-dev.org/elearning/stat/Tables/Tab5.html>,

Lorsque les effectifs sont suffisants (au moins 25 placettes par date), une approximation normale est applicable.



## Mise en œuvre du test des rangs signés de Wilcoxon

### Application à l'indice de niveau d'engorgement

Exemple : site des Mièges (74) ; les données disponibles pour 2010 sont les données réelles, celles pour 2015 ont été obtenues en simulant une diminution globale de 10%.

Placette	Valeur 2010	Valeur 2015	Ecart	Ecart absolu	Rang «+»	Rang «-»
1	7.038	6.622	0.416	0.416	7	
2	7.179	6.530	0.649	0.649	11	
3	7.038	7.131	-0.093	0.093		4
4	7.125	6.444	0.681	0.681	12	
5	7.154	6.541	0.613	0.613	9	
6	8.333	7.279	1.054	1.054	16	
7	5.821	5.331	0.490	0.490	8	
8	7.273	6.235	1.038	1.038	15	
9	7.750	7.456	0.295	0.295	5	
10	7.333	7.355	-0.022	0.022		1.5
11	7.348	7.350	-0.002	0.002		1.5
12	7.550	7.521	0.029	0.029	3	
13	7.154	6.540	0.614	0.614	10	
14	7.125	6.333	0.792	0.792	14	
15	7.750	7.022	0.728	0.728	13	
16	7.778	6.555	1.223	1.223	19	
17	7.800	6.702	1.098	1.098	17	
18	7.857	6.666	1.191	1.191	18	
19	7.867	6.542	1.325	1.325	20	
20	6.258	5.855	0.403	0.403	6	

Dans notre cas, les sommes des rangs positifs et négatifs sont égales à 203.0 et 7.0 respectivement. Pour un test bilatéral et avec un effectif de 20, les valeurs limites sont de 52 et 37 pour un risque de 5% et 1% respectivement. Comme la plus petite des sommes (7 pour les rangs négatifs) est inférieure aux valeurs critiques, on rejette l'hypothèse d'égalité des distributions tant au niveau de 5% qu'à celui de 1%.

# LA BOÎTE A OUTILS

## RÉALISATION

Conservatoire d'espaces naturels de Savoie

## COORDINATION ÉDITORIALE

Xavier GAYTE, Delphine DANANCHER, Jérôme PORTERET

## MISE EN PAGE DES FICHES

Frédéric BIAMINO, Jérôme PORTERET

## REDACTEURS DES FICHES

## COMITÉ DE RELECTURE

François CHAMBAUD, Régis DICK, Samuel GOMEZ, Thérèse PERRIN, Émilie DUHERON, Nathalie FABRE, Rémy CLEMENT

## CRÉDITS PHOTOS

Stéphane BENCE, Frédéric BIAMINO, Manuel BOURON, François CHAMBAUD, Philippe FREYDIER, Gilles PARIGOT, Gilles PACHE, Jérôme PORTERET, Agence de l'eau Rhône-Méditerranée

INDICATEUR	REDACTEURS	PRINCIPAUX CONTRIBUTEURS
I01	Jérôme PORTERET (CEN Savoie)	Antoni ARDOUIN, Delphine DANANCHER
I02	Gilles PACHE (CBNA)	Héloïse VANDERPERT, Nathalie MOLNAR, Delphine DANANCHER
I03	Jérôme PORTERET (CEN Savoie)	Nathalie MOLNAR, Delphine DANANCHER
I04	Célia RODRIGUEZ (LEHNA, UMR CNRS 5023)	Gudrun BORNETTE, Charlotte GRASSET
I05	Stéphane BENCE (CEN PACA)	Audrey PICHARD, Yoan BRAUD,
I06	Gilles PACHE (CBNA)	Héloïse VANDERPERT, Nathalie MOLNAR, Delphine DANANCHER
I07	Célia RODRIGUEZ (LEHNA, UMR CNRS 5023)	Gudrun BORNETTE, Hélène BAILLET, Félix VALLIER
I08	Gilles PACHE (CBNA)	Héloïse VANDERPERT, Nathalie MOLNAR, Delphine DANANCHER
I09	Stéphane BENCE (CEN PACA)	Audrey PICHARD, Yoan BRAUD,
I10	Bernard PONT (RNN Platière)	Cyrille DELIRY, Beat OERTLI, Pascal DUPONT, Cedric VANAPELGHEM, Delphine DANANCHER
I11	Jean-Luc GROSSI (CEN Isère)	Delphine DANANCHER, Claude MIAUD
I12	Jérôme PORTERET CEN Savoie)	Rémy CLEMENT, Nicolas MIGNOT, Samuel ALLEAUME, Alexandre LESCONNEX, Marc ISENMANN
I13	Christian PERENNOU (TDV) Jérôme PORTERET (CEN Savoie) Marc ISENMANN (CBNA)	Anis GUELMANI, Samuel ALLEAUME, Rémy CLEMENT

## ONT PARTICIPE A LA COLLECTE DE DONNÉES

Antoni ARDOUIN  
Emeline AUPY  
Sophie AUVERT  
Bastien AGRON  
Emmanuel AMOR  
Yann BAILLET  
Bernard BAL  
Cécile BARBIER  
Sébastien BARTHEL  
Thérèse BEAUFILS  
Stéphane BENCE  
William BERNARD  
Luc BETTINELLI  
Olivier BILLANT  
Fabien BILLAUD  
Nicolas BIRON  
Véronique BONNET  
Virginie BOURGOIN  
Manuel BOURON  
Romain BOUTELOUP  
Yoan BRAUD  
Lionel BUNGE  
Christelle CATON  
Kristell CLARY

Remi COLLAUD  
Bertrand COTTE  
Aurélien CULAT  
Kelly DEBUF  
Guillaume DELCOURT  
Marion DEMESSE  
C. DEQUEVAUVILLER  
Lucile DESCHAMP  
Nathalie DEWYNTER  
Guillaume DOUCET  
Gregoire DURANEL  
Sylvie DURET  
Elisabeth FAVRE  
Noémie FORT  
Cedric FOUTEL  
Philippe FREYDIER  
Géraldine GARNIER  
Maxime GAYMARD  
Catherine GENIN  
Marianne GEORGET  
Samia GHARET  
Sébastien GIRARDIN  
Nicolas GORIUS  
Daniel GRAND

Jean-Luc GROSSI  
Nicolas GUILLERME  
Julien GUYONNEAU  
Céline HERVE  
Perrine JACQUOT  
Laura JAMEAU  
Philippe JANSSEN  
Stéphane JAULIN  
Remi JULLIAN  
Mathieu JUTON  
Francis KESSLER  
Mario KLESCZEWSKI  
Clément LECLERC  
Thomas LEGLAND  
Fabien LEPINE  
Natacha LEURION PANSIOT  
Dominique LOPEZ-PINOT  
Laurence MARCHIONINI  
Roger MARCIAU  
Vincent MARQUANT  
Basile MARTIN  
Marilyn MATHIEU  
Céline MAZUEZ  
Magalie MAZUY

Alexis MIKOLAJCZAK  
André MIQUET  
Nathalie MOLNAR  
Frédéric MORA  
Claire MOREAU  
Gilles PACHE  
Mélanie PARIS  
Marion PARROT  
Benoit PASCAULT  
Rémy PERRIN  
Audrey PICHARD  
Virginie PIERRON  
Rémy PONCET  
Bernard PONT  
Jérôme PORTERET  
Alexis RONDEAU  
Yves ROZIER  
Déborah RUHLAND  
Nicolas SIMMLER  
Bruno TISSOT  
Corine TRENTIN  
Héloïse VANDERPERT  
Anne WOLFF

# LE PROGRAMME RhoMéO

## STRUCTURES PARTICIPANTES ET PARTENAIRES FINANCIERS



Avec le soutien de :



### COORDINATION DE BASSIN

Xavier GAYTE

### AGENCE DE L'EAU RHÔNE-MEDITERRANÉE

#### Référents

Eric PARENT  
Jean-Louis SIMONNOT  
Francois CHAMBAUD  
Nadine BOSC

#### Experts

Claude AMOROS  
Bernard BACHASSON  
Aurélien BESNARD  
Bernard ETLICHER  
Daniel GERDEAUX  
Patrick GRILLAS  
Yves SOUCHON

### CONCEPTION DES OUTILS DE GESTION DES DONNÉES

Rémy CLEMENT  
Laurent POULIN

Mathieu BOSSAERT  
Nicolas MIGNOT

### GESTION DES DONNÉES

Rémy CLEMENT  
Laurent POULIN  
Mathieu BOSSAERT  
Nicolas MIGNOT

Paul HONORE  
Marc ISENMANN  
Alexandre LESCONNAC

### MEMBRES DU COMITE TECHNIQUE

#### Responsables d'axes ou de groupes

Stéphane BENCE  
Rémi CLÉMENT  
Delphine DANANCHER  
Philippe FREYDIER  
Sébastien GIRARDIN  
Samuel GOMEZ  
Jean-Luc GROSSI  
Marc ISENMANN  
Mario KLESCZEWSKI  
Laetitia LERAY  
Samuel MAAS  
Nathalie MOLNAR  
Gilles PACHE  
Christian PERENNOU  
Bernard PONT  
Jérôme PORTERET  
Lionel QUELIN  
Célia RODRIGUEZ  
Héloïse VANDERPRT

#### Autres membres

Samuel ALLEAUME  
Antoni ARDOUIN  
Luc BETINELLI  
Thérèse BEAUFILS  
Jaoua CELLE  
Émilie DUHERON  
Manon GISBERT  
Anis GUELMAMI





Ce document est une des productions du programme RhoMéO. Il présente, sous forme de fiches, les méthodes nécessaires à la mise en place de 13 indicateurs de suivi des zones humides testés et validés à l'échelle du bassin Rhône-Méditerranée.



Indice floristique de  
fertilité du sol

106

Extrait de la **boîte**  
**à outils** de suivi des  
**zones**  
**humides**

RhoMeO



## Définir l'univers d'échantillonnage

Dans le cadre du programme RhoMéO, le contour des zones humides suivies correspondait aux contours délimités dans le cadre des inventaires départementaux des zones humides réalisés entre 1996 et 2012 dans le bassin Rhône-Méditerranée. Il est important de noter que l'inventaire et la cartographie des zones humides ont été réalisés avec des méthodes légèrement différentes d'un département à l'autre, parfois même au sein d'un même département. Les principaux écarts observés portent sur :

- L'intégration ou non des marges peu profondes des masses d'eau associées aux zones humides (lac, cours d'eau).
- Le traitement cartographique des réseaux de petites zones humides, soit intégrées dans un seul polygone, soit faisant l'objet de polygones distincts. En lien avec ce second point, l'intégration ou non de parties de la zone humide déjà dégradées au moment des inventaires selon que des critères pédologiques ou uniquement floristiques ont été utilisés.

Les choix qu'un opérateur fera au moment de la délimitation de l'univers d'échantillonnage auront des conséquences importantes au moment de l'analyse des données et de l'interprétation des indicateurs de la boîte à outils :

- Pour des zones humides attenantes à une masse d'eau, la prise en compte ou non de l'interface entre la masse d'eau et la zone humide modifiera logiquement la liste des

espèces observées. Cette liste inclura ou non certaines espèces parmi les plus hydrophiles (ex : flore) et ainsi influera sur la valeur de l'indicateur alors calculée (en lien notamment avec la fonction hydrologique du site). Pour les groupes faunistiques les plus mobiles, cette prise en compte de l'interface zone humide/masse d'eau permettra d'interpréter la présence d'éventuelles espèces «surprenantes» par rapport aux habitats recensés sur le site (espèces d'odonates caractéristiques des cours d'eau pouvant être observées sur une zone humide). L'interprétation des résultats obtenus devra donc faire référence aux contours de l'objet suivi.

- Dans le cas de constellations de petites zones humides (marais, mares,...), souvent héritées d'une zone humide antérieure plus vaste réduite et fragmentée par drainage ou mise en culture, l'inclusion ou non de ces parties dégradées déterminera la capacité de l'opérateur à suivre par exemple les effets d'une éventuelle restauration de la zone humide dans leur intégralité.

**Il convient donc, avant d'engager la définition de l'échantillonnage, d'avoir une lecture critique des données d'inventaire des zones humides et, selon les besoins de l'utilisateur, de procéder à des regroupements ou plus généralement de redéfinir les contours de la zone humide suivie de manière à conduire l'évaluation à la bonne échelle.**

# PRÉALABLE À L'UTILISATION DES FICHES



En haut de chaque fiche un bandeau permet d'identifier le type de fiche et le renvoi aux fiches liées.

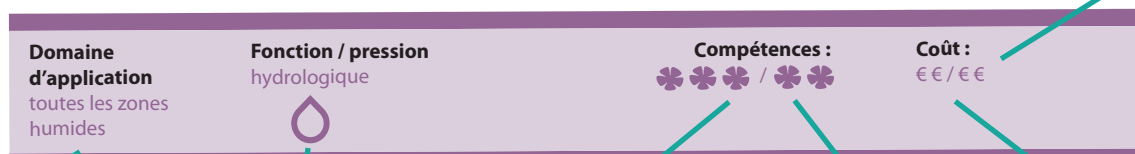
numéro de la fiche

renvoi vers les fiches correspondantes :  
I : Indicateur  
P : Protocole  
A : Analyse et Interprétation



Sur chaque fiche indicateur, le bandeau contient également des informations sur :

coûts annuels (temps et analyses)



domaine de validité

fonctions et pressions que l'indicateur mesure

niveau de compétence nécessaire pour le recueil de données

niveau de compétence nécessaire pour le calcul de l'indicateur

coûts matériels

Plusieurs indicateurs peuvent être calculés avec un seul protocole, le schéma ci-dessous montre les liens entre les fiches protocoles et les indicateurs correspondants.

Numéro de page			Numéro de page			Numéro de page	
Indicateur			Protocole			Analyse / Interprétation	
I01	20	—	P01	46	—	A01	88
I02	22					A02	92
I06	24	—	P02	50	—	A06	108
I08	26					A08	116
I03	28	—	P03	54	—	A03	96
I04	30	—				A04	100
I07	32		P04	58	—	A07	112
I05	34					A05	104
I09	36	—	P05	62	—	A09	120
I10	38	—	P06	66	—	A10	124
I11	40	—	P07	72	—	A11	128
I12	42	—	P08	76	—	A12	132
I13	44	—	P09	82	—	A13	136

# INDICE FLORISTIQUE DE FERTILITÉ DU SOL



## Domaine d'application

toutes les zones humides

## Fonction / pression

biogéochimique



## Compétences :



## Coût :

€/€/€

## Description et principes de l'indicateur

La quantité des nutriments (principalement azote et phosphore) disponibles dans le sol est un facteur important auquel les espèces sont plus ou moins tolérantes ou adaptées. Il est donc possible d'évaluer de manière simplifiée, sur une échelle ordinale, l'optimum de chaque espèce en fonction de la disponibilité des nutriments : c'est sa valeur indicatrice. La

richesse "moyenne" en nutriments d'une zone humide, que nous appellerons indice floristique de fertilité du sol, peut être calculée à l'échelle de la placette comme la moyenne des valeurs indicatrices des espèces présentes, puis à l'échelle d'une zone humide comme la médiane des valeurs des placettes.



## FONDEMENTS SCIENTIFIQUES DE L'INDICATEUR



Beaucoup d'espèces végétales présentent, en fonction de l'importance de la disponibilité des nutriments dans le sol, une courbe de croissance présentant un optimum (OKLAND, 1990 ; ELLENBERG, 1974).

La bibliographie montre que l'ensemble des espèces présentes sur une placette (si les conditions écologiques sont à peu près homogènes) donne des indications plus précises qu'une seule ou quelques espèces (BRAUN-BLANQUET & JENNY, 1926).

Des valeurs indicatrices sont disponibles pour certains pays ou ensembles biogéographiques (ELLENBERG *et al.*, 1992 pour l'Europe centrale ; LANDOLT *et al.* 2010 pour la Suisse ; HILL *et al.* 1999 pour la Grande-Bretagne...). A l'échelle du bassin Rhône-Méditerranée, les valeurs établies pour la Suisse, sur une échelle allant de 1 à 5 (1 pour les espèces des milieux très pauvres en nutriments et 5 pour celles des milieux très riches) par LANDOLT *et al.* (2010) sont dans l'ensemble adaptées.

Pour une placette donnée, on calcule l'indice floristique de fertilité du sol  $H_t$  comme la moyenne des valeurs indicatrices présentes, pondérées par le recouvrement des espèces sur la placette, considérant que le recouvrement d'une espèce témoigne de sa vitalité.

$$H_t = \frac{\sum (rij * xi)}{\sum (rij)}$$

Il varie de 1,5 (tourbières à sphaignes) à 4,5 (mégaphorbiaies eutrophes) pour les habitats de zones humides

$rij$  est l'abondance (ou recouvrement) de l'espèce  $i$  dans le relevé  $j$

$xi$  est la valeur indicatrice de l'espèce  $i$

L'indice floristique de fertilité peut également être calculé sans utiliser le recouvrement des espèces ; les valeurs obtenues sont alors plus ou moins différentes mais utilisables comme indicateurs de suivi (cf. fiche analyse et interprétation).

L'indicateur a été utilisé notamment pour le suivi de l'eutrophisation des zones humides (RUTHSATZ, 1998).

La corrélation entre ces valeurs diagnostiques et le fonctionnement du cycle de l'azote ou du phosphore a été étudié notamment par DIEKMANN & FALKENGREN-GRERUP (1998), ERTSEN *et al.* (1998), SCHAFFERS & SIKORA (2000) ou encore FALKENGREN-GRERUP & SCHOTTELNDREIR (2004). Il apparaît ainsi que les valeurs diagnostiques reflètent plus un facteur de productivité globale liée à la disponibilité en nutriments qu'un aspect précis du cycle des deux principaux nutriments.

## DOMAINE D'APPLICATION DE L'INDICATEUR



L'indicateur est applicable à tous les types de zones humides. En revanche, comme il existe une corrélation avec le pH des sols, l'interprétation des résultats doit tenir compte du type de zone humide et du type de substrat. Les comparaisons des valeurs indicatrices entre sites sont donc à éviter à moins de s'assurer qu'elles sont effectuées au sein d'un même type de zone humide.

**Périodicité**

Au vu des pratiques des réseaux d'observations plus ou moins semblables et déjà existants et de la vitesse d'évolution des milieux ouverts notamment, une périodicité des suivis de 5 ans semble raisonnable.

**Bibliographie**

BRAUN-BLANQUET J. & JENNY H., 1926. *Vegetationsentwicklung und Bodenbildung in der alpine Stufe der Zentralpen (Klimaxgebiet des Caricion curvulae)*. Denkschr. d. Schweiz Naturf. Ges., LVI, Abt. 2

DIEKMANN M. & FALKENGREN-GRERUP U., 1998. A new species index for forest vascular plants : development of functional indices based on mineralization rates of various forms of soil nitrogen. *Journal of Ecology* 86 : 269-283.

ELLENBERG H., 1974. *Zeigerwerte des Gefässpflanzen Mitteleuropas*. *Scripta Geobotanica* 9 : 1-97.

ELLENBERG H., WEBER H., DULL R., WIRTH H., WERNER W. & PAULISSEN D.; 1992. *Zeigerwerte von Pflanzen in Mitteleuropa*. Ed 3. *Scripta Geobotanica* 18 : 1-258.

ERTSEN A. C. D., ALKEMADE J. R. M., & WASSEN M J., 1998. Calibrating Ellenberg indicator values for moisture, acidity, nutrient availability and salinity in the Netherlands. *Plant Ecology* 135 : 113-124.

FALKENGREN-GRERUP U. & SCHOTTELNDREIR M., 2004. Vascular plants as indicators of nitrogen enrichment in soils. *Plant Ecology* 172 : 51-62.

HILL M. O., et al., 1999. *Ellenberg's indicator values for British plants*. *ECOFAC* Vol.2, 46 p.

LANDOLT E. et al., 2010. *Flora indicativa*. CJB Genève, Haupt, Berne, 376 p.

OKLAND R. H., 1990. *Vegetation ecology : theory, methods and application with reference to Fennoscandia*. *Sommerfeltia Suppl.* 1 : 1-233.

RUTHSATZ B., 1998. *Sukzessionsveränderungen in Seggen-riedgürtel um ein vermoortes Maar des Vulkaneifel (NSG Mürmes) und ihre möglichen Ursachen*. *Tuxenia* 18 : 237-259.

SCHAFFERS A. P. & SYKORA K. V., 2000. Reliability of Ellenberg indicator values for moisture, nitrogen and soil reaction : a comparison with field measurements. *Journal of Vegetation Science* 11 : 225-244.



# FLORE



## Description et principes du protocole

### Principes généraux

La flore d'un site est évaluée par la réalisation d'inventaires (les relevés) sur un ensemble de placettes réparties de manière à échantillonner le plus d'habitats naturels possibles.

### Type de données collectées

Sur chaque placette, on note l'ensemble des espèces présentes à l'intérieur de celle-ci et on en estime le recouvrement. On note également la taille de la placette, la physionomie de la

végétation (annexe 2), le recouvrement et la hauteur des différentes strates de la végétation. La position des placettes est mesurée avec un GPS, de même que la distance au point d'origine du transect.

### Type d'échantillonnage

Les points de relevés sont réalisés à intervalles réguliers le long de transects préalablement positionnés pour être les plus représentatifs de la diversité des milieux présents sur le site.

## Méthode de mise en place

Selon la taille des sites et la diversité des habitats (une visite rapide préalable du site peut être utile), l'ordre de grandeur du nombre de placettes varie (Annexe 2). Celles-ci sont ventilées sur 1 à 3 transects par site (cas général), de manière régulière et définie au préalable, et les relevés sont effectués systématiquement du même côté du transect. Typiquement, entre 5 et 20 placettes seront positionnées par transect, sur des longueurs oscillant entre 100 et 800 mètres, soit des espacements compris entre 20 et 50 mètres le plus souvent. Les points de départ et d'arrivée des transects peuvent être matérialisés de manière pérenne (bornes) ou a minima repérés sur le terrain par des points remarquables, des photographies et bien sûr le positionnement par GPS. L'orientation du transect peut être notée à la boussole ou, notamment en milieu ouvert, en suivant des points de repère lointains (photo ci-contre). Tous ces éléments sont reportés sur la fiche terrain (Annexe1).

Les relevés sont effectués sur les placettes dont la taille usuelle dépend de la structure de la végétation (Annexe 2), d'après **CHYTRY & OPTIKOVA (2003)**, quelle que soit l'homogénéité apparente de la placette, sauf si celle-ci est à cheval sur :

- deux physionomies très différentes (par

Axe de la visée du transect



Exemple de visée lointaine

exemple à l'interface entre forêt / prairie humide ou milieu naturel / milieu artificiel (piste...);

- une rupture topographique majeure (fossé, butte de plus d'1m...)

Dans certains cas, la taille normale doit être réduite ( $1 \text{ m}^2$ , voire  $0.25 \text{ m}^2$ ) et leur espacement également réduit (5 m), comme les grèves d'étangs ou les berges des cours d'eau, les bas-marais artico-alpins ou certains complexes tourbeux à sphaignes.

Méthode de mise en place (Suite)



Il est possible de déplacer la placette le long du transect ou de réduire la surface par rapport aux préconisations, mais dans tous les cas ces modifications doivent être bien signalées sur le bordereau de terrain.

