



Utilisation des outils en pratique

Ce chapitre illustre à travers des exemples concrets comment sont utilisés et articulés entre eux les différents outils (fonds cartographiques, catalogues des végétations et des complexes de végétation, système et outils informatiques) et les principes méthodologiques afin d'aboutir à un résultat cartographique.

Compte tenu de l'étendue des surfaces à cartographier à l'échelle nationale et des délais de réalisation de la cartographie, la méthodologie prévoit d'associer des phases de qualification *in situ*, de qualification *ex situ* et de vérification de terrain. En particulier, les données générées par la qualification *in situ* sont utilisées pour calibrer les extrapolations de bureau opérées lors de la qualification *ex situ*. Les données issues de la qualification *ex situ* font ensuite l'objet de vérification de terrain.

La mise en œuvre méthodologique doit permettre d'assurer la qualification *in situ* ou *ex situ* des pré-unités de végétation cartographiables (pré-UVC), issues de la pré-cartographie. Ces pré-UVC, caractérisées par des unités typologiques de végétation (UTV), définies dans les catalogues des unités de végétation, deviennent des unités de végétation cartographiées (UVC).

Les données collectées peuvent être mobilisées pour répondre à différents programmes comme celui de l'inventaire permanent des Zones naturelles d'intérêts écologique, floristique et faunistique (Fiche E7)

On considère ci-après que :

- les catalogues des groupements végétaux et les catalogues des séries et géoséries de végétation sont déjà finalisés ;
- le fond environnemental est disponible sous forme de versions intermédiaires à calibrer par des vérifications terrain. La réalisation de carte des séries et géoséries de végétation est effectuée dans la perspective de calibrer le fond environnemental.

La qualification *in situ*

Le processus à suivre en vue de l'opération de qualification *in situ* comprend les phases décrites ci-après (figure 9).

Une phase A de connaissances préliminaires du territoire :

- analyse des données écologiques (ombrothermie, géologie, topographie, données du fond environnemental, etc.) en vue de comprendre les paramètres écologiques déterminants pour la répartition de la végétation (il s'agit de construire, sur le territoire étudié, un tableau croisant les UTV et les différents paramètres écologiques spatialisés : fond environnemental et couche « milieux humides », géologie, utilisables pour leur délimitation...) ;
- mise en évidence des modèles de répartition des séries de végétation, décrites dans le catalogue, en lien avec l'organisation spatiale des compartiments écologiques sur le territoire considéré.

Une phase B de qualification qui concerne :

- délimitation des enveloppes des séries et des petites géoséries par un aller-retour intellectualisé avec les données issues de la phase A ;
- délimitation des cellules paysagères par analyse *in situ* des végétations et du fond paysanistique ;
- numérisation des contours des données cartographiques (séries, petites géoséries et cellules paysagères) sous logiciel SIG ;
- renseignement des informations au sein de la base de données.