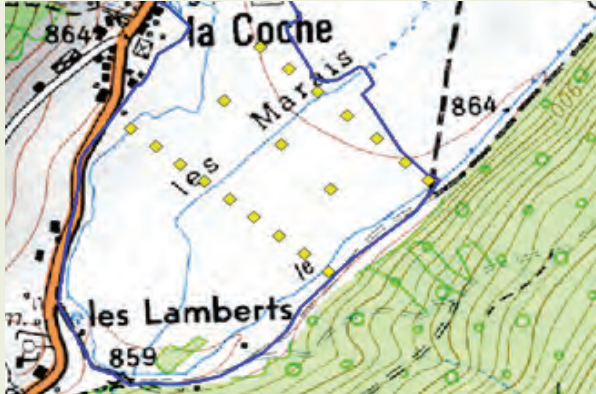


Figure 1 : alignement des transects au gradient

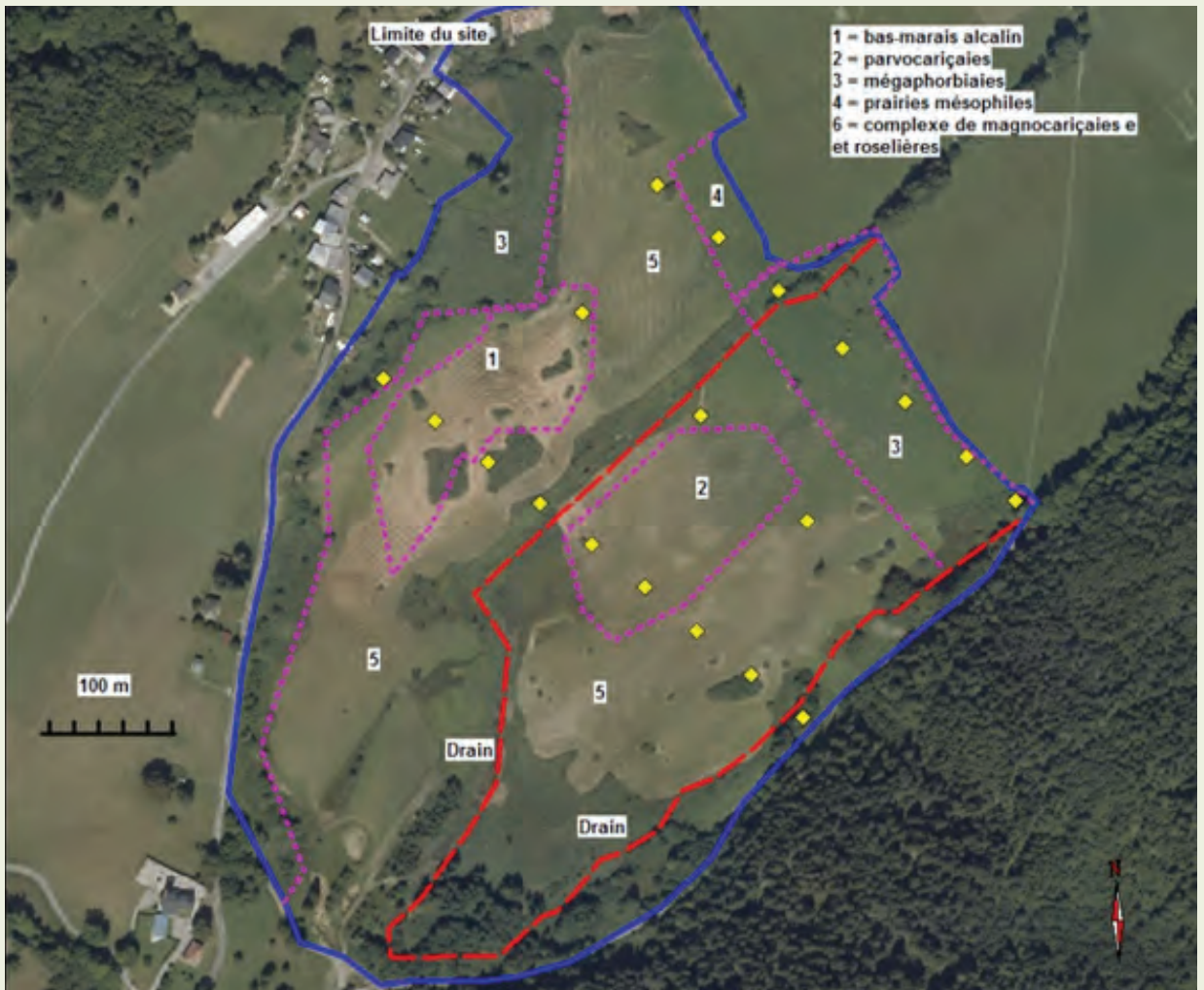
Etant donnée l'extrême variabilité de la forme des zones humides, il est difficile de définir des règles systématiques de positionnement des transects. Les cartes d'habitats (quand elles existent), les cartes topographiques et bien sûr les photographies aériennes (couleur ou infrarouge) doivent être étudiées au préalable afin de croiser le plus possible d'habitats et de niveaux topographiques /

hydrologiques.

Pour des sites présentant un gradient des conditions hydrologiques assez net, le plus simple est d'orienter les transects perpendiculairement à ce gradient (figure 1) : sur le site du Pontet (73), un gradient topographique nord-est / sud-ouest existe (points cotés 864 et 859 respectivement). On note également la présence d'un drain central et du cours du Gelon en grande partie rectifié et surcreusé et agissant également comme drain. L'analyse de la carte de végétation et un premier repérage sur le terrain (figure 2) ont fait apparaître que la zone centrale est la plus diversifiée, les zones nord-ouest, nord-est et sud-est étant constituées de complexes de roselières et magnocariçaies. Trois transects (les relevés sont matérialisés par des carrés jaunes) ont donc été établis, selon le gradient topographique, perpendiculairement au drain principal et permettant de traverser tous les habitats identifiés.

Pour une périodicité des suivis de 5 à 10 ans, privilégier les milieux ouverts (dont la végétation réagit plus vite aux perturbations) semble raisonnable. Comme règle empirique, on peut proposer qu'au moins la moitié des placettes concerne ces milieux ouverts, hors sites alluviaux boisés notamment.

Figure 2 : carte de végétation





## Représentativité des données

### Précision de l'information

La variabilité spatiale, testée sur quelques sites, est faible à l'échelle de la placette (variation type absolue de 0,2 pour la valeur d'engorgement du sol par exemple) et très faible à nulle à l'échelle du site.

La variabilité générale (incluant erreurs de relocalisation et passages à des dates différentes par des observateurs différents) a été testée sur 266 placettes. Elle représente des écarts de l'ordre de 0,5 en présence / absence et 0,7 en recouvrement pour le niveau d'engorgement à l'échelle de la placette, ceux-ci étant plus faibles pour la fertilité (respectivement 0,2 et 0,24). A l'échelle du site, les écarts sur les estimations de la médiane ont été calculés sur 20 sites. Pour la fertilité, les données calculées respectivement par la présence/absence et en tenant compte du recouvrement des espèces sont de 0,16 et

0,14. Pour l'indice d'engorgement, l'écart moyen de la médiane est de 0,27 et de 0,38 respectivement pour les données en présence / absence et en recouvrement.

### Représentativité de l'information collectée

Le protocole flore permet de capturer au moins 50 % du total des espèces d'un site (incluant les espèces découvertes lors du programme) pour près de 80 % des sites, le pourcentage moyen étant d'environ 65 %. La représentation des espèces mésohygrophiles à hygrophiles est encore meilleure. Ce pourcentage diminue avec la taille des sites surtout, et l'augmentation du nombre de placettes ne permet pas, avec un volume de travail restant raisonnable, de compenser cette diminution.

## Opérationnalité de la collecte

### Compétences requises

De solides compétences botaniques sont requises, au moins concernant la flore des zones humides. Sur le bassin Rhône-Méditerranée, bassin le plus diversifié en France en termes de types de zones humides, environ 1500 espèces ont été contactées, dont près de la moitié sont rares ou très rares. La maîtrise d'environ 800 à 900 espèces semble donc raisonnable sur l'ensemble du bassin étant donné l'impact modéré des omissions. Pour un opérateur local, ce nombre d'espèces est de l'ordre de 200 à 400.

### Impact du niveau de compétences

L'effet des erreurs de détermination ou des omissions d'espèces peut être évalué par quelques données bibliographiques. *EWALD (2003)* a montré que l'omission de 80% des espèces les moins abondantes des placettes affecte très peu les valeurs diagnostiques ; en corollaire, les erreurs de détermination sur les espèces abondantes peuvent avoir un impact assez fort.

### Temps moyen de collecte

En moyenne, le temps de collecte est de 1,5 jours par site (en un seul passage).

### Temps de validation et de saisie des données

Pour une structure possédant une chaîne de saisie, le temps de saisie est de l'ordre de 1 jour par site, celui de validation des données de l'ordre de 1 heure.

### Coût matériel/données / prestation/analyse

- GPS : entre 200 et 300 euros ;
- "décamètre" : environ 10 euros ;
- bornes de géomètre : environ 40 euros par borne.

### En annexe :

- La fiche de relevé de terrain (Annexe 1) ;
- Les référentiels construits ou disponibles dans le cadre du programme et nécessaires à la mise en œuvre du protocole (Annexe 2).

Opérationnalité de la collecte (Suite)



Le référentiel flore utilisé est TAXREF 6. Des ajouts (peu nombreux) ont été effectués pour des espèces ou des taxons infra-spécifiques non inclus dans cette version.

Une table d'équivalences entre différents référentiels flore utilisés par les structures gestionnaires a été construite, afin de permettre l'importation des données saisies dans les outils métiers des structures.

Un certain nombre de taxons, qui gardent leur identité dans la base, sont regroupés pour les traitements postérieurs, essentiellement à cause de difficultés de détermination (ex. *Carex flava* et *C. lepidocarpa*).

À chaque taxon est associé un certain nombre de valeurs indicatrices (valeur d'engorgement, valeur de fertilité, coefficient de conservatisme, statuts divers... ) qui servent pour le calcul des indicateurs. Pour l'essentiel, ces valeurs, établies pour la Suisse, sont tirées de **LANDOLT et al. (2010)**.

L'application à Rhône-Alpes ne pose pas de

difficultés particulières, hormis pour l'humidité. Une certaine de valeurs a été modifiée car **LANDOLT et al. (2010)** attribuent une valeur indicatrice d'humidité globale et non strictement édaphique : certaines espèces des milieux forestiers des climats frais et humides (ex. *Saxifraga rotundifolia*) ont ainsi des valeurs élevées alors qu'elles ne sont pas liées à des sols hydromorphes.

D'autre part, pour les espèces des zones humides méditerranéennes (absentes de Suisse), les valeurs indicatrices de **JULVE (2012)** ont été utilisées. Toutefois, ces dernières étaient basées sur une échelle de 1 à 12 (contre une échelle de 1 à 5 mais avec des demi-niveaux pour **LANDOLT et al., 2010**). Il a donc fallu harmoniser les deux systèmes sur une échelle commune de 1 à 10. La comparaison des valeurs indicatrices des espèces en commun entre les deux systèmes a montré la meilleure cohérence globale (malgré des divergences assez nombreuses mais de faible ampleur) avec les équivalences suivantes du tableau 1 :

Référentiel flore et valeurs indicatrices de références

Référentiel Landolt	Référentiel Julve	Référentiel commun RhoMéo
1	1	1
1.5	2	2
2	3	3
2.5	4	4
3	5	5
3.5	6	6
4	7	7
4.5	8	8
5	9	9
5u	10	10
5v	11	10
-	12	10

Bibliographie

CHYTRY M. & OPTYKOVA Z., 2003. Plot sizes used for phytosociological sampling of European vegetation. *Journal of Vegetation Science* 14 : 563-570.

EWALD J., 2003. The sensivity of Ellenberg indicator values tp the completness of vegetation relevés. *Basic and Applied Ecology* 4 : 507-513.

JULVE Ph. 2012. CATMINAT. Document téléchargeable à l'adresse suivante : <http://philippe.julve.pagesperso-orange.fr/catminat.htm>

LANDOLT E. et al., 2010. *Flora indicativa*. CJB Genève, Haupt, Berne, 376 p.

# INDICE FLORISTIQUE DE FERTILITÉ DU SOL

## Description et principes

L'indice de fertilité du site est traduit par plusieurs valeurs et graphiques complémentaires permettant de résumer l'information et de conserver l'expression de la variabilité du site :

- les valeurs des indices par placettes, à partir

desquelles on établit la valeur médiane des placettes du site et l'histogramme des valeurs des placettes ;

- l'histogramme des occurrences d'espèces par valeurs indicatrices.

## Méthode de calcul

Pour le suivi d'un site dans le temps, il faut au préalable s'assurer que les calculs sont effectués sur les mêmes couples de placettes.

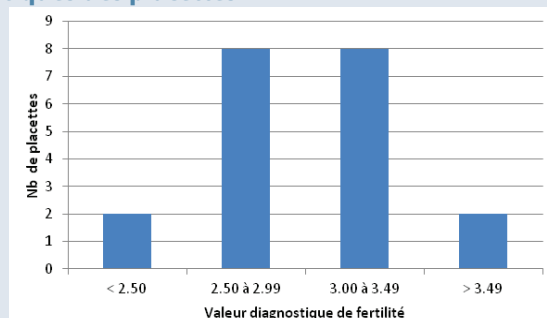
Pour les sites présentant des compartiments aquatiques, il est préconisé d'évaluer séparément ceux-ci des compartiments terrestres ou amphibies.

A l'échelle de la placette, la valeur diagnostique est calculée selon la procédure expliquée dans la fiche "indicateur" I06.

A l'échelle du site, deux paramètres sont évalués :

- la tendance globale calculée par la médiane des valeurs diagnostiques des placettes ;
- la variabilité, sous la forme d'un histogramme des valeurs diagnostiques des placettes (figure 1).

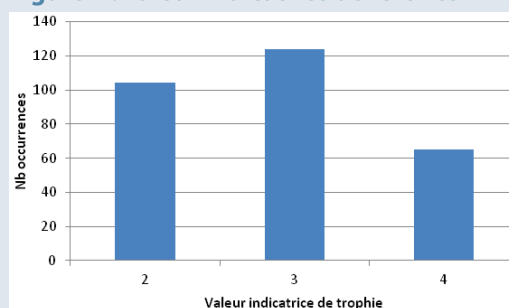
**Figure 1 : histogramme des valeurs diagnostiques des placettes**



On compte le nombre de placettes ayant une valeur diagnostique comprise entre la borne inférieure et supérieure d'une classe (par exemple, 8 placettes ont une valeur de fertilité comprise entre 2,50 et 2,99) ; l'autre mode de description de cette variabilité est

un histogramme des occurrences d'espèces ayant une valeur indicatrice de fertilité donnée (figure 2).

**Figure 2 : valeur indicatrice de fertilité**



Il s'agit simplement de compter, à l'échelle du site, le nombre de fois où des espèces (quelque soit l'identité taxonomique) ayant une valeur indicatrice de fertilité particulière ont été contactées.

Si la distribution des valeurs diagnostiques des placettes est symétrique ou au moins unimodale **aux deux dates à comparer**, un test d'évolution de position (médiane) peut être mis en oeuvre. Dans le cas contraire (notamment répartition bimodale à une des deux dates), une évaluation basée sur l'inspection des histogrammes et le calcul d'un indice d'évolution est préférable.

**Clés d'interprétation de la note indicatrice**

La valeur diagnostique de fertilité est corrélée positivement avec la disponibilité en nutriments (azote et phosphore). La gamme de variation va de 1 (sites très pauvres en nutriments) à 5 (sites très riches). Les valeurs minimales, médianes et maximales observées par type de zones humides sont données sur l'exemple d'amplitude de valeurs observées (ci-dessous). En pratique, les valeurs sont échelonnées dans une gamme allant de 1,4 (tourbières à sphaignes - type 7,2) à 4,0 (marais et lagunes côtiers - type 3) en présence/absence et entre 1,7 et 4,0 avec prise en compte du recouvrement (pour les mêmes types respectivement).

La significativité de l'écart observé entre deux dates peut être analysée de trois manières (voir exemple) :

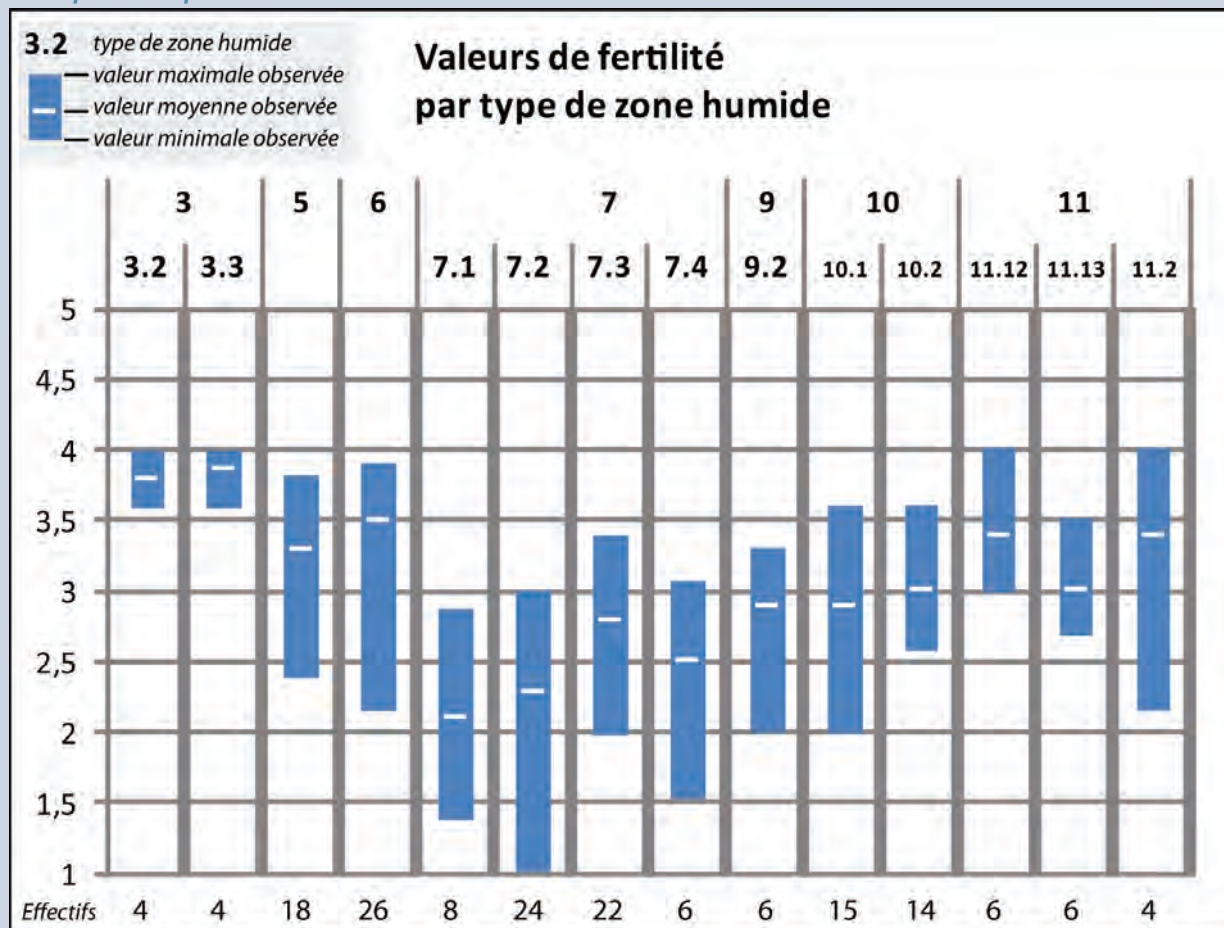
- En comparant l'écart observé avec l'erreur moyenne à l'échelle d'un site (due à de mauvaises re-localisations des placettes, des décalage phénologiques, des erreurs de déterminations...) **que l'on a estimée approximativement pour la fertilité à 0,2** (chiffre applicable pour tous les types de zones humides, que l'on calcule la valeur en présence/absence ou en prenant en compte le recouvrement des espèces) ; pour être significatif, l'écart observé doit être supérieur à l'erreur moyenne, donc supérieur à 0,2 ;

- En calculant l'écart global entre les occurrences observées et attendues comme si ces occurrences étaient indépendantes des années. Il s'agit d'une mesure semi-statistique, **le coefficient V de Cramer** (Annexe 2 pour un exemple détaillé des calculs) ; pour être significatif, ce coefficient (qui varie de 0 à 1) doit être au moins supérieur à 0,1 ;
- En comparant statistiquement les valeurs des placettes avec **le test non paramétrique des rangs signés de Wilcoxon** ; pour être significatif, la statistique du test doit être inférieure à des valeurs seuils données dans des tables spéciales mais facilement disponibles (Annexe 2 pour le détail des calculs et l'obtention des tables).

La mécanique des calculs est expliquée dans des manuels statistiques comme *DAGNELIE (2011), SOKAL & ROHLF (2012), SPRENT (1993) ou TOMASSONE et al. (1993)*, ou enfin dans les cours de statistiques de l'Université de Lyon de *RAKOTOMALALA (2008, 2011)*.

Pour chaque site, l'évolution à deux dates peut donc être évaluée de trois manières. **L'évolution d'un site est considérée significative si au moins deux de ces trois méthodes répondent positivement (ou négativement).**

*Exemples d'amplitude des valeurs observées*





**Exemple d'application**

Sur le site des Mièges (Haute-Savoie), appartenant au type SDAGE 7, 20 placettes ont été échantillonnées en 2010, pour un total de 293 observations. La valeur de l'indice floristique de fertilité de ce site est de 2,96, soit une valeur usuelle pour ce type de zones humides. Les histogrammes des valeurs par placettes et des occurrences d'espèces par valeurs indicatrices sont ceux des figures 1 et 2.

Nous avons simulé des données pour l'année 2015 (annexe 2), en basant cette simulation sur une augmentation des valeurs indicatrices de l'ordre de 2%.

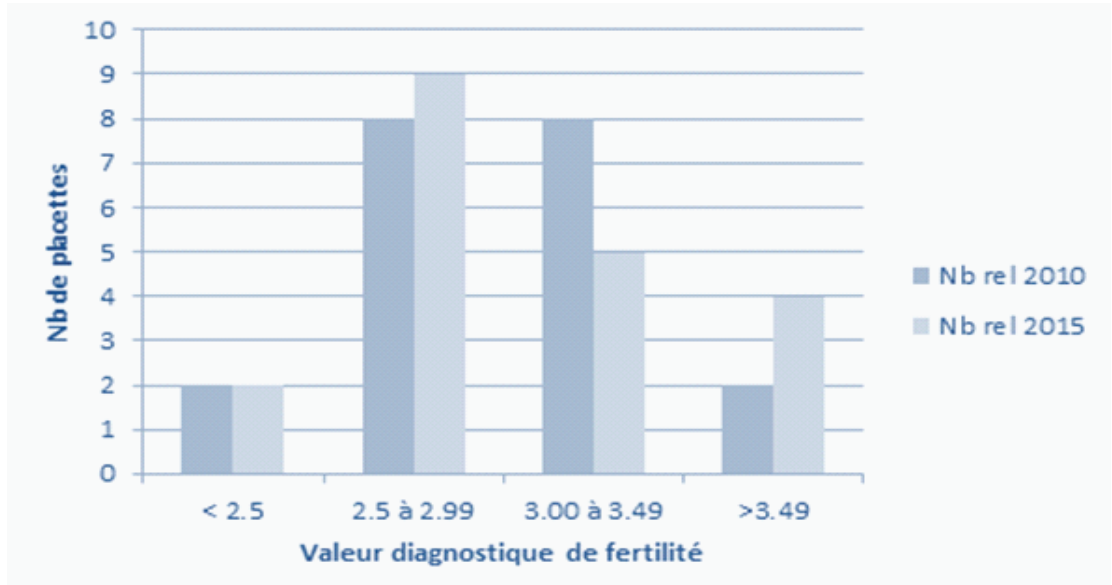
La médiane des valeurs des placettes vaut 2,98 en 2015, soit un écart de 0,02 entre les deux dates.

L'écart observé est bien inférieur à l'erreur estimée pour ce type de zone humide (0,2) et n'est donc pas significatif.

Le coefficient de Cramer vaut 0,006 (annexe 2) et n'est donc pas significatif (car  $<< 0,1$ ).

L'histogramme des valeurs par placettes pour les deux années est donné figure 3. On constate que la distribution est unimodale aux deux dates : on peut donc appliquer le test statistique de Wilcoxon. Le test conclut à l'absence de différence de distribution des valeurs de fertilité entre les deux années (voir le détail des calculs annexe 2).

**Figure 3 : histogramme des valeurs par placettes**



Les trois méthodes d'évaluation indiquent que les différences observées entre 2010 et 2015 ne sont pas significatives : on peut conclure qu'il

n'y a pas d'évolution du niveau de fertilité pour ce site entre les deux dates.

**Bibliographie**

DAGNELIE P., 2011. *Statistique théorique et appliquée. Tome 2. Inférence statistique à une et à deux dimensions.* De Boeck (ed.), Bruxelles, 736 p.

RAKOTOMALALA R., 2008. *Comparaisons de populations. test non paramétriques. Version 1, téléchargeable à l'adresse suivante : [http://eric.univ-lyon2.fr/~ricco/cours/cours/Comp\\_Pop\\_Tests\\_Nonparametriques.pdf](http://eric.univ-lyon2.fr/~ricco/cours/cours/Comp_Pop_Tests_Nonparametriques.pdf)*

RAKOTOMALALA R., 2011. *Etude des dépendances - Variables qualitatives. Tableau de contingence et mesures d'association. Version 2, téléchargeable à l'adresse suivante : [http://eric.univ-lyon2.fr/~ricco/cours/cours/Dependance\\_Variables\\_Qualitatives.pdf](http://eric.univ-lyon2.fr/~ricco/cours/cours/Dependance_Variables_Qualitatives.pdf)*

SOKALI, R.R. & ROHLF F.J., 2012. *Biometry : the principles and practice of statistics in biological research. 4th edition, W. H. Freeman and Co. (eds.), New York. 937 p.*

SPRENT P., 1993. *Statistiques non paramétriques.* INRA (ed.), Paris, 294 p.

TOMASSONE R., DERVIN C, MASSON J P.1993. *Biométrie. Modélisation de phénomènes biologiques.* Masson (ed.), Paris, 553 p.



## SITE

Id. \_\_\_\_\_ Nom \_\_\_\_\_

Date \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_ Observateur \_\_\_\_\_

## POINT D'OBSERVATION

Altitude ----- m  
 Coordonnées X = -----  
 Y = -----

## RELEVÉ FLORISTIQUE

N° de relevé \_\_\_\_\_  
 Surface du relevé (m<sup>2</sup>) \_\_\_\_\_  
 Relevé emboîté  
 N° du relevé de taille supérieure \_\_\_\_\_  
 Durée d'observation \_\_\_\_\_

Remarques diverses

1 - Situation  terrain plat  en pente  forte

2 - Exposition  N  NW  W  SW  S  SE  NE  E

Espèce et sous-espèce	Situation		Espèce et sous-espèce	Situation	
	Cocher si récolte (A, a, sa) (de + à 5)	Abond. (de + à 5)		Cocher si récolte (A, a, sa) (de + à 5)	Abond. (de + à 5)
01	<input type="checkbox"/>		26	<input type="checkbox"/>	
02	<input type="checkbox"/>		27	<input type="checkbox"/>	
03	<input type="checkbox"/>		28	<input type="checkbox"/>	
04	<input type="checkbox"/>		29	<input type="checkbox"/>	
05	<input type="checkbox"/>		30	<input type="checkbox"/>	
06	<input type="checkbox"/>		31	<input type="checkbox"/>	
07	<input type="checkbox"/>		32	<input type="checkbox"/>	
08	<input type="checkbox"/>		33	<input type="checkbox"/>	
09	<input type="checkbox"/>		34	<input type="checkbox"/>	
10	<input type="checkbox"/>		35	<input type="checkbox"/>	
11	<input type="checkbox"/>		36	<input type="checkbox"/>	
12	<input type="checkbox"/>		37	<input type="checkbox"/>	
13	<input type="checkbox"/>		38	<input type="checkbox"/>	
14	<input type="checkbox"/>		39	<input type="checkbox"/>	
15	<input type="checkbox"/>		40	<input type="checkbox"/>	
16	<input type="checkbox"/>		41	<input type="checkbox"/>	
17	<input type="checkbox"/>		42	<input type="checkbox"/>	
18	<input type="checkbox"/>		43	<input type="checkbox"/>	
19	<input type="checkbox"/>		44	<input type="checkbox"/>	
20	<input type="checkbox"/>		45	<input type="checkbox"/>	
21	<input type="checkbox"/>		46	<input type="checkbox"/>	
22	<input type="checkbox"/>		47	<input type="checkbox"/>	
23	<input type="checkbox"/>		48	<input type="checkbox"/>	
24	<input type="checkbox"/>		49	<input type="checkbox"/>	
25	<input type="checkbox"/>		50	<input type="checkbox"/>	

Structure de la végétation	Recouvrement (%)		Hauteur (m)
Strate arborée (A)			
arborescente (a)			
sous-arborescente (sa)			
herbacée (h)			
muscinale (m)			

Physionomie (cocher)	Recouvrement (%)		Hauteur (m)
<input type="checkbox"/> AL	<input type="checkbox"/> BM	<input type="checkbox"/> LA	<input type="checkbox"/> BFH
<input type="checkbox"/> AQ	<input type="checkbox"/> HM	<input type="checkbox"/> FU	<input type="checkbox"/> BCH
<input type="checkbox"/> EC	<input type="checkbox"/> GH		
<input type="checkbox"/> EX	<input type="checkbox"/> MC		
<input type="checkbox"/> FO	<input type="checkbox"/> PH		
<input type="checkbox"/> RB	<input type="checkbox"/> MG		
	<input type="checkbox"/> CN		
placette (2 x 2)	(4 x 4)	(7 x 7)	(15 x 15)
surface 4	16	49	225

Description du milieu (en français)

## N° de transect :

localiser les relevés et sondages pédologiques  
 noter la distance entre les  
 différents habitats et les codes CB

Début X = \_\_\_\_\_  
 Y = \_\_\_\_\_



Fin X = \_\_\_\_\_  
 Y = \_\_\_\_\_

échelle : \_\_\_\_\_



Flore

Rhôméo

## Physionomie des formations végétales

Quatre types de physionomie dite simplifiée (ou formation végétale = physionomie au sens strict) sont définies comme étant, chacune, une formation végétale dominée par une seule strate de végétation. Nous avons retenu ici les quatre strates de végétation d'usage courant dans les travaux phytosociologiques : herbacée, sous-arbustive, arbustive et arborescente, sans pour autant avoir rassemblé des éléments de définition clairs. A défaut de documentation sur les critères utilisés, on peut considérer que chaque strate correspond à un ou plusieurs types biologiques dominants :

- Herbacée : thérophytes, geophytes, hémicryptophytes, nano-chaméphytes
- Sous-arbustive : autres chaméphytes, nano-phanérophytes
- Arbustive : mésophanérophytes
- arborescente : méga-phanérophytes

Ces physionomies simplifiées sont déclinées en physionomies détaillées dans les tableaux ci-dessous.

Dans les tableaux principaux, nous avons surligné en couleur claire les formations typiques des zones humides et en couleur foncée celles pour lesquelles une partie des habitats concernés se rencontre en zone humide.

### Caractérisation des physionomies détaillées

<i>Physionomie simplifiée ARBUSTIVE (FA)</i>		
FS	<b>Fourré sempervirent</b>	Formation dominée par des espèces à feuillage persistant, épineuses ou non (Buxaie, Juniperaie, ...)
FM	<b>Fourré mésophile à sec</b>	Formation dominée des espèces caducifoliées des autres situations (Coryllaie, coudraie, accru à ..., fourré à Amelanchier, ...).
FU	<b>Fourré humide</b>	Formation dominée des espèces caducifoliées des sols engorgés, des bordures d'eaux calmes et courantes (saulaie arbustive, fourré à bourdaine, ...). Les aulnaies vertes sont traitées sous FM
FR	<b>Fourré artificiel</b>	ex : haie bocagère
<i>Physionomie simplifiée ARBORESCENTE (FT)</i>		
BFM	<b>Boisement feuillu (mésophile à sec)</b>	Formation dominée par des espèces feuillues (> 75 % de recouvrement) caducifoliées des autres situations, sèches ou mésophiles
BFH	<b>Boisement feuillu humide</b>	Formation dominée par des espèces feuillues (> 75 % de recouvrement) caducifoliées des sols engorgés (nappe affleurante ou peu profonde) et des situations alluviales et riveraines (nappe circulante à niveau variable et crues). Les boisements à sous bois de mégaphorbiaie non riverain ou alluviaux sont traités sous BFM.
BCM	<b>Boisement de conifère (mésophile à sec)</b>	Formation dominée par les conifères (> 75 % recouvrement) des situations sèches ou mésophiles. Les pré-bois de Mélèze, Arolle, Pin à crochet et de Thurifère sont considérés comme des formations arborescentes dès 15 % de recouvrement (au lieu de 30 % pour les autres essences).
BCH	<b>Boisement de conifères humide</b>	Formation dominée par les conifères (> 75 % recouvrement) des sols humides ou engorgés. Les pré-bois de Pin à crochet sur tourbe sont considérés comme des formations arborescentes dès 15 % de recouvrement (au lieu de 30 % pour les autres essences).
BMI	<b>Boisement mixte</b>	Formation mixte conifères/feuillus ou feuillus sempervirents/feuillus caducifolié dans laquelle aucune des essences atteint individuellement 75 % de la surface. Les combinaisons mixtes d'essences sont retenues dans la liste de peuplements.
BFS	<b>Boisement feuillu sempervirent</b>	Formation dominée par des espèces feuillues (> 75 % de recouvrement) sempervirentes
BA	<b>Boisement artificiel</b>	

## Physionomie des formations végétales (Suite)

Physionomie simplifiée HERBACEE (FH)		
AL	<b>Alluvions</b> (Végétation herbacée pionnière des)	Formation très ouverte pionnière des alluvions actifs, régulièrement perturbés et alimentés, des torrents, des rivières et des fleuves à régime nival (bilan hydrique largement déficient sur un substrat très drainant), riches en galets mêlés ou non de terre fine.
CN	<b>Combe à neige</b> (Végétation des)	Formation à degré d'ouverture variable des zones longuement enneigées de l'étage alpin (rare au subalpin) souvent dominée par des nanophanérophyles du genre Salix. Substrat variable, formes minérales caractérisées le tassement des éléments du substrat (fins à moyens)
DA	<b>Dalles rocheuses</b> (Végétation pionnière des)	Formation herbacée ouverte pionnière des affleurements rocheux (souvent tabulaires avec pente peu marqué), riche en plantes grasses et à composition mixte vivaces et annuelles. Elle comprend la végétation pionnière des lapiaz vifs
RO	<b>Parois et façades rocheuses</b> (Végétation des)	Formation clairsemée des anfractuosités rocheuses, végétation saxicole au sens strict, incluant la végétation des rochers frais méridionaux mais pas les suintements quasi permanents
EB	<b>Éboulis</b> (Végétation des)	Formation très ouverte pionnière des éboulis et chaos rocheux, actifs ou stabilisés, comprenant la végétation colonisant les moraines. Formation caractérisée par la (quasi) absence de sol. Ne comprend pas les formations pionnières à saules nains des chaos rocheux longuement enneigés qui sont à coder sous CN (combes à neige)
GH	<b>Grands héliophytes</b> (Communauté de)	Formation souvent dense de grands héliophytes graminéoïdes (roselières au sens large à Phragmites, Phalaris, Typha, Schoenoplectus, Cladium...) comprenant à la fois les communautés franchement aquatique et les communautés terrestres (atterries).
RB	<b>Petits héliophytes</b> (Communauté de)	Formation souvent clairsemée de petits héliophytes non graminéoïdes des eaux stagnantes peu profondes à niveau variable (Sparganium spp., Alisma spp., Equisetum fluviatile, Oenanthe aquatica, Rorippa amphibia, Butomus umbellatus, Sagitaria sagitifolia), également appelé roselière basse.
MC	<b>Magnocariçaie</b>	Formation haute dominée par des héliophytes de la famille des cypéracées comprenant à la fois les communautés franchement aquatiques et des communautés terrestres à sol mouillé une partie de l'année.
HM	<b>Haut-marais</b>	Formation mixte bryophytique (sphaignes), herbacée (cypéracée) et sous-arbustive (éricacées) formant un paysage lâchement moutonné de buttes de sphaignes et de creux plus ou moins inondés
BM	<b>Bas-marais et marais de transition</b>	Formation basse dominée par des cypéracées de petites et moyennes taille à nappe d'eau proche ou juste au dessus de la surface. Comprend aussi les formations amphibies franchement aquatiques (ceinture à Eriophorum scheuchzeri) des étages subalpin et alpin.
MG	<b>Mégaphorbiaie</b>	Formation dense et haute dominée par des dicotylédones à feuillage très recouvrant des milieux frais à humides, riches en éléments minéraux. Comprend aussi les formations montagnardes à subalpines mésophiles composition mixte entre graminées et dicotylédones (Calamagrostis sp. souvent), d'origine naturelle (prairies de couloirs d'avalanche). Plaine, montagnard et subalpin. Urtica, Anthriscus, Convolvulus, lisière nitrophiles ?
AQ	<b>Végétation aquatique</b>	Ensemble vaste de formations végétales strictement aquatiques (non héliophytiques), des eaux stagnantes et courantes, enracinées ou libres, immergées ou submergées. Comprend les herbiers à Sparganium angustifolium des étages subalpin et alpin.
FO	<b>Végétation fontinale</b>	Formation en majorité dominée par les bryophytes, avec végétation vasculaire peu diversifiée mais parfois assez recouvrante (Epilobium alsinifolium, Saxifraga aizoides, Carex frigida), colonisant les sources, les bords de ruisselets et les rochers suintants, milieux imbibé en permanence
EC	<b>Bordure d'eaux courantes</b> (Végétation amphibie des)	Formation amphibie vivace dense (petits héliophytes souvent) et entremêlée occupant les petits cours d'eau et leurs berges ainsi que les lones et bras-mort à courant faible (comprend les herbiers à Glyceria, Berula, Apium, Nasturtium et Leersia).
EX	<b>Grèves exondées</b> (Végétation pionnière des)	Formation pionnière annuelle et vivace de petite taille (Eleocharis acicularis, Littorella uniflora, Ludwigia palustris, Juncus bulbosus...) ou plus haute (Polygonum lapathifolium, Bidens pl.sp. etc.). des zones périodiquement exondées des eaux stagnantes et courantes, végétation à caractère amphibie souvent marqué.
PS	<b>Pelouse</b> (de basse et moyenne altitude)	Formation basse diversifiée, de hauteur moyenne inférieure à 50 cm à dominante graminéenne, des sols maigres des étages planitiaire, collinéen et montagnard. Recouvrement minéral variable, comprend aussi les pelouses rocailleuses de colonisation d'éboulis et des roches altérées. La hauteur de certaines formations (ex. formation dense à Brome érigé) doit être examinées attentivement pour distinguer la pelouse de la prairie.

## Physionomie des formations végétales (Suite)

Physionomie simplifiée HERBACEE (FH)		
PA	<b>Pelouse alpine et pâturage d'altitude</b>	étages supérieurs (subalpin et alpin). Recouvrement minéral souvent important, comprend aussi les pelouses rocailleuses de colonisation d'éboulis et des roches altérées. L'altitude est le critère déterminant.
TH	<b>Pelouse pionnière annuelle</b>	Formation très ouverte primaire dominée par espèces annuelles de petite taille à cycle court, fréquemment sur substrats fins et mobiles
PH	<b>Prairie humide (et pelouse humide)</b>	Formation herbacée d'origine anthropique diversifiée, dense et haute à dominante graminéenne, fauchée et/ou pâturée, humide à mouillée (nappe affleurante) une partie de l'année, périodiquement inondée. Les prairies alluviales à <i>Arrhenatherum elatius</i> à tendance mésohygrophile des niveaux topo supérieurs sont traitées sous PM. Les formations basses méditerranéennes à <i>Deschampsia media</i> sont comprises dans PH.
PM	<b>Prairie (mésophile et méso-xérophile)</b>	Formation diversifiée d'origine anthropique, dense et haute à dominante graminéenne de hauteur supérieure à 50 cm, fauchée et/ou pâturée, temporairement humide, exceptionnellement inondée et mouillée. Les formations semi hautes pâturées d'altitude ne sont pas comprises. La hauteur de certaines formations (ex. formation dense à Brome érigé) doit être examinée attentivement pour distinguer la pelouse de la prairie. Les formations naturelles montagnardes à hautes herbes mixtes (graminées et dicotylédones) sont à coder sous MG Mégaphorbiaie.
OU	<b>Ourllet herbacé maigre</b>	Formation mésophile à méso-xérophile, peu élevée, développées sur des terrains maigres en bordure externe de végétations arbustives et forestières (conditions héliophiles à héliophiliques) ou colonisant d'anciens espaces agro-pastoraux, dominée par des espèces à développement tardif, parmi lesquels les graminées sont (co-)dominantes. Les formations à Rubus sont codées OU ou OF en fonction de leur situation. Les manteaux arbustifs sont traités dans les fourrés quand le recouvrement arbustif > 25 %, < 25 %, ils sont traités ici
OF	<b>Coupes et ourlets forestiers</b>	Formation intraforestière, constituée de grandes dicotylédones vivaces colonisant les coupes forestières récentes et les clairières à sol riches, ou de dicotylédones moins grande en situation de lisière et de clairière ( <i>Aegopodium</i> , ...). Comprend également les formations de lisière intraforestières dominées par des graminées ( <i>Festuca gigantea</i> , <i>Bromus ramosus</i> / <i>benekenii</i> , <i>Calamagrostis varia</i> , <i>Elytrigia</i> / <i>Roegneria</i> ou encore à <i>Hordelymus europaeus</i> ). A préciser JCV. Comprend les ronciers forestiers. Les formations riveraines à <i>Petasites albus</i> (souvent intraforestières) sont codées sous MG – Mégaphorbiaie. Les formations de lisière humides à <i>Petasites albus</i> sont quant à elles traitées ici.
RU	<b>Friche herbacée et végétation rudérale</b>	Formation dominée par des espèces annuelles et/ou bisannuelles des terrains agricoles, urbains, industriels irrégulièrement perturbé, souvent nitrophile. Comprend aussi la végétation rudérale vivace des reposoirs à bestiaux et des friches à graminées (chiendent) sur anciens terrains agricoles. Comprend également les formations vivaces de substitution de xénopytes ( <i>Reynoutria japonica/bohemica</i> ou <i>Impatiens glandulifera</i> ).
CU	<b>Cultures (Végétation des)</b>	Formation basse et très ouverte dominée par des plantes annuelles (à bisannuelles) des terrains agricoles exploités et les cultures arboricoles à terre retournée.
HY	<b>Végétation rase hyperpiétinée</b>	Formation dominée par des plantes annuelles prostrées supportant le piétinement régulier de toute nature
MU	<b>Murs (Végétation anthropique des)</b>	Formation colonisant les murs
AR	<b>Autre formation herbacée artificielle</b>	
Physionomie simplifiée SOUS-ARBUSTIVE (FSA)		
LA	<b>Lande et landine</b>	Formation végétale dominée par des petits chaméphytes (landines) ou des grands chaméphytes (landes). Les seuils de recouvrement de la strate sous-arbustive sont donnés dans « Physionomies complexes ».
GA	<b>Garrigue (incluant les et ourlets herbacés méditerranéens)</b>	Formation végétale dominée par des chaméphytes des secteurs supra- et oroméditerranéens

## Physionomie des formations végétales (Suite)



Une mise en correspondance entre cette typologie et d'autres largement utilisées a été faite. En ce qui concerne la phytosociologie au niveau de l'alliance, chaque unité de la typologie physionomique correspond à plusieurs alliances. Ceci n'a rien d'étonnant. Dans l'autre sens, c'est l'inverse qui est la règle, c'est-à-dire qu'une alliance n'est comprise que dans une seule unité physionomique. Il existe quelques exceptions cependant où une alliance peut être traitées suivant les cas dans deux physionomies distinctes. Ces alliances « problématiques » sont listées dans le tableau suivant

### Liste des alliances rattachables à deux physionomies

Alliance	CodeProdrome	PhysioDet1	PhysioDet2
Convolvulion sepium	28.0.1.0.1	MG - Mégaphorbiaie	RU - Friche herbacée et végétation rudérale
Aegopodion podagrariae	29.0.1.0.1	OF - Coupes et ourlets forestiers	RU - Friche herbacée et végétation rudérale
Corynephorion canescentis	36.0.1.0.1	PS - Pelouse	TH - Pelouse pionnière annuelle
Littorellion uniflorae	38.0.1.0.1	EX - Grèves exondées	AQ - Végétation aquatique
Molinio caeruleae-Quercion roboris	57.0.2.0.3	BFM - Boisement feuillu	BFH - Boisement feuillu humide
Fraxino excelsioris-Quercion roboris	57.0.3.1.1	BFM - Boisement feuillu	BFH - Boisement feuillu humide
Salicion helveticae	10.0.1.0.2	FM – Fourré mésophile	FU - Fourré humide
Salicion lapponi-glaucosericeae	10.0.1.0.3	FM – Fourré mésophile	FU - Fourré humide
Berberidion vulgaris	20.0.2.0.7	FM – Fourré mésophile	FS - Fourré sempervirent
Salici cinereae-Rhamnion catharticae	20.0.2.0.10	FM – Fourré mésophile	FU - Fourré humide
Cephalanthero rubrae-Pinion sylvestris	24.0.2.0.1	BCM - Boisement de conifère	BMI - Boisement mixte
Piceion excelsae	74.0.3.0.1	BCM - Boisement de conifère	BCH - Boisement de conifères humide
Cephalanthero rubrae-Fagion sylvaticae	57.0.3.2.1	BFM - Boisement feuillu	BMI - Boisement mixte
Fagion sylvaticae	57.0.3.3.1	BFM - Boisement feuillu	BMI - Boisement mixte
Luzulo luzuloidis-Fagion sylvaticae	57.0.3.3.3	BFM - Boisement feuillu	BMI - Boisement mixte
Salicion triandrae	62.0.1.0.1	FU – Fourré humide	FM - Fourré mésophile
Salicion incanae	62.0.1.0.2	FM – Fourré mésophile	FU - Fourré humide
Alysso alyssoidis-Sedion albi	65.0.2.0.1	DA – Dalles rocheuses	TH - Pelouse pionnière annuelle
Sedo albi-Veronicion dillenii	65.0.2.0.2	DA – Dalles rocheuses	TH - Pelouse pionnière annuelle
Sedion micrantho-sediformis	65.0.2.0.3	DA – Dalles rocheuses	TH - Pelouse pionnière annuelle
Knaution gracilis	72.0.1.0.3	OU – Ourlet maigre	OF - Coupes et ourlets forestiers
Betulion pubescentis	74.0.2.0.1	BFH - Boisement feuillu humide	BCM - Boisement de conifère

Pages suivantes

**Correspondances entre physionomies et alliances phytosociologiques (la nomenclature est celle du Prodrome des végétations de France)**

## Physionomie des formations végétales (Suite)



Code	Libellé	Alliance (en italique les alliances problématiques)
AL	Alluvions	Epilobion fleischeri
		Glaucion flavi
AQ	Végétation aquatique	Batrachion fluitantis
		Hydrocharition morsus-ranae
		Lemnion minoris
		Lemnion trisulcae
		<i>Littorellion uniflorae</i>
		Nymphaeion albae
		Potamion pectinati
		Potamion polygonifolii
		Ranunculion aquatilis
		Scorpidio scorpidioidis-Utricularion minoris
Sphagno cuspidati-Utricularion minoris		
BCH	Bois. conifères humide	<i>Piceion excelsae</i>
BCM	Boisement de conifère	<i>Betulion pubescentis</i>
		<i>Cephalanthero rubrae-Pinion sylvestris</i>
		Deschampsio flexuosae-Pinion sylvestris
		Erico carneae-Pinion sylvestris
		Juniperion thuriferae
		Ononido rotundifolii-Pinion sylvestris
		<i>Piceion excelsae</i>
BFH	Boisement feuillu humide	Alnion glutinosae
		Alnion incanae
		<i>Betulion pubescentis</i>
		<i>Fraxino excelsioris-Quercion roboris</i>
		<i>Molinio caeruleae-Quercion roboris</i>
		Osmundo regalis-Alnion glutinosae
		Populion albae
		Salicion albae
Sphagno-Alnion glutinosae		
BFM	Boisement feuillu	Acerion pseudoplatani
		Carpinion betuli
		<i>Cephalanthero rubrae-Fagion sylvaticae</i>
		<i>Fagion sylvaticae</i>
		<i>Fraxino excelsioris-Quercion roboris</i>
		<i>Luzulo luzuloidis-Fagion sylvaticae</i>
		<i>Molinio caeruleae-Quercion roboris</i>
		Polysticho setiferi-Fraxinion excelsioris
		Quercion pubescenti-sessiliflorae

Code	Libellé	Alliance (en italique les alliances problématiques)
BFM	Boisement feuillu	Quercion roboris
		Rubo caesii-Populion nigrae
		Tilio platyphylli-Acerion pseudoplatani
		Tilion platyphylli
BFS	Bois. feuillu sempervirent	Quercion ilicis
BM	Bas-marais et marais de transition	Caricion davallianae
		Caricion fuscae
		Caricion incurvae
		Caricion lasiocarpae
		Rhynchosporion albae
BMI	Boisement mixte	<i>Cephalanthero rubrae-Fagion sylvaticae</i>
		<i>Cephalanthero rubrae-Pinion sylvestris</i>
		<i>Fagion sylvaticae</i>
		<i>Luzulo luzuloidis-Fagion sylvaticae</i>
CN	Combe à neige	Arabidion caeruleae
		Salicion herbaceae
CU	Cultures	Caucalidion lappulae
		Diploaxion erucoidis
		Panico crus-galli-Setarion viridis
		Roemerion hybridae
		Scleranthion annui
		Veronico agrestis-Euphorbion peplus
DA	Dalles rocheuses	<i>Alysso alyssoidis-Sedion albi</i>
		<i>Sedion micrantho-sediformis</i>
		Sedo albi-Scleranthion biennis
EB	Éboulis	Alloso crisperi-Athyrium alpestris
		Androsacion alpinae
		Arabidion alpinae
		Drabion hoppeanae
		Dryopteridion abbreviatae
		Dryopteridion submontanae
		Galeopsion segetum
		Petasition paradoxii
		Scrophularion juratensis
		Senecionion leucophylli
Stipion calamagrostis		
Thlaspion rotundifolii		

## Physionomie des formations végétales (Suite)



Code	Libellé	Alliance (en italique les alliances problématiques)
EC	Bordure d'eaux courantes	Apion nodiflori Glycerio fluitantis-Sparganion neglecti
EX	Grèves exondées	Bidention tripartitae Chenopodion rubri Cicendion filiformis Elatino triandrae-Eleocharition ovatae Eleocharition acicularis Elodo palustris-Sparganion Helochloion schoenoidis <i>Littorellion uniflorae</i> Nanocyperion flavescens Radiolion linoidis
FM	Fourré mésophile	Alnion viridis <i>Berberidion vulgaris</i> Carpino betuli-Prunion spinosae Corylo avellanae-Populion tremulae Cytision oromediterraneo-scoparii Lonicerion periclymeni Pruno spinosae-Rubion radulae Pruno spinosae-Rubion ulmifolii <i>Salici cinereae-Rhamnion catharticae</i> <i>Salicion helveticae</i> <i>Salicion incanae</i>
FO	Végétation fontinale	Cardamino amarae-Montion fontanae Caricion remotae Cratoneurion commutati Dermatocarpion rivulorum Epilobio nutantis-Montion fontanae Pellion endiviifoliae Riccardio pinguis-Eucladion verticillati
FS	Fourré sempervirent	<i>Berberidion vulgaris</i>
FU	Fourré humide	<i>Salici cinereae-Rhamnion catharticae</i> <i>Salicion cinereae</i> <i>Salicion helveticae</i> <i>Salicion incanae</i> <i>Salicion lapponi-glaucosericeae</i> <i>Salicion triandrae</i>
GA	Garrigue	Brachypodion phoenicoidis Dactylo hispanici-Helichryson staechadis

Code	Libellé	Alliance (en italique les alliances problématiques)
GA	Garrigue	Helianthemum italicum-Aphyllanthion monspeliensis Lavandulo angustifoliae-Genestion cinerea Phlomidio lychnitidis-Brachypodion retusi Rosmarinon officinalis
GH	Grands héliophytes	Phalaridion arundinaceae Phragmition communis
HM	Haut-marais	Sphagnion medii
HY	Végétation rase hyperpiétinée	Lolio perennis-Plantaginon majoris Poion supinae Polygono arenastri-Coronopodion squamati Saginion procumbentis
LA	Lande	Arctostaphylo-Cetrarion nivalis Calluno vulgaris-Arctostaphyloion uvae-ursi Ericion carnea Genestion tinctorio-germanicae Genisto pilosae-Vaccinon uliginosi Juniperion nanae Loiseleurion procumbentis-Vaccinon microphylli Rhododendro ferruginei-Vaccinon myrtilli
MC	Magnocariçaie	Carici pseudocyperi-Rumicion hydrolapathi Caricion gracilis Magnocaricion elatae
MG	Mégaphorbiaie	Adenostyloion alliariae Arunco dioici-Petasition albi Calamagrostion arundinaceae Calamagrostion villosae <i>Convolvulion sepium</i> Dorycnion recti Filipendulo ulmariae-Petasition Petasition officinalis Thalictro flavi-Filipendulion ulmariae
MU	Murs	Cymbalarion muralis-Asplenion rutae-murariae Parietario judaicae-Galion muralis
OF	Coupes et ourlets forestiers	<i>Aegopodion podagraricae</i> Atropion belladonnae Epilobion angustifolii Geo urbani-Alliarion petiolatae Impatienti noli-tangere-Stachyon sylvatica <i>Knaution gracilis</i>

## Physionomie des formations végétales (Suite)

Code	Libellé	Alliance (en italique les alliances problématiques)
OU	Ourlet maigre	Conopodio majoris-Teucrion scorodoniae
		Geranium sanguinei
		Holco mollis-Pteridion aquilini
		<i>Knaution gracilis</i>
		Melampyron pratensis
		Melampyro sylvatici-Poion chaixii
		Potentillo erectae-Holcion mollis
		Trifolion medii
PA	Pelouse alpine et pâturage d'altitude	Avenion sempervirentis
		Caricion curvulae
		Caricion ferrugineae
		Festucion variae
		Nardion strictae
		Oxytropido-Elynon myosuroidis
		Poion alpinae
PH	Prairie humide	Alopecurion pratensis
		Alopecurion utriculati
		Bromion racemosi
		Deschampsio mediae-Molinion arundinaceae
		Deschampsion mediae
		Juncion acutiflori
		Mentho longifoliae-Juncion inflexi
		Molinion caeruleae
		Oenanthion fistulosae
		Paspalo distichi-Agrostion semiverticillatae
		Potentillion anserinae
PM	Prairie mésophile	Arrhenatherion elatioris
		Brachypodio rupestris-Centaureion nemoralis
		Cynosurion cristati
		Trisetio flavescentis-Polygonion bistortae
PS	Pelouse	Carici arenariae-Festucion filiformis
		<i>Corynephorion canescentis</i>
		Diantho gratianopolitani-Melicion ciliatae
		Galio saxatilis-Festucion filiformis
		Genistion lobelii
		Koelerio macranthae-Phleion phleoidis
		Mesobromion erecti
		Ononidion cenisiae
		Ononidion striatae

Code	Libellé	Alliance (en italique les alliances problématiques)
PS	Pelouse	Ononidion striatae
		Seslerion elegantissimae
		Stipo capillatae-Poion carniolicae
		Violion caninae
		Xerobromion erecti
RB	Petits héliophytes	Oenanthion aquaticae
RO	Parois et façades rocheuses	Adiantion capilli-veneris
		Androsacion vandellii
		Asplenion glandulosi
		Asplenion septentrionalis
		Dianthion gratianopolitani
Phagnalo saxatilis-Cheilanthion maderensis		
RU	Friche herbacée et végétation rudérale	<i>Aegopodium podagrariae</i>
		Arabidopsion thalianae
		Arction lappae
		Artemisio absinthii-Agropyrion intermedii
		Bromo-Oryzopsion miliaceae
		Chenopodion muralis
		<i>Convolvulion sepium</i>
		Convolvulo arvensis-Agropyrion repentis
		Dauco carotae-Melilotion albi
		Drabo muralis-Cardaminion hirsutae
		Falcario vulgaris-Poion angustifoliae
		Geranio pusilli-Anthriscion caucalidis
		Hordeion murini
		Malvion neglectae
		Onopordion acanthii
		Onopordion nervosi
Rumicion pseudalpini		
Silybo mariani-Urticion piluliferae		
Sisymbrium officinalis		
Valantio muralis-Galion muralis		
TH	Pelouse pionnière annuelle	<i>Alysso alyssoidis-Sedion albi</i>
		<i>Corynephorion canescentis</i>
		Helianthemion guttati
		<i>Sedion micrantho-sediformis</i>
		<i>Sedo albi-Veronicion dillenii</i>
		Sileno conicae-Cerastion semidecandri
		Thero-Airion Tüxen
		Trachynion distachyae

## Pression d'échantillonnage

Taille du site en hectare	Nb habitats	Nb minimum de relevés	Densité minimale de relevé à l' hectare
1 ha		3	3
Entre 1 et 10 ha	<5	5	0.5
	>=5	10	1
Entre 10 et 50 ha	<5	10	0.2
	>=5	20	0.4
Entre 50 et 200 ha	<10	20	0.1
	>=10	40	0.2
Plus de 200 ha <sup>1</sup>	<10	50	~ 0.06
	>=10	60	~ 0.07

## Structure de la végétation et taille des placettes

Type de structure	Physionomie détaillée	Placette Taille en m <sup>2</sup> (dimensions) en m	Remarque
Végétation herbacée aquatique et terrestre rase	<b>AL</b> : Végétation herbacée pionnière des alluvions	4 (2 x 2)	Comprend en partie les formes pionnières des bas-marais alpins à <i>Carex bicolor</i> .
	<b>AQ</b> : Végétation aquatique	4 (2 x 2)	Comprend aussi les gouilles à Utriculaires des tourbières des hauts-marais. Observation visuelle et par grappinage
	<b>EC</b> : végétation amphibie de bordure des eaux courantes	4 (2 x 2)	La végétation des bords de torrents ou sources de l'alpin est traitée sous <b>FO</b>
	<b>EX</b> : Végétation pionnière des grèves exondées, à annuelles ou vivaces	4 (2 x 2)	Taille maximale le plus souvent ; des placettes rectangulaires, avec le moins de déclivité possible, sont préférables
	<b>FO</b> : Végétation fontinale	4 (2 x 2)	Sources, suintements, tuffières
	<b>RB</b> : communautés de petits héliophytes non graminoides	4 (2 x 2)	Des placettes rectangulaires, avec le moins de déclivité possible, sont préférables
Végétation herbacée moyenne et haute	<b>BM</b> : bas-marais et marais de transition	16 (4 x 4)	Comprend les bas-marais alcalins, et ceux à tendance acide (à <i>Carex nigra</i> , <i>Eriophorum scheuchzeri</i> ) et ceux de transition ( <i>Carex lasiocarpa</i> , <i>C. limosa</i> )
	<b>HM</b> : formation à Sphaignes et cypéracées de petite taille	16 (4 x 4)	
	<b>GH</b> : communautés des grands Hélophytes ( <i>Phragmites</i> , <i>Phalaris</i> , <i>Typha</i> , ...)	16 (4 x 4)	Comprend les roselières aquatiques ou sèches
Végétation herbacée moyenne et haute	<b>MC</b> : communautés dominées par des Cypéracées de grande taille	16 (4 x 4)	Caricaies à <i>C. acuta</i> , <i>C. riparia</i> , <i>C. acutiformis</i> , <i>C. elata</i> , <i>C. vesicaria</i> , <i>C. pseudocyperus</i> , et Cladiaies
	<b>PH</b> : prairie humide à dominante de graminées	16 (4 x 4)	Moliniaies et prairies inondables des grandes vallées alluviales à <i>Hordeum seccalinum</i> ou <i>Oenanthe fistulosa</i>
	<b>MG</b> : formation denses et hautes dominées par des Dicotylédones à feuilles larges (mégaphorbiaie) ou co-dominée par des graminées	16 (4 x 4)	
	<b>CN</b> : combes à neige de l'étage alpin (rarement plus bas)	16 (4 x 4)	
Végétation de landes ou de fourrés	<b>LA</b> : landes à Ericacées de colonisation des tourbières	49 (7 x 7)	
	<b>FU</b> : formation arbustive des sols engorgés ou de bordure des eaux courantes	49 (7 x 7)	Aulnaies vertes les plus humides, fourrés de Saules ( <i>S. cinerea</i> , <i>S. purpurea</i> , <i>S. daphnoides</i> , <i>S. breviserrata</i> , <i>S. myrsinifolia</i> , ...)
Boisements	<b>BFH, BCH</b> : tous les types de boisements humides	225 (15 x 15)	Aulnaies glutineuses ou blanches, Saules blanches, peupleraies blanches, boulaies à sphaignes, pessières à sphaignes, pinèdes à Molinie les plus humides, chênaies à Molinie

## Calcul du coefficient V de Cramer

     La question posée: les occurrences des valeurs d'indice suivent-elles une distribution identique entre l'année 1 et l'année n du suivi ? Autrement dit, y a-t-il un lien (ou dépendance) entre les valeurs des indices et les années ?

Pour cela, on doit comparer nos données à un jeu de données simple à calculer et qui représente le nombre d'occurrences d'espèces ayant une valeur indicatrice en cas de distribution identique entre les deux années : c'est le jeu de données attendu s'il n'y avait aucune différence de distribution. Dans le cas attendu, les occurrences ne dépendent que de la fréquence relative de la valeur indicatrice et du nombre d'observations de l'année concernée (pour la méthode précise de calcul, voir les exemples ci-dessous).

On calcule ensuite l'écart global (appelé Khi deux) entre les occurrences observées et les occurrences attendues comme :

$$\text{Khi deux} = \left( \sum (\text{occurrences observées})^2 / \text{occurrences attendues} \right) - \text{effectif total}$$

Plus la valeur est élevée, plus l'écart entre valeurs attendues et observées est fort, et donc, plus les occurrences des valeurs indicatrices sont différentes entre les années. En théorie, cette valeur suit une loi du Khi deux et on peut tester statistiquement si la valeur observée est compatible avec l'hypothèse d'indépendance entre les valeurs et les années. Mais, comme les placettes sont appariées et que les individus statistiques ne sont pas clairement définis, le test statistique n'est pas applicable. Un coefficient normalisé (qui ne dépend pas du nombre de catégories ni de l'effectif total) dérivé de la valeur du Khi deux, appelé coefficient V de Cramer, est donc calculé pour évaluer le niveau d'association entre les occurrences des valeurs indicatrices et les années. Il vaut 0 si les effectifs sont égaux (ou proportionnels) et tend d'autant vers 1 que les occurrences sont dissemblables entre les années. Empiriquement, on qualifie le niveau d'association entre années et occurrences de :

association forte	si V > 0.5
association modérée	si V compris entre 0.3 et 0.5
association faible	si V compris entre 0.1 et 0.3
pas d'association	si V < 0.1

Attention, les valeurs fortes indiquent une association, c'est-à-dire une dépendance, entre années et valeurs indicatrices, et non pas entre années. Autrement dit, plus l'association est forte, moins la « corrélation » entre années est bonne, c'est-à-dire que la répartition relative des occurrences de valeurs indicatrices est très différente et l'évolution du site significative.

## Calcul du coefficient V de Cramer

### Application au niveau de fertilité

Exemple : site des Mièges (74) ; les données disponibles pour 2010 sont les données réelles, celles pour 2015 ont été obtenues en simulant une augmentation globale de 1%. Pour calculer le nombre d'occurrences attendues en 2010 pour la valeur indicatrice 2, on procède ainsi :

- ✓ on a 194 occurrences de la valeur 2 toutes années confondues et 293 observations en 2010, pour un effectif total cumulé sur les deux années de 581 observations ;
- ✓ le nombre d'occurrences attendu en cas d'indépendance est donc de  $194 \times 293 / 581 = 97.8$

Lorsque les effectifs attendus d'une valeur indicatrice sont inférieurs à 5, il est préférable de regrouper des valeurs indicatrices en sommant les effectifs.

Fertilité	Occurrences 2010 observées	Occurrences 2015 observées	Totaux observés	Occurrences 2010 attendues	Occurrences 2015 attendues
2	104	90	194	97.8	96.2
3	124	115	239	120.5	118.5
4	65	83	148	74.6	73.4
Total	293	288	581	293	288

On calcule ensuite l'écart global (appelé Khi deux) entre les occurrences observées et les occurrences attendues comme :

$$\text{Khi deux} = ( (104^2/97.8) + ((124^2)/120.5) + \dots + ((90^2)/96.2) + \dots + ((83^2)/73.4) ) - 581 = 3.49$$

On calcule le V de Cramer comme :

$$V = \sqrt{ [ (\text{Khi deux}) / ( (\text{effectif total}) * (\text{minimum}(\text{ligne}-1 ; \text{colonnes}-1)) ) ] }$$

Soit avec 3 lignes et 2 colonnes (minimum = 2 donc, minimum-1 = 1)

$$V = \sqrt{ (3.49 / 581) } = 0.006$$

Il existe une liaison entre les occurrences des valeurs indicatrices et les années, c'est-à-dire que les occurrences ne sont pas réparties de manière identique entre les deux années, mais cette liaison est faible.

## Mise en œuvre du test des rangs signés de Wilcoxon



La question posée : existe-t-il une différence de distribution des valeurs de fertilité entre les deux dates de suivi ? Autrement dit, observe-t-on des valeurs inférieures ou supérieures de fertilité (on parle de test bilatéral car il ne préjuge ni de l'un ni de l'autre) à une date donnée par rapport à l'autre ou, au contraire, ces valeurs sont-elles homogènes ? Il s'agit donc surtout d'un test de tendance centrale.

Pour cela, on utilise le test des rangs signés de WILCOXON. Il est fondé non sur les valeurs mais sur leurs rangs, ce qui permet de s'affranchir des problèmes de non normalité et de non symétrie et est surtout peu sensible aux données extrêmes, tout en étant suffisamment puissant (efficacité d'environ 95 % par rapport au test t de Student et supérieure à 100% pour des distributions non normales, asymétriques ou assez fortement étalées). Ce test suppose que les placettes sont suffisamment bien re-localisées pour pouvoir considérer les couples de placettes comme **appariées** (non indépendantes).

Soit  $n$  le nombre de placettes pour lesquelles on a des relevés pour les deux années. On calcule l'écart observé entre la première date et la seconde, puis on classe ces écarts de la plus petite valeur vers la plus grande, sans tenir compte du signe, et on leur attribue le rang correspondant. Si deux placettes ont la même valeur, elles sont exclues du calcul et on réduit l'effectif de 1.

Pour les écarts, si on a des ex-aequo, on leur attribue le rang moyen.

On calcule ensuite la somme des rangs des écarts positifs d'une part, et celle de la somme des rangs des écarts négatifs d'autre part. Si les deux distributions sont identiques ou voisines, ces sommes sont proches de  $n(n+1)/4$ , soit 105 dans les exemples ci-dessous (où  $n=20$ ), et plus l'une ou l'autre des sommes est différente de cette valeur attendue, plus l'écart observé sera significatif. Des valeurs critiques sont disponibles sur :

<http://www.cons-dev.org/elearning/stat/Tables/Tab5.html>,

Lorsque les effectifs sont suffisants (au moins 25 placettes par date), une approximation normale est applicable.



## Mise en œuvre du test des rangs signés de Wilcoxon

### Application au niveau de fertilité

Exemple : site des Mièges (74) ; les données disponibles pour 2010 sont les données réelles, celles pour 2015 ont été obtenues en simulant une augmentation globale de 1%.

Placette	Valeur 2010	Valeur 2015	Ecart	Ecart absolu	Rang «+»	Rang «-»
1	3.625	3.658	-0.033	0.033		5.5
2	3.143	3.356	-0.213	0.213		17.0
3	2.577	2.601	-0.024	0.024		3.0
4	3.000	2.981	0.019	0.019	1.0	
5	2.643	2.401	0.242	0.242	19.0	
6	2.750	2.980	-0.230	0.23		18.0
7	2.500	2.780	-0.280	0.28		20.0
8	2.727	2.760	-0.033	0.033		5.5
9	2.923	3.020	-0.097	0.097		12.0
10	3.129	3.150	-0.021	0.021		2.0
11	3.750	3.780	-0.030	0.03		4.0
12	3.001	3.050	-0.051	0.051		8.0
13	3.333	3.500	-0.167	0.167		16.0
14	3.455	3.561	-0.106	0.106		14.0
15	2.913	2.801	0.112	0.112	15.0	
16	2.429	2.351	0.078	0.078	11.0	
17	3.000	2.950	0.050	0.05	7.0	
18	3.143	3.080	0.063	0.063	10.0	
19	2.800	2.700	0.100	0.1	13.0	
20	2.667	2.605	0.062	0.062	9.0	

Dans notre cas, les sommes des rangs positifs et négatifs sont égales à 85.0 et 86.0 respectivement. Pour un test bilatéral et avec un effectif de 20, les valeurs limites sont de 52 et 37 pour un risque de 5% et 1% respectivement. Comme la plus petite des sommes (85 pour les rangs négatifs) est supérieure aux valeurs critiques, on accepte l'hypothèse d'égalité des distributions tant au niveau de 5% qu'à celui de 1%.

# LA BOÎTE A OUTILS

## RÉALISATION

Conservatoire d'espaces naturels de Savoie

## COORDINATION ÉDITORIALE

Xavier GAYTE, Delphine DANANCHER, Jérôme PORTERET

## MISE EN PAGE DES FICHES

Frédéric BIAMINO, Jérôme PORTERET

## REDACTEURS DES FICHES

## COMITÉ DE RELECTURE

François CHAMBAUD, Régis DICK, Samuel GOMEZ, Thérèse PERRIN, Émilie DUHERON, Nathalie FABRE, Rémy CLEMENT

## CRÉDITS PHOTOS

Stéphane BENCE, Frédéric BIAMINO, Manuel BOURON, François CHAMBAUD, Philippe FREYDIER, Gilles PARIGOT, Gilles PACHE, Jérôme PORTERET, Agence de l'eau Rhône-Méditerranée

INDICATEUR	REDACTEURS	PRINCIPAUX CONTRIBUTEURS
I01	Jérôme PORTERET (CEN Savoie)	Antoni ARDOUIN, Delphine DANANCHER
I02	Gilles PACHE (CBNA)	Héloïse VANDERPERT, Nathalie MOLNAR, Delphine DANANCHER
I03	Jérôme PORTERET (CEN Savoie)	Nathalie MOLNAR, Delphine DANANCHER
I04	Célia RODRIGUEZ (LEHNA, UMR CNRS 5023)	Gudrun BORNETTE, Charlotte GRASSET
I05	Stéphane BENCE (CEN PACA)	Audrey PICHARD, Yoan BRAUD,
I06	Gilles PACHE (CBNA)	Héloïse VANDERPERT, Nathalie MOLNAR, Delphine DANANCHER
I07	Célia RODRIGUEZ (LEHNA, UMR CNRS 5023)	Gudrun BORNETTE, Hélène BAILLET, Félix VALLIER
I08	Gilles PACHE (CBNA)	Héloïse VANDERPERT, Nathalie MOLNAR, Delphine DANANCHER
I09	Stéphane BENCE (CEN PACA)	Audrey PICHARD, Yoan BRAUD,
I10	Bernard PONT (RNN Platière)	Cyrille DELIRY, Beat OERTLI, Pascal DUPONT, Cedric VANAPELGHEM, Delphine DANANCHER
I11	Jean-Luc GROSSI (CEN Isère)	Delphine DANANCHER, Claude MIAUD
I12	Jérôme PORTERET CEN Savoie)	Rémy CLEMENT, Nicolas MIGNOT, Samuel ALLEAUME, Alexandre LESCONNEX, Marc ISENMANN
I13	Christian PERENNOU (TDV) Jérôme PORTERET (CEN Savoie) Marc ISENMANN (CBNA)	Anis GUELMANI, Samuel ALLEAUME, Rémy CLEMENT

## ONT PARTICIPE A LA COLLECTE DE DONNÉES

Antoni ARDOUIN  
Emeline AUPY  
Sophie AUVERT  
Bastien AGRON  
Emmanuel AMOR  
Yann BAILLET  
Bernard BAL  
Cécile BARBIER  
Sébastien BARTHEL  
Thérèse BEAUFILS  
Stéphane BENCE  
William BERNARD  
Luc BETTINELLI  
Olivier BILLANT  
Fabien BILLAUD  
Nicolas BIRON  
Véronique BONNET  
Virginie BOURGOIN  
Manuel BOURON  
Romain BOUTELOUP  
Yoan BRAUD  
Lionel BUNGE  
Christelle CATON  
Kristell CLARY

Remi COLLAUD  
Bertrand COTTE  
Aurélien CULAT  
Kelly DEBUF  
Guillaume DELCOURT  
Marion DEMESSE  
C. DEQUEVAUVILLER  
Lucile DESCHAMP  
Nathalie DEWYNTER  
Guillaume DOUCET  
Gregoire DURANEL  
Sylvie DURET  
Elisabeth FAVRE  
Noémie FORT  
Cedric FOUTEL  
Philippe FREYDIER  
Géraldine GARNIER  
Maxime GAYMARD  
Catherine GENIN  
Marianne GEORGET  
Samia GHARET  
Sébastien GIRARDIN  
Nicolas GORIUS  
Daniel GRAND

Jean-Luc GROSSI  
Nicolas GUILLERME  
Julien GUYONNEAU  
Céline HERVE  
Perrine JACQUOT  
Laura JAMEAU  
Philippe JANSSEN  
Stéphane JAULIN  
Remi JULLIAN  
Mathieu JUTON  
Francis KESSLER  
Mario KLESCZEWSKI  
Clément LECLERC  
Thomas LEGLAND  
Fabien LEPINE  
Natacha LEURION PANSIOT  
Dominique LOPEZ-PINOT  
Laurence MARCHIONINI  
Roger MARCIAU  
Vincent MARQUANT  
Basile MARTIN  
Marilyn MATHIEU  
Céline MAZUEZ  
Magalie MAZUY

Alexis MIKOLAJCZAK  
André MIQUET  
Nathalie MOLNAR  
Frédéric MORA  
Claire MOREAU  
Gilles PACHE  
Mélanie PARIS  
Marion PARROT  
Benoit PASCAULT  
Rémy PERRIN  
Audrey PICHARD  
Virginie PIERRON  
Rémy PONCET  
Bernard PONT  
Jérôme PORTERET  
Alexis RONDEAU  
Yves ROZIER  
Déborah RUHLAND  
Nicolas SIMMLER  
Bruno TISSOT  
Corine TRENTIN  
Héloïse VANDERPERT  
Anne WOLFF

# LE PROGRAMME RhoMéO

## STRUCTURES PARTICIPANTES ET PARTENAIRES FINANCIERS



Avec le soutien de :



### COORDINATION DE BASSIN

Xavier GAYTE

### AGENCE DE L'EAU RHÔNE-MEDITERRANÉE

#### Référents

Eric PARENT  
Jean-Louis SIMONNOT  
Francois CHAMBAUD  
Nadine BOSC

#### Experts

Claude AMOROS  
Bernard BACHASSON  
Aurélien BESNARD  
Bernard ETLICHER  
Daniel GERDEAUX  
Patrick GRILLAS  
Yves SOUCHON

### CONCEPTION DES OUTILS DE GESTION DES DONNÉES

Rémy CLEMENT  
Laurent POULIN

Mathieu BOSSAERT  
Nicolas MIGNOT

### GESTION DES DONNÉES

Rémy CLEMENT  
Laurent POULIN  
Mathieu BOSSAERT  
Nicolas MIGNOT

Paul HONORE  
Marc ISENMANN  
Alexandre LESCONNEX

### MEMBRES DU COMITE TECHNIQUE

#### Responsables d'axes ou de groupes

Stéphane BENCE  
Rémi CLÉMENT  
Delphine DANANCHER  
Philippe FREYDIER  
Sébastien GIRARDIN  
Samuel GOMEZ  
Jean-Luc GROSSI  
Marc ISENMANN  
Mario KLESCZEWSKI  
Laetitia LERAY  
Samuel MAAS  
Nathalie MOLNAR  
Gilles PACHE  
Christian PERENNOU  
Bernard PONT  
Jérôme PORTERET  
Lionel QUELIN  
Célia RODRIGUEZ  
Héloïse VANDERPert

#### Autres membres

Samuel ALLEAUME  
Antoni ARDOUIN  
Luc BETINELLI  
Thérèse BEAUFILS  
Jaoua CELLE  
Émilie DUHERON  
Manon GISBERT  
Anis GUELMAMI





Ce document est une des productions du programme RhoMéO. Il présente, sous forme de fiches, les méthodes nécessaires à la mise en place de 13 indicateurs de suivi des zones humides testés et validés à l'échelle du bassin Rhône-Méditerranée.



Indice de qualité floristique

108

Extrait de la **boîte**  
**à outils** de suivi des  
**zones**  
**humides**

RhoMeO



## Définir l'univers d'échantillonnage

Dans le cadre du programme RhoMéO, le contour des zones humides suivies correspondait aux contours délimités dans le cadre des inventaires départementaux des zones humides réalisés entre 1996 et 2012 dans le bassin Rhône-Méditerranée. Il est important de noter que l'inventaire et la cartographie des zones humides ont été réalisés avec des méthodes légèrement différentes d'un département à l'autre, parfois même au sein d'un même département. Les principaux écarts observés portent sur :

- L'intégration ou non des marges peu profondes des masses d'eau associées aux zones humides (lac, cours d'eau).
- Le traitement cartographique des réseaux de petites zones humides, soit intégrées dans un seul polygone, soit faisant l'objet de polygones distincts. En lien avec ce second point, l'intégration ou non de parties de la zone humide déjà dégradées au moment des inventaires selon que des critères pédologiques ou uniquement floristiques ont été utilisés.

Les choix qu'un opérateur fera au moment de la délimitation de l'univers d'échantillonnage auront des conséquences importantes au moment de l'analyse des données et de l'interprétation des indicateurs de la boîte à outils :

- Pour des zones humides attenantes à une masse d'eau, la prise en compte ou non de l'interface entre la masse d'eau et la zone humide modifiera logiquement la liste des

espèces observées. Cette liste inclura ou non certaines espèces parmi les plus hydrophiles (ex : flore) et ainsi influera sur la valeur de l'indicateur alors calculée (en lien notamment avec la fonction hydrologique du site). Pour les groupes faunistiques les plus mobiles, cette prise en compte de l'interface zone humide/masse d'eau permettra d'interpréter la présence d'éventuelles espèces «surprenantes» par rapport aux habitats recensés sur le site (espèces d'odonates caractéristiques des cours d'eau pouvant être observées sur une zone humide). L'interprétation des résultats obtenus devra donc faire référence aux contours de l'objet suivi.

- Dans le cas de constellations de petites zones humides (marais, mares,...), souvent héritées d'une zone humide antérieure plus vaste réduite et fragmentée par drainage ou mise en culture, l'inclusion ou non de ces parties dégradées déterminera la capacité de l'opérateur à suivre par exemple les effets d'une éventuelle restauration de la zone humide dans leur intégralité.

**Il convient donc, avant d'engager la définition de l'échantillonnage, d'avoir une lecture critique des données d'inventaire des zones humides et, selon les besoins de l'utilisateur, de procéder à des regroupements ou plus généralement de redéfinir les contours de la zone humide suivie de manière à conduire l'évaluation à la bonne échelle.**

# PRÉALABLE À L'UTILISATION DES FICHES



En haut de chaque fiche un bandeau permet d'identifier le type de fiche et le renvoi aux fiches liées.

numéro de la fiche

renvoi vers les fiches correspondantes :  
I : Indicateur  
P : Protocole  
A : Analyse et Interprétation



Sur chaque fiche indicateur, le bandeau contient également des informations sur :

coûts annuels (temps et analyses)



domaine de validité

fonctions et pressions que l'indicateur mesure

niveau de compétence nécessaire pour le recueil de données

niveau de compétence nécessaire pour le calcul de l'indicateur

coûts matériels

Plusieurs indicateurs peuvent être calculés avec un seul protocole, le schéma ci-dessous montre les liens entre les fiches protocoles et les indicateurs correspondants.

Numéro de page			Numéro de page			Numéro de page	
Indicateur			Protocole			Analyse / Interprétation	
I01	20	—	P01	46	—	A01	88
I02	22					A02	92
I06	24	—	P02	50	—	A06	108
I08	26					A08	116
I03	28	—	P03	54	—	A03	96
I04	30	—	P04	58	—	A04	100
I07	32					A07	112
I05	34	—	P05	62	—	A05	104
I09	36					A09	120
I10	38	—	P06	66	—	A10	124
I11	40	—	P07	72	—	A11	128
I12	42	—	P08	76	—	A12	132
I13	44	—	P09	82	—	A13	136

# INDICE DE QUALITÉ FLORISTIQUE



## Domaine d'application

toutes les zones humides

## Fonction / pression

biologique



## Compétences :



## Coût :

€€ / €€€

## Description et principes de l'indicateur

Chaque espèce végétale développe, par une allocation particulière de ses ressources (racines, parties aériennes, graines), des stratégies lui permettant de faire face à certaines caractéristiques du milieu : perturbations diverses, facteur limitant la croissance, aptitude à la compétition avec les autres espèces. *GRIME (1974, 1979)* a formalisé ceci pour un panel d'espèces européennes. On peut évaluer la plus ou moins grande aptitude d'une espèce à supporter des perturbations d'une zone humide sur une échelle ordinale

par un coefficient, nommé coefficient de conservatisme (noté CC).

L'indice de qualité floristique est un indice complexe, dérivé du coefficient de conservatisme, rendant compte à la fois du niveau global d'altération du régime naturel des perturbations (hydrologique, trophique, ...) auquel un site est soumis (par le coefficient de conservatisme moyen) et de la richesse de ce site en espèces typiques des zones humides.



## FONDEMENTS SCIENTIFIQUES DE L'INDICATEUR



Cette approche a été développée aux Etats-Unis (*WILHEM, 1977 ; TAFT et al., 1997*) pour évaluer l'état des zones humides à l'aide de la flore, puis largement mise en oeuvre dans de nombreux Etats. A chaque espèce est attribué un coefficient de conservatisme, sur une échelle allant de 0 à 9 (0 à 10 pour l'échelle américaine), basé sur les stratégies des espèces et leur affinités pour les zones humides :

- 0 pour les espèces des milieux secs, sporadiques en zone humide, présentant des stratégies plutôt rudérales (stratégies RRR à CCR au sens de *GRIME*) ou non autochtones (à comportement envahissant ou non) ;
- 5 pour des espèces plutôt inféodées aux zones humides mais supportant un niveau de nappe moyen et/ou l'eutrophisation des sols ou présentant une bonne aptitude à la compétition ou un comportement rudéral (stratégies CRS, CRR ou CCS au sens de *GRIME*) ;
- 9 pour les espèces strictement inféodées aux zones humides et ne supportant pas les perturbations du milieu, avec une très

faible vitesse de croissance (stratégie SSS au sens de *GRIME*).

Le tableau 1 résume les critères et valeurs utilisées pour la ventilation des espèces dans les différents niveaux de coefficient.

Pour une placette donnée, on calcule le coefficient de conservatisme moyen comme la moyenne des coefficients des espèces présentes, pondérée par le recouvrement, considérant que le recouvrement d'une espèce témoigne de sa vitalité :

$$C_{moy} = \frac{\sum (rij * xi)}{\sum (rij)}$$

**rij** est l'abondance (ou recouvrement) de l'espèce i dans le relevé j

**xi** est la valeur du coefficient de conservatisme de l'espèce i

$\Sigma$  est le symbole mathématique de la sommation.

Les coefficients d'abondance-dominance de Braun-Blanquet sont notés sur le terrain et transformés en valeurs de recouvrement (rij de la formule) ;



Tableau 1 : critères et valeurs utilisées pour la ventilation des espèces

Coef. de Conservatisme	Indigénat	Stratégie GRIME	Valeur d'humidité	Fréquence en zone humide
0	Non	-	-	-
1	Oui	RRR*, CRR* ou CCR* ou CCR*	<=4	Faible
2 ou 3 selon habitats et nitrophilie	Oui	CRS* ou CCC* ou CCS*	2 à 5	Moyenne
3 ou 4 selon habitats et nitrophilie	Oui	RRR* ou RRS*	4 à 7	Faible à moyenne
4 ou 5 selon habitats et nitrophilie	Oui	CCS ou CRS ou CRR	5 à 8	Faible à moyenne
6 ou 7 selon habitats et nitrophilie	Oui	CSS ou CRS ou CCS	>=6	Moyenne à forte
8	Oui	CCS	>=7	Forte
9	Oui	SSS* ou CSS ou CRS	>=7	Forte

\* cf : glossaire

Le coefficient de conservatisme moyen peut également être calculé sans utiliser le recouvrement des espèces, les valeurs obtenues sont alors plus ou moins différentes mais utilisables comme indicateurs de suivi (cf. fiche analyse et interprétation). Puis un indice de qualité floristique (IQF) par placette est calculé comme :

$$IQF = C_{moy} \times (\sqrt{S})$$

où S est le nombre d'espèces de la placette

Enfin, l'indice global de qualité floristique d'un site est calculé comme la valeur médiane des valeurs des placettes.

Les mérites respectifs du C<sub>moy</sub> et de l'IQF, de même que différentes variantes du calcul, ont été discutés par ANDREAS *et al.* (2004), BOWLES & JONES (2005)

ou encore BOURDAGHS *et al.* (2006) et c'est de leurs propositions que le mode de calcul ci-dessus est issu. La pondération par la racine carrée du nombre d'espèces permet d'attribuer aux placettes les plus riches (à "C<sub>moy</sub>" constant ou proche) un IQF plus élevé. Initialement, ce mode de calcul était appliqué à l'ensemble du site (C<sub>moy</sub> étant donc la valeur moyenne du coefficient de l'ensemble des observations et S le nombre total d'espèces échantillonnées), mais ce mode de calcul tend à mieux noter les grands sites (car souvent plus riches) ou les sites avec une densité d'échantillonnage plus forte (car le nombre d'espèces échantillonnées tend à augmenter avec le nombre de placettes) de manière exagérée.



## DOMAINE D'APPLICATION DE L'INDICATEUR



L'indicateur est applicable à toutes les zones humides. La seule limite est l'attribution des coefficients de conservatisme aux espèces. Dans l'idéal, ces valeurs sont établies par un groupe de travail d'experts connaissant bien la flore régionale et avec les éléments méthodologiques de cadrage fournis par la littérature. L'autre limite se situe dans les comparaisons entre sites qui doivent être sinon proscrites du moins effectuées avec beaucoup de

prudence et ne concerner que des zones humides appartenant à un même type.

### Périodicité

Une périodicité des suivis de 5 ans semble raisonnable au vu des pratiques des réseaux d'observations plus ou moins semblables et déjà existants et de la vitesse d'évolution des milieux, notamment ouverts.

### Bibliographie

ANDREAS B.K., MACK J.J. & McCORMAC J.S., 2004. Floristic Quality Assessment Index (FQAI) for vascular plants and mosses for the State of Ohio. Ohio Environmental Protection Agency, Division of Surface Water, Wetland Ecology Group, Columbus, Ohio. 219 p.

BOURDAGHS M., JOHNSTON C.A. & REGAL R.R., 2006. Properties and performance of the floristic quality index in Great Lakes coastal wetlands. Wetlands 26 : 718-735.

BOWLES M. & JONES M., 2006. Testing the Efficacy of Species Richness and Floristic Quality Assessment of Quality, Temporal Change, and Fire Effects in

Tallgrass Prairie Natural Areas. Natural Areas Journal 26 : 17-30.

GRIME J. P., 1974. Vegetation classification by reference to strategies. Nature 250 : 26-31.

GRIME J. P., 1979. Plant strategies and vegetation processes. John Wiley (eds.), Chichester 220 p.

TAFT J. B., WILHEM G.S., LADD D.M. & MASTERS L.A., 1997. Floristic quality assessment for vegetation in Illinois. A method for assessing vegetation integrity. Erigenia 15 : 3-95.

WILHEM G.S., 1977. Ecological assessment of open land areas in Kane County, Illinois. Kane County Urban Development Division Geneva, Illinois.

# FLORE



## Description et principes du protocole

### Principes généraux

La flore d'un site est évaluée par la réalisation d'inventaires (les relevés) sur un ensemble de placettes réparties de manière à échantillonner le plus d'habitats naturels possibles.

### Type de données collectées

Sur chaque placette, on note l'ensemble des espèces présentes à l'intérieur de celle-ci et on en estime le recouvrement. On note également la taille de la placette, la physionomie de la

végétation (annexe 2), le recouvrement et la hauteur des différentes strates de la végétation. La position des placettes est mesurée avec un GPS, de même que la distance au point d'origine du transect.

### Type d'échantillonnage

Les points de relevés sont réalisés à intervalles réguliers le long de transects préalablement positionnés pour être les plus représentatifs de la diversité des milieux présents sur le site.

## Méthode de mise en place

Selon la taille des sites et la diversité des habitats (une visite rapide préalable du site peut être utile), l'ordre de grandeur du nombre de placettes varie (Annexe 2). Celles-ci sont ventilées sur 1 à 3 transects par site (cas général), de manière régulière et définie au préalable, et les relevés sont effectués systématiquement du même côté du transect. Typiquement, entre 5 et 20 placettes seront positionnées par transect, sur des longueurs oscillant entre 100 et 800 mètres, soit des espacements compris entre 20 et 50 mètres le plus souvent. Les points de départ et d'arrivée des transects peuvent être matérialisés de manière pérenne (bornes) ou a minima repérés sur le terrain par des points remarquables, des photographies et bien sûr le positionnement par GPS. L'orientation du transect peut être notée à la boussole ou, notamment en milieu ouvert, en suivant des points de repère lointains (photo ci-contre). Tous ces éléments sont reportés sur la fiche terrain (Annexe1).

Les relevés sont effectués sur les placettes dont la taille usuelle dépend de la structure de la végétation (Annexe 2), d'après **CHYTRY & OPTIKOVA (2003)**, quelle que soit l'homogénéité apparente de la placette, sauf si celle-ci est à cheval sur :

- deux physionomies très différentes (par

Axe de la visée du transect



Exemple de visée lointaine

exemple à l'interface entre forêt / prairie humide ou milieu naturel / milieu artificiel (piste...);

- une rupture topographique majeure (fossé, butte de plus d'1m...)

Dans certains cas, la taille normale doit être réduite ( $1 \text{ m}^2$ , voire  $0.25 \text{ m}^2$ ) et leur espacement également réduit (5 m), comme les grèves d'étangs ou les berges des cours d'eau, les bas-marais artico-alpins ou certains complexes tourbeux à sphaignes.

Méthode de mise en place (Suite)



Il est possible de déplacer la placette le long du transect ou de réduire la surface par rapport aux préconisations, mais dans tous les cas ces modifications doivent être bien signalées sur le bordereau de terrain.

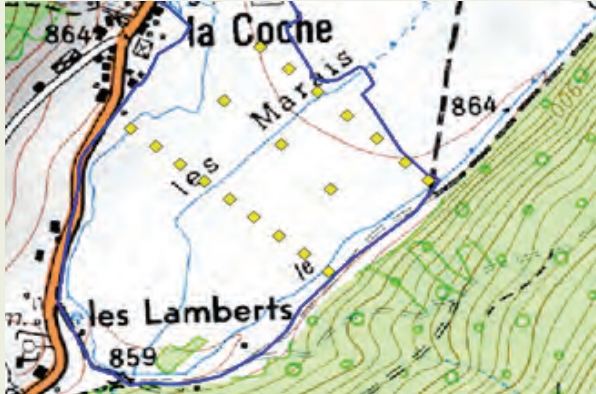


Figure 1 : alignement des transects au gradient

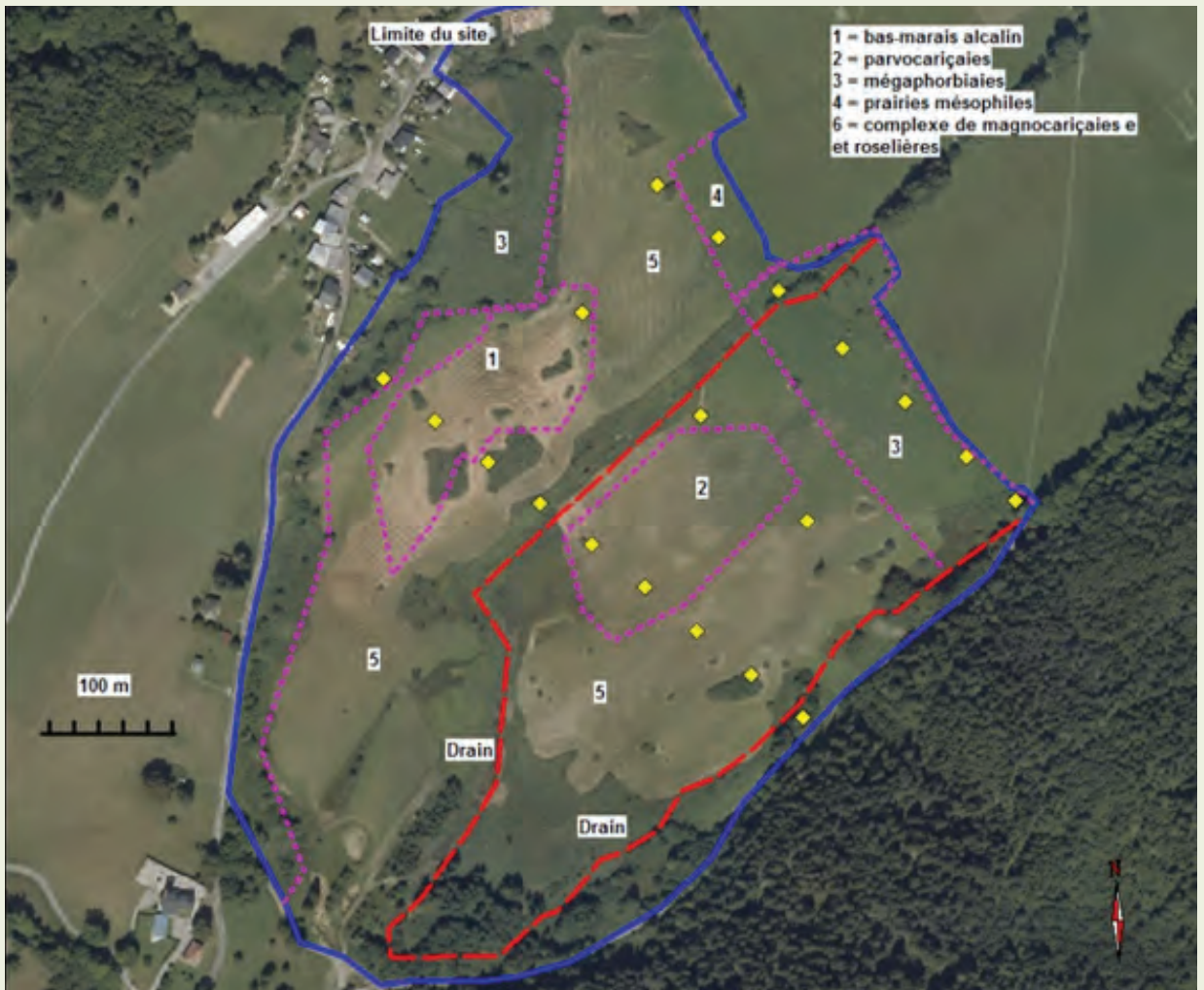
Etant donnée l'extrême variabilité de la forme des zones humides, il est difficile de définir des règles systématiques de positionnement des transects. Les cartes d'habitats (quand elles existent), les cartes topographiques et bien sûr les photographies aériennes (couleur ou infrarouge) doivent être étudiées au préalable afin de croiser le plus possible d'habitats et de niveaux topographiques /

hydrologiques.

Pour des sites présentant un gradient des conditions hydrologiques assez net, le plus simple est d'orienter les transects perpendiculairement à ce gradient (figure 1) : sur le site du Pontet (73), un gradient topographique nord-est / sud-ouest existe (points cotés 864 et 859 respectivement). On note également la présence d'un drain central et du cours du Gelon en grande partie rectifié et surcreusé et agissant également comme drain. L'analyse de la carte de végétation et un premier repérage sur le terrain (figure 2) ont fait apparaître que la zone centrale est la plus diversifiée, les zones nord-ouest, nord-est et sud-est étant constituées de complexes de roselières et magnocariçaies. Trois transects (les relevés sont matérialisés par des carrés jaunes) ont donc été établis, selon le gradient topographique, perpendiculairement au drain principal et permettant de traverser tous les habitats identifiés.

Pour une périodicité des suivis de 5 à 10 ans, privilégier les milieux ouverts (dont la végétation réagit plus vite aux perturbations) semble raisonnable. Comme règle empirique, on peut proposer qu'au moins la moitié des placettes concerne ces milieux ouverts, hors sites alluviaux boisés notamment.

Figure 2 : carte de végétation





## Représentativité des données

### Précision de l'information

La variabilité spatiale, testée sur quelques sites, est faible à l'échelle de la placette (variation type absolue de 0,2 pour la valeur d'engorgement du sol par exemple) et très faible à nulle à l'échelle du site.

La variabilité générale (incluant erreurs de re-localisation et passages à des dates différentes par des observateurs différents) a été testée sur 266 placettes. Elle représente des écarts de l'ordre de 0,5 en présence / absence et 0,7 en recouvrement pour le niveau d'engorgement à l'échelle de la placette, ceux-ci étant plus faibles pour la fertilité (respectivement 0,2 et 0,24). A l'échelle du site, les écarts sur les estimations de la médiane ont été calculés sur 20 sites. Pour la fertilité, les données calculées respectivement par la présence/absence et en tenant compte du recouvrement des espèces sont de 0,16 et

0,14. Pour l'indice d'engorgement, l'écart moyen de la médiane est de 0,27 et de 0,38 respectivement pour les données en présence / absence et en recouvrement.

### Représentativité de l'information collectée

Le protocole flore permet de capturer au moins 50 % du total des espèces d'un site (incluant les espèces découvertes lors du programme) pour près de 80 % des sites, le pourcentage moyen étant d'environ 65 %. La représentation des espèces mésohygrophiles à hygrophiles est encore meilleure. Ce pourcentage diminue avec la taille des sites surtout, et l'augmentation du nombre de placettes ne permet pas, avec un volume de travail restant raisonnable, de compenser cette diminution.

## Opérationnalité de la collecte

### Compétences requises

De solides compétences botaniques sont requises, au moins concernant la flore des zones humides. Sur le bassin Rhône-Méditerranée, bassin le plus diversifié en France en termes de types de zones humides, environ 1500 espèces ont été contactées, dont près de la moitié sont rares ou très rares. La maîtrise d'environ 800 à 900 espèces semble donc raisonnable sur l'ensemble du bassin étant donné l'impact modéré des omissions. Pour un opérateur local, ce nombre d'espèces est de l'ordre de 200 à 400.

### Impact du niveau de compétences

L'effet des erreurs de détermination ou des omissions d'espèces peut être évalué par quelques données bibliographiques. *EWALD (2003)* a montré que l'omission de 80% des espèces les moins abondantes des placettes affecte très peu les valeurs diagnostiques ; en corollaire, les erreurs de détermination sur les espèces abondantes peuvent avoir un impact assez fort.

### Temps moyen de collecte

En moyenne, le temps de collecte est de 1,5 jours par site (en un seul passage).

### Temps de validation et de saisie des données

Pour une structure possédant une chaîne de saisie, le temps de saisie est de l'ordre de 1 jour par site, celui de validation des données de l'ordre de 1 heure.

### Coût matériel/données / prestation/analyse

- GPS : entre 200 et 300 euros ;
- "décamètre" : environ 10 euros ;
- bornes de géomètre : environ 40 euros par borne.

### En annexe :

- La fiche de relevé de terrain (Annexe 1) ;
- Les référentiels construits ou disponibles dans le cadre du programme et nécessaires à la mise en œuvre du protocole (Annexe 2).

Opérationnalité de la collecte (Suite)



Le référentiel flore utilisé est TAXREF 6. Des ajouts (peu nombreux) ont été effectués pour des espèces ou des taxons infra-spécifiques non inclus dans cette version.

Une table d'équivalences entre différents référentiels flore utilisés par les structures gestionnaires a été construite, afin de permettre l'importation des données saisies dans les outils métiers des structures.

Un certain nombre de taxons, qui gardent leur identité dans la base, sont regroupés pour les traitements postérieurs, essentiellement à cause de difficultés de détermination (ex. *Carex flava* et *C. lepidocarpa*).

À chaque taxon est associé un certain nombre de valeurs indicatrices (valeur d'engorgement, valeur de fertilité, coefficient de conservatisme, statuts divers... ) qui servent pour le calcul des indicateurs. Pour l'essentiel, ces valeurs, établies pour la Suisse, sont tirées de **LANDOLT et al. (2010)**.

L'application à Rhône-Alpes ne pose pas de

difficultés particulières, hormis pour l'humidité. Une certaine de valeurs a été modifiée car **LANDOLT et al. (2010)** attribuent une valeur indicatrice d'humidité globale et non strictement édaphique : certaines espèces des milieux forestiers des climats frais et humides (ex. *Saxifraga rotundifolia*) ont ainsi des valeurs élevées alors qu'elles ne sont pas liées à des sols hydromorphes.

D'autre part, pour les espèces des zones humides méditerranéennes (absentes de Suisse), les valeurs indicatrices de **JULVE (2012)** ont été utilisées. Toutefois, ces dernières étaient basées sur une échelle de 1 à 12 (contre une échelle de 1 à 5 mais avec des demi-niveaux pour **LANDOLT et al., 2010**). Il a donc fallu harmoniser les deux systèmes sur une échelle commune de 1 à 10. La comparaison des valeurs indicatrices des espèces en commun entre les deux systèmes a montré la meilleure cohérence globale (malgré des divergences assez nombreuses mais de faible ampleur) avec les équivalences suivantes du tableau 1 :

Référentiel flore et valeurs indicatrices de références

Référentiel Landolt	Référentiel Julve	Référentiel commun RhoMéo
1	1	1
1.5	2	2
2	3	3
2.5	4	4
3	5	5
3.5	6	6
4	7	7
4.5	8	8
5	9	9
5u	10	10
5v	11	10
-	12	10

Bibliographie

CHYTRY M. & OPTYKOVA Z., 2003. Plot sizes used for phytosociological sampling of European vegetation. *Journal of Vegetation Science* 14 : 563-570.

EWALD J., 2003. The sensivity of Ellenberg indicator values tp the completness of vegetation relevés. *Basic and Applied Ecology* 4 : 507-513.

JULVE Ph. 2012. CATMINAT. Document téléchargeable à l'adresse suivante : <http://philippe.julve.pagesperso-orange.fr/catminat.htm>

LANDOLT E. et al., 2010. *Flora indicativa*. CJB Genève, Haupt, Berne, 376 p.

# INDICE DE QUALITÉ FLORISTIQUE

## Description et principes

L'indice de qualité floristique du site est traduit par plusieurs valeurs et graphiques complémentaires permettant de résumer l'information et de conserver l'expression de la variabilité du site :

- La note moyenne de l'indice par placette

à partir de laquelle on établit la valeur médiane des placettes du site ;

- L'histogramme des valeurs des placettes ;
- L'histogramme du nombre d'occurrences d'espèces par valeurs du coefficient de conservatisme.

## Méthode de calcul

Pour le suivi d'un site dans le temps, il faut au préalable s'assurer que les calculs sont effectués sur les mêmes couples de placettes.

Pour les sites présentant des compartiments aquatiques, il est préconisé d'évaluer séparément ceux-ci des compartiments terrestres ou amphibies.

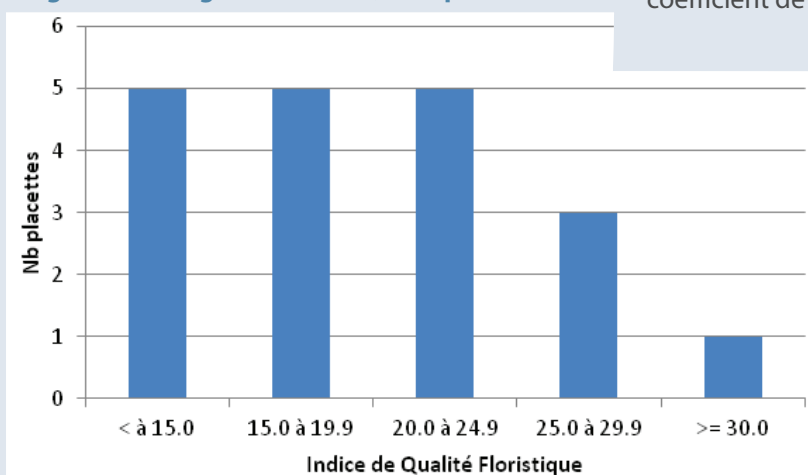
A l'échelle de la placette, la valeur de l'indice est calculée selon la procédure expliquée dans la fiche I08.

La procédure de calcul usuelle prévoit de calculer un coefficient moyen de conservatisme (CCmoy) par site, puis de multiplier cette valeur par la racine carrée du nombre d'espèces du site. Ce faisant, l'indice ne peut qu'augmenter avec le nombre de placettes ou la taille des sites (car le nombre d'espèces augmente). Nous préférons calculer un IQF par placette puis la note médiane des placettes afin d'éviter cet écueil.

A l'échelle du site, deux paramètres sont évalués :

- la tendance globale calculée par la médiane des valeurs des placettes,
- la variabilité, sous la forme d'un histogramme des IQF des placettes (figure 1) ; on compte le nombre de placettes ayant une valeur diagnostique comprise entre la borne inférieure et supérieure d'une classe (par exemple, 5 placettes ont une valeur d'humidité comprise entre 15,0 et 19,9). L'autre mode de description de cette variabilité est un histogramme des occurrences d'espèces ayant une valeur de coefficient de conservatisme donné (figure 2). Il s'agit simplement de compter, à l'échelle du site, le nombre de fois où des espèces (quelle que soit l'identité taxonomique) ayant un coefficient de conservatisme particulier ont été contactées (par exemple, on a contacté 82 des espèces ayant un coefficient de conservatisme de 6).

Figure 1 : histogramme des IQF des placettes





## Clés d'interprétation de la note indicatrice

Un examen préalable de l'histogramme des valeurs diagnostiques aux dates considérées permet de déterminer si ces distributions sont symétriques ou au moins unimodales **aux deux dates à comparer**. Si tel est le cas, un test statistique d'évolution de la tendance centrale (médiane) peut être mis en oeuvre. Dans le cas contraire (notamment répartition bimodale à une des deux dates), l'évaluation sera basée sur le calcul d'un indice semi-statistique d'évolution correspondant à l'écart observé entre les deux dates (avec l'erreur imputable au protocole).

L'indice est corrélé positivement avec le niveau de perturbation global du site et avec le degré de colonisation par les espèces exotiques. La gamme de variation va de 0 (sites pour lesquels on n'aurait contacté que des espèces exotiques) à environ 35 (tourbières non perturbées), la plupart étant situées entre 10 et 25.

Les valeurs minimales, moyennes et maximales observées par type de zones humides sont données dans le graphique d'amplitude des valeurs observées.

La significativité de l'écart observé entre deux dates peut être analysée de trois manières :

- En comparant l'écart observé avec l'erreur moyenne à l'échelle d'un site (due à de mauvaises re-localisations des placettes, des décalage phénologiques, des erreurs de déterminations...) **que l'on a estimée approximativement pour l'indice de qualité floristique à 1,5** tant en présence/absence qu'avec prise en compte du recouvrement. Ces chiffres sont applicables pour tous les types de zones humides ; pour être significatif, l'écart observé doit être supérieur à l'erreur moyenne,

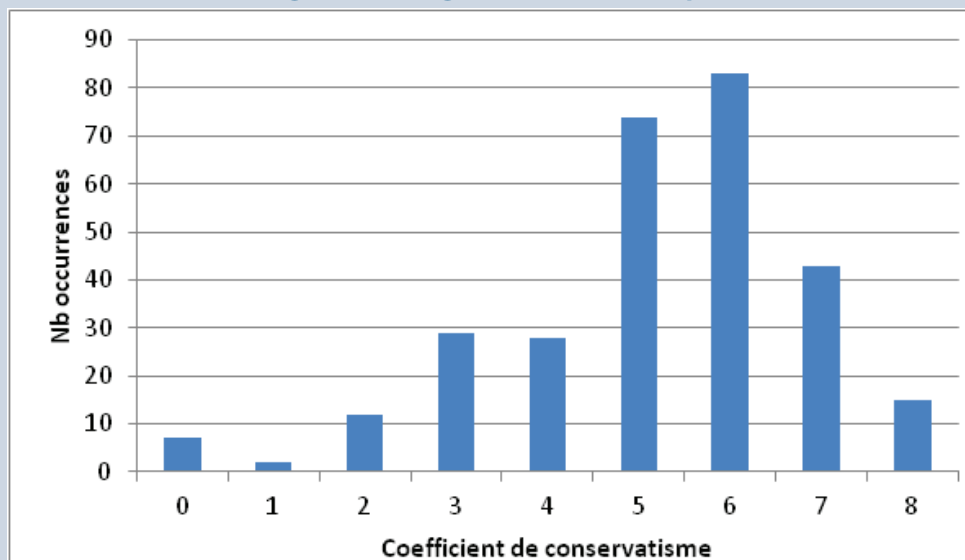
donc supérieur à 1,5 (en valeur absolue) ;

- En calculant l'écart global entre les occurrences observées et attendues comme si ces occurrences étaient indépendantes des années. Il s'agit d'une mesure semi-statistique, le **coefficient V de Cramer** (Annexe 2 - pour un exemple détaillé des calculs) ; pour être "significatif", ce coefficient (qui varie de 0 à 1) doit être au moins supérieur à 0,1 ;
- En comparant statistiquement les valeurs des placettes avec le **test non paramétrique des rangs signés de Wilcoxon** ; pour être significatif, la statistique du test doit être inférieure à des valeurs seuils données dans des tables spéciales mais facilement disponibles (voir annexe 2 - pour le détail des calculs et l'obtention des tables).

Les modes de calcul sont expliqués dans des manuels statistiques comme *DAGNELIE (2011)*, *SOKAL & ROHLF (2012)*, *SPRENT (1993)* ou *TOMASSONE et al. (1993)*, ou enfin dans les cours de statistiques de l'Université de Lyon de *RAKOTOMALALA (2008, 2011)*.

Pour chaque site, l'évolution à deux dates peut donc être évaluée de trois manières. **L'évolution d'un site, que ce soit positivement ou négativement, est considérée probante si au moins deux de ces trois manières débouchent sur des résultats significatifs.**

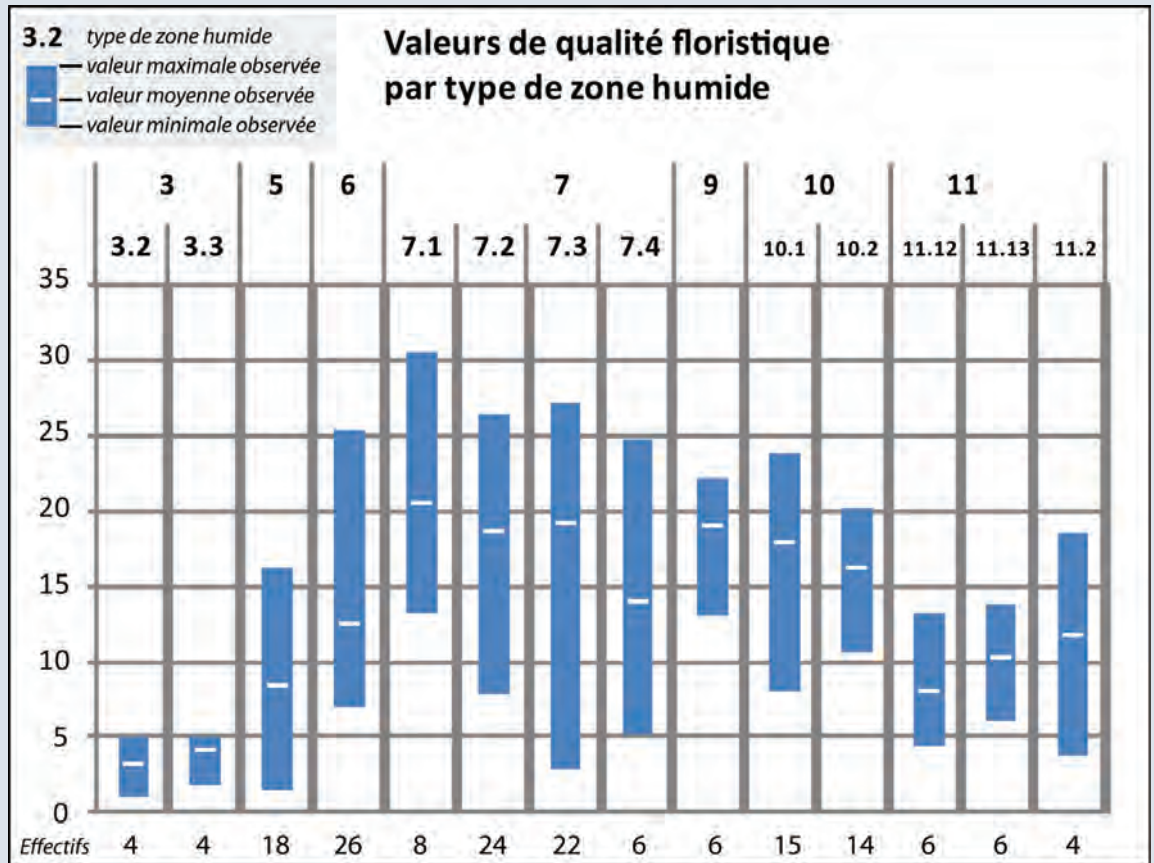
Figure 2 : histogramme des IQF des placettes





## Clés d'interprétation de la note indicatrice (Suite)

### Exemples d'amplitude des valeurs observées



## Exemple d'application

Sur le site des Mièges (Haute-Savoie), appartenant au type SDAGE 7, 20 placettes ont été échantillonnées en 2010, pour un total de 293 observations. La valeur de l'indice de qualité floristique de ce site est de 17,2, soit une valeur usuelle pour ce type de zones humides. Les histogrammes des valeurs par placettes et des occurrences d'espèces par valeurs indicatrices sont ceux des figures 1 et 2.

Nous avons simulé des données pour l'année 2015 (Annexe 2), en basant cette simulation sur une diminution des valeurs de l'ordre de 5%, en concentrant cette baisse sur une partie du site seulement (placettes 10 à 20).

La médiane des valeurs des placettes vaut 16,6 en 2015, soit un écart de 0,6 entre les deux dates.

L'écart observé est inférieur à celui que l'on peut imputer aux diverses sources d'erreurs possibles et n'est donc pas significatif de ce point de vue.

Le coefficient de Cramer vaut 0,19 (Annexe 2) et est donc "significatif" quoique faiblement (car  $> 0.1$  mais  $< 0.3$ ).

L'histogramme des valeurs par placettes pour les deux années est donné figure 3. On constate que la distribution est à peu près unimodale en 2010 (bien qu'il y ait plusieurs valeurs modales), mais plutôt bimodale (un pic entre 10,0 et 14,9 et un autre entre 20,0 et 24,9) : on ne peut donc pas appliquer le test statistique de Wilcoxon.

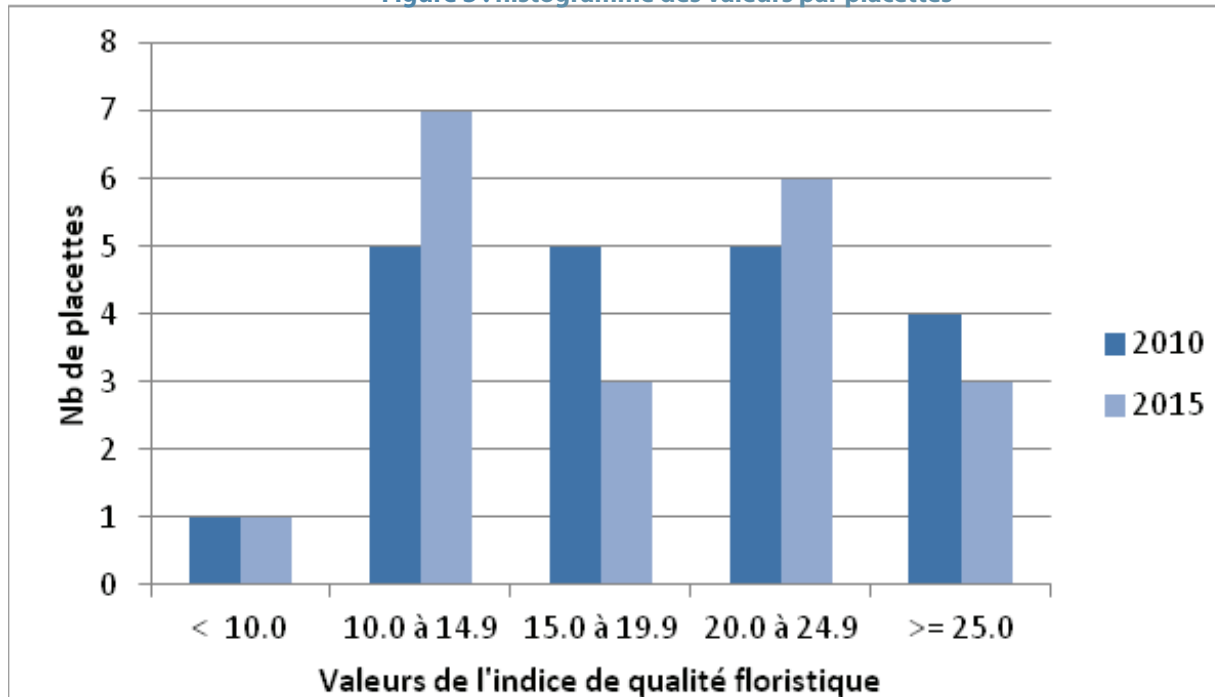
Une seule méthode d'évaluation indique que les différences observées entre 2010 et 2015

**Exemple d'application (Suite)**

*sont significatives : on peut conclure qu'il n'y a pas d'évolution de l'indice de qualité floristique pour ce site entre les deux dates.*  
 Toutefois, une des méthodes donne un résultat positif d'une part et une évolution différente

*entre les placettes semble se dessiner d'autre part. Il conviendrait de regarder si ces placettes ne concernent pas un seul transect, une partie du site seulement pouvant être affectée par exemple.*

**Figure 3 : histogramme des valeurs par placettes**



**Bibliographie**

DAGNELIE P., 2011. *Statistique théorique et appliquée. Tome 2. Inférence statistique à une et à deux dimensions.* De Boeck (ed.), Bruxelles, 736 p.

SOKALI R.R. & ROHLF F.J., 2012. *Biometry : the principles and practice of statistics in biological research.* 4th edition, W. H. Freeman and Co. (eds.), New York. 937 p.

RAKOTOMALALA R., 2008. *Comparaisons de populations. test non paramétriques. Version 1,* téléchargeable à l'adresse suivante : [http://eric.univ-lyon2.fr/~ricco/cours/cours/Comp\\_Pop\\_Tests\\_Nonparametriques.pdf](http://eric.univ-lyon2.fr/~ricco/cours/cours/Comp_Pop_Tests_Nonparametriques.pdf)

SPRENT P., 1993. *Statistiques non paramétriques.* INRA (ed.), Paris, 294 p.

RAKOTOMALALA R., 2011. *Etude des dépendances - Variables qualitatives. Tableau de contingence et mesures d'association. Version 2,* téléchargeable à l'adresse suivante : [http://eric.univ-lyon2.fr/~ricco/cours/cours/Dependance\\_Variables\\_Qualitatives.pdf](http://eric.univ-lyon2.fr/~ricco/cours/cours/Dependance_Variables_Qualitatives.pdf)

TOMASSONE R., DERVIN C, MASSON J-P. 1993. *Biométrie. Modélisation de phénomènes biologiques.* Masson (ed.), Paris, 553 p.



## SITE

Id. \_\_\_\_\_ Nom \_\_\_\_\_

Date \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_ Observateur \_\_\_\_\_

## POINT D'OBSERVATION

Altitude ----- m  
 Coordonnées X = -----  
 Y = -----

## RELEVÉ FLORISTIQUE

N° de relevé \_\_\_\_\_  
 Surface du relevé (m<sup>2</sup>) \_\_\_\_\_  
 Relevé emboîté  
 N° du relevé de taille supérieure \_\_\_\_\_  
 Durée d'observation \_\_\_\_\_

Remarques diverses

1 - Situation  terrain plat  en pente  forte

2 - Exposition  N  NW  W  SW  S  SE  NE  E

Espèce et sous-espèce	Cocher et récolte (A, a, sa) (de + à 5)		Espèce et sous-espèce	Cocher et récolte (A, a, sa) (de + à 5)	
	Strate (h, m)	Abond.		Strate (h, m)	Abond.
01	<input type="checkbox"/>		26	<input type="checkbox"/>	
02	<input type="checkbox"/>		27	<input type="checkbox"/>	
03	<input type="checkbox"/>		28	<input type="checkbox"/>	
04	<input type="checkbox"/>		29	<input type="checkbox"/>	
05	<input type="checkbox"/>		30	<input type="checkbox"/>	
06	<input type="checkbox"/>		31	<input type="checkbox"/>	
07	<input type="checkbox"/>		32	<input type="checkbox"/>	
08	<input type="checkbox"/>		33	<input type="checkbox"/>	
09	<input type="checkbox"/>		34	<input type="checkbox"/>	
10	<input type="checkbox"/>		35	<input type="checkbox"/>	
11	<input type="checkbox"/>		36	<input type="checkbox"/>	
12	<input type="checkbox"/>		37	<input type="checkbox"/>	
13	<input type="checkbox"/>		38	<input type="checkbox"/>	
14	<input type="checkbox"/>		39	<input type="checkbox"/>	
15	<input type="checkbox"/>		40	<input type="checkbox"/>	
16	<input type="checkbox"/>		41	<input type="checkbox"/>	
17	<input type="checkbox"/>		42	<input type="checkbox"/>	
18	<input type="checkbox"/>		43	<input type="checkbox"/>	
19	<input type="checkbox"/>		44	<input type="checkbox"/>	
20	<input type="checkbox"/>		45	<input type="checkbox"/>	
21	<input type="checkbox"/>		46	<input type="checkbox"/>	
22	<input type="checkbox"/>		47	<input type="checkbox"/>	
23	<input type="checkbox"/>		48	<input type="checkbox"/>	
24	<input type="checkbox"/>		49	<input type="checkbox"/>	
25	<input type="checkbox"/>		50	<input type="checkbox"/>	

Structure de la végétation	Recouvrement (%)		Hauteur (m)
Strate arborée (A)			
arborescente (a)			
sous-arborescente (sa)			
herbacée (h)			
muscinale (m)			

Physionomie (cocher)	Recouvrement (%)		Hauteur (m)
<input type="checkbox"/> AL	<input type="checkbox"/> BM	<input type="checkbox"/> LA	<input type="checkbox"/> BFH
<input type="checkbox"/> AQ	<input type="checkbox"/> HM	<input type="checkbox"/> FU	<input type="checkbox"/> BCH
<input type="checkbox"/> EC	<input type="checkbox"/> GH		
<input type="checkbox"/> EX	<input type="checkbox"/> MC		
<input type="checkbox"/> FO	<input type="checkbox"/> PH		
<input type="checkbox"/> RB	<input type="checkbox"/> MG		
	<input type="checkbox"/> CN		
placette (2 x 2)	(4 x 4)	(7 x 7)	(15 x 15)
surface 4	16	49	225

Description du milieu (en français)

## N° de transect :

localiser les relevés et sondages pédologiques  
 noter la distance entre les  
 différents habitats et les codes CB

Début X = \_\_\_\_\_  
 Y = \_\_\_\_\_



Fin X = \_\_\_\_\_  
 Y = \_\_\_\_\_

échelle : \_\_\_\_\_



Flore

Rhôméo

## Physionomie des formations végétales

Quatre types de physionomie dite simplifiée (ou formation végétale = physionomie au sens strict) sont définies comme étant, chacune, une formation végétale dominée par une seule strate de végétation. Nous avons retenu ici les quatre strates de végétation d'usage courant dans les travaux phytosociologiques : herbacée, sous-arbustive, arbustive et arborescente, sans pour autant avoir rassemblé des éléments de définition clairs. A défaut de documentation sur les critères utilisés, on peut considérer que chaque strate correspond à un ou plusieurs types biologiques dominants :

- Herbacée : thérophytes, geophytes, hémicryptophytes, nano-chaméphytes
- Sous-arbustive : autres chaméphytes, nano-phanérophytes
- Arbustive : mésophanérophytes
- arborescente : méga-phanérophytes

Ces physionomies simplifiées sont déclinées en physionomies détaillées dans les tableaux ci-dessous.

Dans les tableaux principaux, nous avons surligné en couleur claire les formations typiques des zones humides et en couleur foncée celles pour lesquelles une partie des habitats concernés se rencontre en zone humide.

### Caractérisation des physionomies détaillées

<i>Physionomie simplifiée ARBUSTIVE (FA)</i>		
FS	<b>Fourré sempervirent</b>	Formation dominée par des espèces à feuillage persistant, épineuses ou non (Buxaie, Juniperaie, ...)
FM	<b>Fourré mésophile à sec</b>	Formation dominée des espèces caducifoliées des autres situations (Coryllaie, coudraie, accru à ..., fourré à Amelanchier, ...).
FU	<b>Fourré humide</b>	Formation dominée des espèces caducifoliées des sols engorgés, des bordures d'eaux calmes et courantes (saulaie arbustive, fourré à bourdaine, ...). Les aulnaies vertes sont traitées sous FM
FR	<b>Fourré artificiel</b>	ex : haie bocagère
<i>Physionomie simplifiée ARBORESCENTE (FT)</i>		
BFM	<b>Boisement feuillu (mésophile à sec)</b>	Formation dominée par des espèces feuillues (> 75 % de recouvrement) caducifoliées des autres situations, sèches ou mésophiles
BFH	<b>Boisement feuillu humide</b>	Formation dominée par des espèces feuillues (> 75 % de recouvrement) caducifoliées des sols engorgés (nappe affleurante ou peu profonde) et des situations alluviales et riveraines (nappe circulante à niveau variable et crues). Les boisements à sous bois de mégaphorbiaie non riverain ou alluviaux sont traités sous BFM.
BCM	<b>Boisement de conifère (mésophile à sec)</b>	Formation dominée par les conifères (> 75 % recouvrement) des situations sèches ou mésophiles. Les pré-bois de Mélèze, Arolle, Pin à crochet et de Thurifère sont considérés comme des formations arborescentes dès 15 % de recouvrement (au lieu de 30 % pour les autres essences).
BCH	<b>Boisement de conifères humide</b>	Formation dominée par les conifères (> 75 % recouvrement) des sols humides ou engorgés. Les pré-bois de Pin à crochet sur tourbe sont considérés comme des formations arborescentes dès 15 % de recouvrement (au lieu de 30 % pour les autres essences).
BMI	<b>Boisement mixte</b>	Formation mixte conifères/feuillus ou feuillus sempervirents/feuillus caducifolié dans laquelle aucune des essences atteint individuellement 75 % de la surface. Les combinaisons mixtes d'essences sont retenues dans la liste de peuplements.
BFS	<b>Boisement feuillu sempervirent</b>	Formation dominée par des espèces feuillues (> 75 % de recouvrement) sempervirentes
BA	<b>Boisement artificiel</b>	

## Physionomie des formations végétales (Suite)

Physionomie simplifiée HERBACEE (FH)		
AL	<b>Alluvions</b> (Végétation herbacée pionnière des)	Formation très ouverte pionnière des alluvions actifs, régulièrement perturbés et alimentés, des torrents, des rivières et des fleuves à régime nival (bilan hydrique largement déficient sur un substrat très drainant), riches en galets mêlés ou non de terre fine.
CN	<b>Combe à neige</b> (Végétation des)	Formation à degré d'ouverture variable des zones longuement enneigées de l'étage alpin (rare au subalpin) souvent dominée par des nanophanérophyles du genre Salix. Substrat variable, formes minérales caractérisées le tassement des éléments du substrat (fins à moyens)
DA	<b>Dalles rocheuses</b> (Végétation pionnière des)	Formation herbacée ouverte pionnière des affleurements rocheux (souvent tabulaires avec pente peu marqué), riche en plantes grasses et à composition mixte vivaces et annuelles. Elle comprend la végétation pionnière des lapiaz vifs
RO	<b>Parois et façades rocheuses</b> (Végétation des)	Formation clairsemée des anfractuosités rocheuses, végétation saxicole au sens strict, incluant la végétation des rochers frais méridionaux mais pas les suintements quasi permanents
EB	<b>Éboulis</b> (Végétation des)	Formation très ouverte pionnière des éboulis et chaos rocheux, actifs ou stabilisés, comprenant la végétation colonisant les moraines. Formation caractérisée par la (quasi) absence de sol. Ne comprend pas les formations pionnières à saules nains des chaos rocheux longuement enneigés qui sont à coder sous CN (combes à neige)
GH	<b>Grands héliophytes</b> (Communauté de)	Formation souvent dense de grands héliophytes graminéoïdes (roselières au sens large à Phragmites, Phalaris, Typha, Schoenoplectus, Cladium...) comprenant à la fois les communautés franchement aquatique et les communautés terrestres (atterries).
RB	<b>Petits héliophytes</b> (Communauté de)	Formation souvent clairsemée de petits héliophytes non graminéoïdes des eaux stagnantes peu profondes à niveau variable (Sparganium spp., Alisma spp., Equisetum fluviatile, Oenanthe aquatica, Rorippa amphibia, Butomus umbellatus, Sagitaria sagitifolia), également appelé roselière basse.
MC	<b>Magnocariçaie</b>	Formation haute dominée par des héliophytes de la famille des cypéracées comprenant à la fois les communautés franchement aquatiques et des communautés terrestres à sol mouillé une partie de l'année.
HM	<b>Haut-marais</b>	Formation mixte bryophytique (sphaignes), herbacée (cypéracée) et sous-arbustive (éricacées) formant un paysage lâchement moutonné de buttes de sphaignes et de creux plus ou moins inondés
BM	<b>Bas-marais et marais de transition</b>	Formation basse dominée par des cypéracées de petites et moyennes taille à nappe d'eau proche ou juste au dessus de la surface. Comprend aussi les formations amphibies franchement aquatiques (ceinture à Eriophorum scheuchzeri) des étages subalpin et alpin.
MG	<b>Mégaphorbiaie</b>	Formation dense et haute dominée par des dicotylédones à feuillage très recouvrant des milieux frais à humides, riches en éléments minéraux. Comprend aussi les formations montagnardes à subalpines mésophiles composition mixte entre graminées et dicotylédones (Calamagrostis sp. souvent), d'origine naturelle (prairies de couloirs d'avalanche). Plaine, montagnard et subalpin. Urtica, Anthriscus, Convolvulus, lisière nitrophiles ?
AQ	<b>Végétation aquatique</b>	Ensemble vaste de formations végétales strictement aquatiques (non héliophytiques), des eaux stagnantes et courantes, enracinées ou libres, immergées ou submergées. Comprend les herbiers à Sparganium angustifolium des étages subalpin et alpin.
FO	<b>Végétation fontinale</b>	Formation en majorité dominée par les bryophytes, avec végétation vasculaire peu diversifiée mais parfois assez recouvrante (Epilobium alsinifolium, Saxifraga aizoides, Carex frigida), colonisant les sources, les bords de ruisselets et les rochers suintants, milieux imbibé en permanence
EC	<b>Bordure d'eaux courantes</b> (Végétation amphibie des)	Formation amphibie vivace dense (petits héliophytes souvent) et entremêlée occupant les petits cours d'eau et leurs berges ainsi que les lones et bras-mort à courant faible (comprend les herbiers à Glyceria, Berula, Apium, Nasturtium et Leersia).
EX	<b>Grèves exondées</b> (Végétation pionnière des)	Formation pionnière annuelle et vivace de petite taille (Eleocharis acicularis, Littorella uniflora, Ludwigia palustris, Juncus bulbosus...) ou plus haute (Polygonum lapathifolium, Bidens pl.sp. etc.). des zones périodiquement exondées des eaux stagnantes et courantes, végétation à caractère amphibie souvent marqué.
PS	<b>Pelouse</b> (de basse et moyenne altitude)	Formation basse diversifiée, de hauteur moyenne inférieure à 50 cm à dominante graminéenne, des sols maigres des étages planitiaire, collinéen et montagnard. Recouvrement minéral variable, comprend aussi les pelouses rocailleuses de colonisation d'éboulis et des roches altérées. La hauteur de certaines formations (ex. formation dense à Brome érigé) doit être examinées attentivement pour distinguer la pelouse de la prairie.

## Physionomie des formations végétales (Suite)

Physionomie simplifiée HERBACEE (FH)		
PA	<b>Pelouse alpine et pâturage d'altitude</b>	étages supérieurs (subalpin et alpin). Recouvrement minéral souvent important, comprend aussi les pelouses rocailleuses de colonisation d'éboulis et des roches altérées. L'altitude est le critère déterminant.
TH	<b>Pelouse pionnière annuelle</b>	Formation très ouverte primaire dominée par espèces annuelles de petite taille à cycle court, fréquemment sur substrats fins et mobiles
PH	<b>Prairie humide (et pelouse humide)</b>	Formation herbacée d'origine anthropique diversifiée, dense et haute à dominante graminéenne, fauchée et/ou pâturée, humide à mouillée (nappe affleurante) une partie de l'année, périodiquement inondée. Les prairies alluviales à <i>Arrhenatherum elatius</i> à tendance mésohygrophile des niveaux topo supérieurs sont traitées sous PM. Les formations basses méditerranéennes à <i>Deschampsia media</i> sont comprises dans PH.
PM	<b>Prairie (mésophile et méso-xérophile)</b>	Formation diversifiée d'origine anthropique, dense et haute à dominante graminéenne de hauteur supérieure à 50 cm, fauchée et/ou pâturée, temporairement humide, exceptionnellement inondée et mouillée. Les formations semi hautes pâturées d'altitude ne sont pas comprises. La hauteur de certaines formations (ex. formation dense à Brome érigé) doit être examinée attentivement pour distinguer la pelouse de la prairie. Les formations naturelles montagnardes à hautes herbes mixtes (graminées et dicotylédones) sont à coder sous MG Mégaphorbiaie.
OU	<b>Ourllet herbacé maigre</b>	Formation mésophile à méso-xérophile, peu élevée, développées sur des terrains maigres en bordure externe de végétations arbustives et forestières (conditions héliophiles à héliophiles) ou colonisant d'anciens espaces agro-pastoraux, dominée par des espèces à développement tardif, parmi lesquels les graminées sont (co-)dominantes. Les formations à <i>Rubus</i> sont codées OU ou OF en fonction de leur situation. Les manteaux arbustifs sont traités dans les fourrés quand le recouvrement arbustif > 25 %, < 25 %, ils sont traités ici
OF	<b>Coupes et ourlets forestiers</b>	Formation intraforestière, constituée de grandes dicotylédones vivaces colonisant les coupes forestières récentes et les clairières à sol riches, ou de dicotylédones moins grande en situation de lisière et de clairière ( <i>Aegopodium</i> , ...). Comprend également les formations de lisière intraforestières dominées par des graminées ( <i>Festuca gigantea</i> , <i>Bromus ramosus</i> / <i>benekenii</i> , <i>Calamagrostis varia</i> , <i>Elytrigia</i> / <i>Roegneria</i> ou encore à <i>Hordelymus europaeus</i> ). A préciser JCV. Comprend les ronciers forestiers. Les formations riveraines à <i>Petasites albus</i> (souvent intraforestières) sont codées sous MG – Mégaphorbiaie. Les formations de lisière humides à <i>Petasites albus</i> sont quant à elles traitées ici.
RU	<b>Friche herbacée et végétation rudérale</b>	Formation dominée par des espèces annuelles et/ou bisannuelles des terrains agricoles, urbains, industriels irrégulièrement perturbé, souvent nitrophile. Comprend aussi la végétation rudérale vivace des reposoirs à bestiaux et des friches à graminées (chiendent) sur anciens terrains agricoles. Comprend également les formations vivaces de substitution de xénopytes ( <i>Reynoutria japonica/bohemica</i> ou <i>Impatiens glandulifera</i> ).
CU	<b>Cultures (Végétation des)</b>	Formation basse et très ouverte dominée par des plantes annuelles (à bisannuelles) des terrains agricoles exploités et les cultures arboricoles à terre retournée.
HY	<b>Végétation rase hyperpiétinée</b>	Formation dominée par des plantes annuelles prostrées supportant le piétinement régulier de toute nature
MU	<b>Murs (Végétation anthropique des)</b>	Formation colonisant les murs
AR	<b>Autre formation herbacée artificielle</b>	
Physionomie simplifiée SOUS-ARBUSTIVE (FSA)		
LA	<b>Lande et landine</b>	Formation végétale dominée par des petits chaméphytes (landines) ou des grands chaméphytes (landes). Les seuils de recouvrement de la strate sous-arbustive sont donnés dans « Physionomies complexes ».
GA	<b>Garrigue (incluant les et ourlets herbacés méditerranéens)</b>	Formation végétale dominée par des chaméphytes des secteurs supra- et oroméditerranéens

## Physionomie des formations végétales (Suite)



Une mise en correspondance entre cette typologie et d'autres largement utilisées a été faite. En ce qui concerne la phytosociologie au niveau de l'alliance, chaque unité de la typologie physionomique correspond à plusieurs alliances. Ceci n'a rien d'étonnant. Dans l'autre sens, c'est l'inverse qui est la règle, c'est-à-dire qu'une alliance n'est comprise que dans une seule unité physionomique. Il existe quelques exceptions cependant où une alliance peut être traitées suivant les cas dans deux physionomies distinctes. Ces alliances « problématiques » sont listées dans le tableau suivant

### Liste des alliances rattachables à deux physionomies

Alliance	CodeProdrome	PhysioDet1	PhysioDet2
Convolvulion sepium	28.0.1.0.1	MG - Mégaphorbiaie	RU - Friche herbacée et végétation rudérale
Aegopodion podagrariae	29.0.1.0.1	OF - Coupes et ourlets forestiers	RU - Friche herbacée et végétation rudérale
Corynephorion canescentis	36.0.1.0.1	PS - Pelouse	TH - Pelouse pionnière annuelle
Littorellion uniflorae	38.0.1.0.1	EX - Grèves exondées	AQ - Végétation aquatique
Molinio caeruleae-Quercion roboris	57.0.2.0.3	BFM - Boisement feuillu	BFH - Boisement feuillu humide
Fraxino excelsioris-Quercion roboris	57.0.3.1.1	BFM - Boisement feuillu	BFH - Boisement feuillu humide
Salicion helveticae	10.0.1.0.2	FM – Fourré mésophile	FU - Fourré humide
Salicion lapponi-glaucosericeae	10.0.1.0.3	FM – Fourré mésophile	FU - Fourré humide
Berberidion vulgaris	20.0.2.0.7	FM – Fourré mésophile	FS - Fourré sempervirent
Salici cinereae-Rhamnion catharticae	20.0.2.0.10	FM – Fourré mésophile	FU - Fourré humide
Cephalanthero rubrae-Pinion sylvestris	24.0.2.0.1	BCM - Boisement de conifère	BMI - Boisement mixte
Piceion excelsae	74.0.3.0.1	BCM - Boisement de conifère	BCH - Boisement de conifères humide
Cephalanthero rubrae-Fagion sylvatica	57.0.3.2.1	BFM - Boisement feuillu	BMI - Boisement mixte
Fagion sylvatica	57.0.3.3.1	BFM - Boisement feuillu	BMI - Boisement mixte
Luzulo luzuloidis-Fagion sylvatica	57.0.3.3.3	BFM - Boisement feuillu	BMI - Boisement mixte
Salicion triandrae	62.0.1.0.1	FU – Fourré humide	FM - Fourré mésophile
Salicion incanae	62.0.1.0.2	FM – Fourré mésophile	FU - Fourré humide
Alysso alyssoidis-Sedion albi	65.0.2.0.1	DA – Dalles rocheuses	TH - Pelouse pionnière annuelle
Sedo albi-Veronicion dillenii	65.0.2.0.2	DA – Dalles rocheuses	TH - Pelouse pionnière annuelle
Sedion micrantho-sediformis	65.0.2.0.3	DA – Dalles rocheuses	TH - Pelouse pionnière annuelle
Knaution gracilis	72.0.1.0.3	OU – Ourlet maigre	OF - Coupes et ourlets forestiers
Betulion pubescentis	74.0.2.0.1	BFH - Boisement feuillu humide	BCM - Boisement de conifère

Pages suivantes

**Correspondances entre physionomies et alliances phytosociologiques (la nomenclature est celle du Prodrome des végétations de France)**

## Physionomie des formations végétales (Suite)



Code	Libellé	Alliance (en italique les alliances problématiques)
AL	Alluvions	Epilobion fleischeri
		Glaucion flavi
AQ	Végétation aquatique	Batrachion fluitantis
		Hydrocharition morsus-ranae
		Lemnion minoris
		Lemnion trisulcae
		<i>Littorellion uniflorae</i>
		Nymphaeion albae
		Potamion pectinati
		Potamion polygonifolii
		Ranunculion aquatilis
		Scorpidio scorpidioidis-Utricularion minoris
Sphagno cuspidati-Utricularion minoris		
BCH	Bois. conifères humide	<i>Piceion excelsae</i>
BCM	Boisement de conifère	<i>Betulion pubescentis</i>
		<i>Cephalanthero rubrae-Pinion sylvestris</i>
		Deschampsio flexuosae-Pinion sylvestris
		Erico carneae-Pinion sylvestris
		Juniperion thuriferae
		Ononido rotundifolii-Pinion sylvestris
		<i>Piceion excelsae</i>
BFH	Boisement feuillu humide	Alnion glutinosae
		Alnion incanae
		<i>Betulion pubescentis</i>
		<i>Fraxino excelsioris-Quercion roboris</i>
		<i>Molinio caeruleae-Quercion roboris</i>
		Osmundo regalis-Alnion glutinosae
		Populion albae
		Salicion albae
Sphagno-Alnion glutinosae		
BFM	Boisement feuillu	Acerion pseudoplatani
		Carpinion betuli
		<i>Cephalanthero rubrae-Fagion sylvaticae</i>
		<i>Fagion sylvaticae</i>
		<i>Fraxino excelsioris-Quercion roboris</i>
		<i>Luzulo luzuloidis-Fagion sylvaticae</i>
		<i>Molinio caeruleae-Quercion roboris</i>
		Polysticho setiferi-Fraxinion excelsioris
		Quercion pubescenti-sessiliflorae

Code	Libellé	Alliance (en italique les alliances problématiques)
BFM	Boisement feuillu	Quercion roboris
		Rubo caesii-Populion nigrae
		Tilio platyphylli-Acerion pseudoplatani
		Tilion platyphylli
BFS	Bois. feuillu sempervirent	Quercion ilicis
BM	Bas-marais et marais de transition	Caricion davallianae
		Caricion fuscae
		Caricion incurvae
		Caricion lasiocarpae
		Rhynchosporion albae
BMI	Boisement mixte	<i>Cephalanthero rubrae-Fagion sylvaticae</i>
		<i>Cephalanthero rubrae-Pinion sylvestris</i>
		<i>Fagion sylvaticae</i>
		<i>Luzulo luzuloidis-Fagion sylvaticae</i>
CN	Combe à neige	Arabidion caeruleae
		Salicion herbaceae
CU	Cultures	Caucalidion lappulae
		Diplostaxion erucoidis
		Panico crus-galli-Setarion viridis
		Roemerion hybridae
		Scleranthion annui
		Veronico agrestis-Euphorbion peplus
DA	Dalles rocheuses	<i>Alysso alyssoidis-Sedion albi</i>
		<i>Sedion micrantho-sediformis</i>
		Sedo albi-Scleranthion biennis
EB	Éboulis	Allosouro crisperi-Athyrium alpestris
		Androsacion alpinae
		Arabidion alpinae
		Drabion hoppeanae
		Dryopteridion abbreviatae
		Dryopteridion submontanae
		Galeopsion segetum
		Petasition paradoxii
		Scrophularion juratensis
		Senecionion leucophylli
Stipion calamagrostis		
Thlaspion rotundifolii		

## Physionomie des formations végétales (Suite)



Code	Libellé	Alliance (en italique les alliances problématiques)
EC	Bordure d'eaux courantes	Apion nodiflori Glycerio fluitantis-Sparganion neglecti
EX	Grèves exondées	Bidention tripartitae Chenopodion rubri Cicendion filiformis Elatino triandrae-Eleocharition ovatae Eleocharition acicularis Elodo palustris-Sparganion Helochloion schoenoidis <i>Littorellion uniflorae</i> Nanocyperion flavescens Radiolion linoidis
FM	Fourré mésophile	Alnion viridis <i>Berberidion vulgaris</i> Carpino betuli-Prunion spinosae Corylo avellanae-Populion tremulae Cytision oromediterraneo-scoparii Lonicerion periclymeni Pruno spinosae-Rubion radulae Pruno spinosae-Rubion ulmifolii <i>Salici cinereae-Rhamnion catharticae</i> <i>Salicion helveticae</i> <i>Salicion incanae</i>
FO	Végétation fontinale	Cardamino amarae-Montion fontanae Caricion remotae Cratoneurion commutati Dermatocarpion rivulorum Epilobio nutantis-Montion fontanae Pellion endiviifoliae Riccardio pinguis-Eucladion verticillati
FS	Fourré sempervirent	<i>Berberidion vulgaris</i>
FU	Fourré humide	<i>Salici cinereae-Rhamnion catharticae</i> <i>Salicion cinereae</i> <i>Salicion helveticae</i> <i>Salicion incanae</i> <i>Salicion lapponi-glaucosericeae</i> <i>Salicion triandrae</i>
GA	Garrigue	Brachypodion phoenicoidis Dactylo hispanici-Helichryson staechadis

Code	Libellé	Alliance (en italique les alliances problématiques)
GA	Garrigue	Helianthemum italicum-Aphyllanthion monspeliensis Lavandulo angustifoliae-Genistion cinerea Phlomidio lychnitidis-Brachypodion retusi Rosmarinon officinalis
GH	Grands héliophytes	Phalaridion arundinaceae Phragmition communis
HM	Haut-marais	Sphagnion medii
HY	Végétation rase hyperpiétinée	Lolio perennis-Plantaginon majoris Poion supinae Polygono arenastri-Coronopodion squamati Saginion procumbentis
LA	Lande	Arctostaphylo-Cetrarion nivalis Calluno vulgaris-Arctostaphyloion uvae-ursi Ericion carnea Genistion tinctorio-germanicae Genisto pilosae-Vaccinon uliginosi Juniperion nanae Loiseleurion procumbentis-Vaccinon microphylli Rhododendro ferruginei-Vaccinon myrtilli
MC	Magnocariçaie	Carici pseudocyperi-Rumicion hydrolapathi Caricion gracilis Magnocaricion elatae
MG	Mégaphorbiaie	Adenostyloion alliariae Arunco dioici-Petasition albi Calamagrostion arundinaceae Calamagrostion villosae <i>Convolvulion sepium</i> Dorycnion recti Filipendulo ulmariae-Petasition Petasition officinalis Thalictro flavi-Filipendulion ulmariae
MU	Murs	Cymbalarion muralis-Asplenion rutae-murariae Parietario judaicae-Galion muralis
OF	Coupes et ourlets forestiers	<i>Aegopodion podagraricae</i> Atropion belladonnae Epilobion angustifolii Geo urbani-Alliarion petiolatae Impatienti noli-tangere-Stachyion sylvatica <i>Knaution gracilis</i>

## Physionomie des formations végétales (Suite)

Code	Libellé	Alliance (en italique les alliances problématiques)
OU	Ourlet maigre	Conopodio majoris-Teucrion scorodoniae
		Geranium sanguinei
		Holco mollis-Pteridion aquilini
		<i>Knaution gracilis</i>
		Melampyron pratensis
		Melampyro sylvatici-Poion chaixii
		Potentillo erectae-Holcion mollis
		Trifolion medii
PA	Pelouse alpine et pâturage d'altitude	Avenion sempervirentis
		Caricion curvulae
		Caricion ferrugineae
		Festucion variae
		Nardion strictae
		Oxytropido-Elynon myosuroidis
		Poion alpinae
PH	Prairie humide	Alopecurion pratensis
		Alopecurion utriculati
		Bromion racemosi
		Deschampsio mediae-Molinion arundinaceae
		Deschampsion mediae
		Juncion acutiflori
		Mentho longifoliae-Juncion inflexi
		Molinion caeruleae
		Oenanthion fistulosae
		Paspalo distichi-Agrostion semiverticillatae
		Potentillion anserinae
PM	Prairie mésophile	Arrhenatherion elatioris
		Brachypodio rupestris-Centaureion nemoralis
		Cynosurion cristati
		Trisetio flavescentis-Polygonion bistortae
PS	Pelouse	Carici arenariae-Festucion filiformis
		<i>Corynephorion canescentis</i>
		Diantho gratianopolitani-Melicion ciliatae
		Galio saxatilis-Festucion filiformis
		Genistion lobelii
		Koelerio macranthae-Phleion phleoidis
		Mesobromion erecti
		Ononidion cenisiae
		Ononidion striatae

Code	Libellé	Alliance (en italique les alliances problématiques)
PS	Pelouse	Ononidion striatae
		Seslerion elegantissimae
		Stipo capillatae-Poion carniolicae
		Violion caninae
		Xerobromion erecti
RB	Petits héliophytes	Oenanthion aquaticae
RO	Parois et façades rocheuses	Adiantion capilli-veneris
		Androsacion vandellii
		Asplenion glandulosi
		Asplenion septentrionalis
		Dianthion gratianopolitani
Phagnalo saxatilis-Cheilanthion maderensis		
RU	Friche herbacée et végétation rudérale	<i>Aegopodium podagrariae</i>
		Arabidopsion thalianae
		Arction lappae
		Artemisio absinthii-Agroprion intermedii
		Bromo-Oryzopsion miliaceae
		Chenopodion muralis
		<i>Convolvulion sepium</i>
		Convolvulo arvensis-Agroprion repentis
		Dauco carotae-Melilotion albi
		Drabo muralis-Cardaminion hirsutae
		Falcario vulgaris-Poion angustifoliae
		Geranio pusilli-Anthriscion caucalidis
		Hordeion murini
		Malvion neglectae
		Onopordion acanthii
		Onopordion nervosi
Rumicion pseudalpini		
Silybo mariani-Urticion piluliferae		
Sisymbrium officinalis		
Valantio muralis-Galion muralis		
TH	Pelouse pionnière annuelle	<i>Alysso alyssoidis-Sedion albi</i>
		<i>Corynephorion canescentis</i>
		Helianthemion guttati
		<i>Sedion micrantho-sediformis</i>
		<i>Sedo albi-Veronicion dillenii</i>
		Sileno conicae-Cerastion semidecandri
		Thero-Airion Tüxen
		Trachynion distachyae

## Pression d'échantillonnage

Taille du site en hectare	Nb habitats	Nb minimum de relevés	Densité minimale de relevé à l' hectare
1 ha		3	3
Entre 1 et 10 ha	<5	5	0.5
	>=5	10	1
Entre 10 et 50 ha	<5	10	0.2
	>=5	20	0.4
Entre 50 et 200 ha	<10	20	0.1
	>=10	40	0.2
Plus de 200 ha <sup>1</sup>	<10	50	~ 0.06
	>=10	60	~ 0.07

## Structure de la végétation et taille des placettes

Type de structure	Physionomie détaillée	Placette Taille en m <sup>2</sup> (dimensions) en m	Remarque
Végétation herbacée aquatique et terrestre rase	<b>AL</b> : Végétation herbacée pionnière des alluvions	4 (2 x 2)	Comprend en partie les formes pionnières des bas-marais alpins à <i>Carex bicolor</i> .
	<b>AQ</b> : Végétation aquatique	4 (2 x 2)	Comprend aussi les gouilles à Utriculaires des tourbières des hauts-marais. Observation visuelle et par grappinage
	<b>EC</b> : végétation amphibie de bordure des eaux courantes	4 (2 x 2)	La végétation des bords de torrents ou sources de l'alpin est traitée sous <b>FO</b>
	<b>EX</b> : Végétation pionnière des grèves exondées, à annuelles ou vivaces	4 (2 x 2)	Taille maximale le plus souvent ; des placettes rectangulaires, avec le moins de déclivité possible, sont préférables
	<b>FO</b> : Végétation fontinale	4 (2 x 2)	Sources, suintements, tuffières
	<b>RB</b> : communautés de petits héliophytes non graminoides	4 (2 x 2)	Des placettes rectangulaires, avec le moins de déclivité possible, sont préférables
Végétation herbacée moyenne et haute	<b>BM</b> : bas-marais et marais de transition	16 (4 x 4)	Comprend les bas-marais alcalins, et ceux à tendance acide (à <i>Carex nigra</i> , <i>Eriophorum scheuchzeri</i> ) et ceux de transition ( <i>Carex lasiocarpa</i> , <i>C. limosa</i> )
	<b>HM</b> : formation à Sphaignes et cypéracées de petite taille	16 (4 x 4)	
	<b>GH</b> : communautés des grands Hélophytes ( <i>Phragmites</i> , <i>Phalaris</i> , <i>Typha</i> , ...)	16 (4 x 4)	Comprend les roselières aquatiques ou sèches
Végétation herbacée moyenne et haute	<b>MC</b> : communautés dominées par des Cypéracées de grande taille	16 (4 x 4)	Caricaies à <i>C. acuta</i> , <i>C. riparia</i> , <i>C. acutiformis</i> , <i>C. elata</i> , <i>C. vesicaria</i> , <i>C. pseudocyperus</i> , et Cladiaies
	<b>PH</b> : prairie humide à dominante de graminées	16 (4 x 4)	Moliniaies et prairies inondables des grandes vallées alluviales à <i>Hordeum seccalinum</i> ou <i>Oenanthe fistulosa</i>
	<b>MG</b> : formation denses et hautes dominées par des Dicotylédones à feuilles larges (mégaphorbiaie) ou co-dominée par des graminées	16 (4 x 4)	
	<b>CN</b> : combes à neige de l'étage alpin (rarement plus bas)	16 (4 x 4)	
Végétation de landes ou de fourrés	<b>LA</b> : landes à Ericacées de colonisation des tourbières	49 (7 x 7)	
	<b>FU</b> : formation arbustive des sols engorgés ou de bordure des eaux courantes	49 (7 x 7)	Aulnaies vertes les plus humides, fourrés de Saules ( <i>S. cinerea</i> , <i>S. purpurea</i> , <i>S. daphnoides</i> , <i>S. breviserrata</i> , <i>S. myrsinifolia</i> , ...)
Boisements	<b>BFH, BCH</b> : tous les types de boisements humides	225 (15 x 15)	Aulnaies glutineuses ou blanches, Saules blanches, peupleraies blanches, boulaies à sphaignes, pessières à sphaignes, pinèdes à Molinie les plus humides, chênaies à Molinie

## Calcul du coefficient V de Cramer

La question posée: les occurrences des valeurs d'indice suivent-elles une distribution identique entre l'année 1 et l'année n du suivi ? Autrement dit, y a-t-il un lien (ou dépendance) entre les valeurs des indices et les années ?

Pour cela, on doit comparer nos données à un jeu de données simple à calculer et qui représente le nombre d'occurrences d'espèces ayant une valeur indicatrice en cas de distribution identique entre les deux années : c'est le jeu de données attendu s'il n'y avait aucune différence de distribution. Dans le cas attendu, les occurrences ne dépendent que de la fréquence relative de la valeur indicatrice et du nombre d'observations de l'année concernée (pour la méthode précise de calcul, voir les exemples ci-dessous).

On calcule ensuite l'écart global (appelé Khi deux) entre les occurrences observées et les occurrences attendues comme :

$$\text{Khi deux} = \left( \sum (\text{occurrences observées})^2 / \text{occurrences attendues} \right) - \text{effectif total}$$

Plus la valeur est élevée, plus l'écart entre valeurs attendues et observées est fort, et donc, plus les occurrences des valeurs indicatrices sont différentes entre les années. En théorie, cette valeur suit une loi du Khi deux et on peut tester statistiquement si la valeur observée est compatible avec l'hypothèse d'indépendance entre les valeurs et les années. Mais, comme les placettes sont appariées et que les individus statistiques ne sont pas clairement définis, le test statistique n'est pas applicable. Un coefficient normalisé (qui ne dépend pas du nombre de catégories ni de l'effectif total) dérivé de la valeur du Khi deux, appelé coefficient V de Cramer, est donc calculé pour évaluer le niveau d'association entre les occurrences des valeurs indicatrices et les années. Il vaut 0 si les effectifs sont égaux (ou proportionnels) et tend d'autant vers 1 que les occurrences sont dissemblables entre les années. Empiriquement, on qualifie le niveau d'association entre années et occurrences de :

association forte	si V > 0.5
association modérée	si V compris entre 0.3 et 0.5
association faible	si V compris entre 0.1 et 0.3
pas d'association	si V < 0.1

Attention, les valeurs fortes indiquent une association, c'est-à-dire une dépendance, entre années et valeurs indicatrices, et non pas entre années. Autrement dit, plus l'association est forte, moins la « corrélation » entre années est bonne, c'est-à-dire que la répartition relative des occurrences de valeurs indicatrices est très différente et l'évolution du site significative.

## Calcul du coefficient V de Cramer

## Application à l'indice de qualité floristique

Exemple : site des Mièges (74) ; les données disponibles pour 2010 sont les données réelles, celles pour 2015 ont été obtenues en simulant une diminution globale de 5%. Pour calculer le nombre d'occurrences attendues en 2010 pour le coefficient de conservatisme 2, on procède ainsi :

- ✓ on a 44 occurrences de la valeur 2 toutes années confondues et 293 observations en 2010, pour un effectif total cumulé sur les deux années de 607 observations ;
- ✓ le nombre d'occurrences attendu en cas d'indépendance est donc de  $44 \cdot 293 / 607 = 18.8$

Lorsque les effectifs attendus d'une valeur indicatrice sont inférieurs à 5, il est préférable de regrouper des valeurs indicatrices en sommant les effectifs.

Coefficient de conservatisme	Effectifs 2010 observés	Effectifs 2015 observés	Totaux	Effectifs 2010 attendus	Effectifs 2015 attendus
0 et 1	9	30	39	18.8	20.2
2	12	32	44	21.2	22.8
3	29	29	58	28.0	30.0
4	28	33	61	29.4	31.6
5	74	65	139	67.1	71.9
6	83	70	153	73.9	79.1
7	43	40	83	40.1	42.9
8	15	15	30	14.5	15.5
Totaux	293	314	607	293	308

On calcule ensuite l'écart global (appelé Khi deux) entre les occurrences observées et les occurrences attendues comme :

$$\text{Khi deux} = ( (9^2)/18.8 ) + ( (12^2)/21.2 ) + \dots + ( (30^2)/20.2 ) + \dots + ( (15^2)/15.5 ) - 607 = 21.9$$

On calcule le V de Cramer comme :

$$V = \sqrt{ [ (\text{Khi deux}) / ( (\text{effectif total}) * (\text{minimum (ligne-1 ; colonnes-1) ) ) ] }$$

Soit avec 8 lignes et 2 colonnes (minimum = 2 donc, minimum-1 = 1)

$$V = \sqrt{ (21.9 / 607) } = 0.19$$

Il existe une liaison entre les occurrences des valeurs indicatrices et les années, c'est-à-dire que les occurrences ne sont pas réparties de manière identique entre les deux années, mais cette liaison est faible.

## Mise en œuvre du test des rangs signés de Wilcoxon



La question posée : existe-t-il une différence de distribution des valeurs de fertilité entre les deux dates de suivi ? Autrement dit, observe-t-on des valeurs inférieures ou supérieures de fertilité (on parle de test bilatéral car il ne préjuge ni de l'un ni de l'autre) à une date donnée par rapport à l'autre ou, au contraire, ces valeurs sont-elles homogènes ? Il s'agit donc surtout d'un test de tendance centrale.

Pour cela, on utilise le test des rangs signés de WILCOXON. Il est fondé non sur les valeurs mais sur leurs rangs, ce qui permet de s'affranchir des problèmes de non normalité et de non symétrie et est surtout peu sensible aux données extrêmes, tout en étant suffisamment puissant (efficacité d'environ 95 % par rapport au test t de Student et supérieure à 100% pour des distributions non normales, asymétriques ou assez fortement étalées). Ce test suppose que les placettes sont suffisamment bien re-localisées pour pouvoir considérer les couples de placettes comme **appariées** (non indépendantes).

Soit  $n$  le nombre de placettes pour lesquelles on a des relevés pour les deux années. On calcule l'écart observé entre la première date et la seconde, puis on classe ces écarts de la plus petite valeur vers la plus grande, sans tenir compte du signe, et on leur attribue le rang correspondant. Si deux placettes ont la même valeur, elles sont exclues du calcul et on réduit l'effectif de 1.

Pour les écarts, si on a des ex-aequo, on leur attribue le rang moyen.

On calcule ensuite la somme des rangs des écarts positifs d'une part, et celle de la somme des rangs des écarts négatifs d'autre part. Si les deux distributions sont identiques ou voisines, ces sommes sont proches de  $n(n+1)/4$ , soit 105 dans les exemples ci-dessous (où  $n=20$ ), et plus l'une ou l'autre des sommes est différente de cette valeur attendue, plus l'écart observé sera significatif. Des valeurs critiques sont disponibles sur :

<http://www.cons-dev.org/elearning/stat/Tables/Tab5.html>,

Lorsque les effectifs sont suffisants (au moins 25 placettes par date), une approximation normale est applicable.



## Mise en œuvre du test des rangs signés de Wilcoxon

### Application à l'indice de qualité floristique

Exemple : site des Mièges (74) ; les données disponibles pour 2010 sont les données réelles, celles pour 2015 ont été obtenues en simulant une diminution globale de 5%.

Placette	Valeur 2010	Valeur 2015	Ecart	Ecart absolu	Rang «+»	Rang «-»
1	14.849	13.560	1.289	1.289	8	
2	24.004	24.000	0.004	0.004	1	
3	26.672	23.878	2.794	2.794	13	
4	16.252	14.523	1.729	1.729	11	
5	22.867	20.211	2.656	2.656	12	
6	25.938	21.695	4.243	4.243	18	
7	21.915	21.020	0.895	0.895	5	
8	16.583	11.520	5.063	5.063	19	
9	17.750	16.457	1.293	1.293	9	
10	20.295	23.651	-3.356	3.356		16
11	8.000	9.404	-1.404	1.404		10
12	16.667	16.654	0.013	0.013	3	
13	10.970	12.078	-1.108	1.108		7
14	14.774	14.979	-0.205	0.205		4
15	28.149	33.215	-5.066	5.066		20
16	30.237	34.236	-3.999	3.999		17
17	15.667	14.665	1.002	1.002	6	
18	13.229	13.220	0.009	0.009	2	
19	12.522	15.633	-3.111	3.111		14
20	24.012	27.231	-3.219	3.219		15

Dans ce cas précis, les données de 2015 présentant un caractère bimodal, le test de devrait pas être appliqué : dans ces conditions, il devient en effet moins puissant, c'est-à-dire qu'il deviendra peu efficace pour rejeter l'hypothèse nulle d'absence d'évolution alors qu'il y en a une. Les données sont malgré tout présentées afin d'illustrer le principe du calcul.

Dans notre cas, les sommes des rangs positifs et négatifs sont égales à 107.0 et 103.0 respectivement. Pour un test bilatéral et avec un effectif de 20, les valeurs limites sont de 52 et 37 pour un risque de 5% et 1% respectivement. Comme la plus petite des sommes (103 pour les rangs négatifs) est supérieure aux valeurs critiques, on accepterait l'hypothèse d'égalité des distributions tant au niveau de 5% qu'à celui de 1% si les conditions d'application du test étaient valides.

# LA BOÎTE A OUTILS

## RÉALISATION

Conservatoire d'espaces naturels de Savoie

## COORDINATION ÉDITORIALE

Xavier GAYTE, Delphine DANANCHER, Jérôme PORTERET

## MISE EN PAGE DES FICHES

Frédéric BIAMINO, Jérôme PORTERET

## REDACTEURS DES FICHES

## COMITÉ DE RELECTURE

François CHAMBAUD, Régis DICK, Samuel GOMEZ, Thérèse PERRIN, Émilie DUHERON, Nathalie FABRE, Rémy CLEMENT

## CRÉDITS PHOTOS

Stéphane BENCE, Frédéric BIAMINO, Manuel BOURON, François CHAMBAUD, Philippe FREYDIER, Gilles PARIGOT, Gilles PACHE, Jérôme PORTERET, Agence de l'eau Rhône-Méditerranée

INDICATEUR	REDACTEURS	PRINCIPAUX CONTRIBUTEURS
I01	Jérôme PORTERET (CEN Savoie)	Antoni ARDOUIN, Delphine DANANCHER
I02	Gilles PACHE (CBNA)	Héloïse VANDERPERT, Nathalie MOLNAR, Delphine DANANCHER
I03	Jérôme PORTERET (CEN Savoie)	Nathalie MOLNAR, Delphine DANANCHER
I04	Célia RODRIGUEZ (LEHNA, UMR CNRS 5023)	Gudrun BORNETTE, Charlotte GRASSET
I05	Stéphane BENCE (CEN PACA)	Audrey PICHARD, Yoan BRAUD,
I06	Gilles PACHE (CBNA)	Héloïse VANDERPERT, Nathalie MOLNAR, Delphine DANANCHER
I07	Célia RODRIGUEZ (LEHNA, UMR CNRS 5023)	Gudrun BORNETTE, Hélène BAILLET, Félix VALLIER
I08	Gilles PACHE (CBNA)	Héloïse VANDERPERT, Nathalie MOLNAR, Delphine DANANCHER
I09	Stéphane BENCE (CEN PACA)	Audrey PICHARD, Yoan BRAUD,
I10	Bernard PONT (RNN Platière)	Cyrille DELIRY, Beat OERTLI, Pascal DUPONT, Cedric VANAPELGHEM, Delphine DANANCHER
I11	Jean-Luc GROSSI (CEN Isère)	Delphine DANANCHER, Claude MIAUD
I12	Jérôme PORTERET CEN Savoie)	Rémy CLEMENT, Nicolas MIGNOT, Samuel ALLEAUME, Alexandre LESCONNEX, Marc ISENMANN
I13	Christian PERENNOU (TDV) Jérôme PORTERET (CEN Savoie) Marc ISENMANN (CBNA)	Anis GUELMANI, Samuel ALLEAUME, Rémy CLEMENT

## ONT PARTICIPE A LA COLLECTE DE DONNÉES

Antoni ARDOUIN  
Emeline AUPY  
Sophie AUVERT  
Bastien AGRON  
Emmanuel AMOR  
Yann BAILLET  
Bernard BAL  
Cécile BARBIER  
Sébastien BARTHEL  
Thérèse BEAUFILS  
Stéphane BENCE  
William BERNARD  
Luc BETTINELLI  
Olivier BILLANT  
Fabien BILLAUD  
Nicolas BIRON  
Véronique BONNET  
Virginie BOURGOIN  
Manuel BOURON  
Romain BOUTELOUP  
Yoan BRAUD  
Lionel BUNGE  
Christelle CATON  
Kristell CLARY

Remi COLLAUD  
Bertrand COTTE  
Aurélien CULAT  
Kelly DEBUF  
Guillaume DELCOURT  
Marion DEMESSE  
C. DEQUEVAUVILLER  
Lucile DESCHAMP  
Nathalie DEWYNTER  
Guillaume DOUCET  
Gregoire DURANEL  
Sylvie DURET  
Elisabeth FAVRE  
Noémie FORT  
Cedric FOUTEL  
Philippe FREYDIER  
Géraldine GARNIER  
Maxime GAYMARD  
Catherine GENIN  
Marianne GEORGET  
Samia GHARET  
Sebastien GIRARDIN  
Nicolas GORIUS  
Daniel GRAND

Jean-Luc GROSSI  
Nicolas GUILLERME  
Julien GUYONNEAU  
Céline HERVE  
Perrine JACQUOT  
Laura JAMEAU  
Philippe JANSSEN  
Stéphane JAULIN  
Remi JULLIAN  
Mathieu JUTON  
Francis KESSLER  
Mario KLESCZEWSKI  
Clément LECLERC  
Thomas LEGLAND  
Fabien LEPINE  
Natacha LEURION PANSIOT  
Dominique LOPEZ-PINOT  
Laurence MARCHIONINI  
Roger MARCIAU  
Vincent MARQUANT  
Basile MARTIN  
Marilyn MATHIEU  
Céline MAZUEZ  
Magalie MAZUY

Alexis MIKOLAJCZAK  
André MIQUET  
Nathalie MOLNAR  
Frédéric MORA  
Claire MOREAU  
Gilles PACHE  
Mélanie PARIS  
Marion PARROT  
Benoit PASCAULT  
Rémy PERRIN  
Audrey PICHARD  
Virginie PIERRON  
Rémy PONCET  
Bernard PONT  
Jérôme PORTERET  
Alexis RONDEAU  
Yves ROZIER  
Déborah RUHLAND  
Nicolas SIMMLER  
Bruno TISSOT  
Corine TRENTIN  
Héloïse VANDERPERT  
Anne WOLFF

# LE PROGRAMME RhoMéO

## STRUCTURES PARTICIPANTES ET PARTENAIRES FINANCIERS



Avec le soutien de :



### COORDINATION DE BASSIN

Xavier GAYTE

### AGENCE DE L'EAU RHÔNE-MEDITERRANÉE

#### Référents

Eric PARENT  
Jean-Louis SIMONNOT  
Francois CHAMBAUD  
Nadine BOSCH

#### Experts

Claude AMOROS  
Bernard BACHASSON  
Aurélien BESNARD  
Bernard ETLICHER  
Daniel GERDEAUX  
Patrick GRILLAS  
Yves SOUCHON

### CONCEPTION DES OUTILS DE GESTION DES DONNÉES

Rémy CLEMENT  
Laurent POULIN

Mathieu BOSSAERT  
Nicolas MIGNOT

### GESTION DES DONNÉES

Rémy CLEMENT  
Laurent POULIN  
Mathieu BOSSAERT  
Nicolas MIGNOT

Paul HONORE  
Marc ISENMANN  
Alexandre LESCONNÉC

### MEMBRES DU COMITE TECHNIQUE

#### Responsables d'axes ou de groupes

Stéphane BENCE  
Rémi CLÉMENT  
Delphine DANANCHER  
Philippe FREYDIER  
Sébastien GIRARDIN  
Samuel GOMEZ  
Jean-Luc GROSSI  
Marc ISENMANN  
Mario KLESCZEWSKI  
Laetitia LERAY  
Samuel MAAS  
Nathalie MOLNAR  
Gilles PACHE  
Christian PERENNOU  
Bernard PONT  
Jérôme PORTERET  
Lionel QUELIN  
Célia RODRIGUEZ  
Héloïse VANDERPÉRT

#### Autres membres

Samuel ALLEAUME  
Antoni ARDOUIN  
Luc BETINELLI  
Thérèse BEAUFILS  
Jaoua CELLE  
Émilie DUHERON  
Manon GISBERT  
Anis GUELMAMI





Ce document est une des productions du programme RhoMéO. Il présente, sous forme de fiches, les méthodes nécessaires à la mise en place de 13 indicateurs de suivi des zones humides testés et validés à l'échelle du bassin Rhône-Méditerranée.





# Conservatoire botanique national méditerranéen de Porquerolles

## Siège

34 avenue Gambetta

83400 HYÈRES

04 94 16 61 40

[contact.siege@cbnmed.fr](mailto:contact.siege@cbnmed.fr)

## Antenne Languedoc-Roussillon

Parc scientifique Agropolis – Bât. 7

2214 Boulevard de la Lironde

34980 Montferrier-sur-Lez

04 99 23 22 11

[contact.lr@cbnmed.fr](mailto:contact.lr@cbnmed.fr)

## Antenne des Alpes-Maritimes

Villa Thuret

90 chemin Raymond

06160 Juan-les-Pins

04 97 21 25 12

# Conservatoire botanique national alpin

## Siège

Domaine de Charance

05000 Gap 04 92 53 56 82

Conservatoire Botanique National



A L P I N

Conservatoire Botanique National  
Méditerranéen



PORQUEROLLES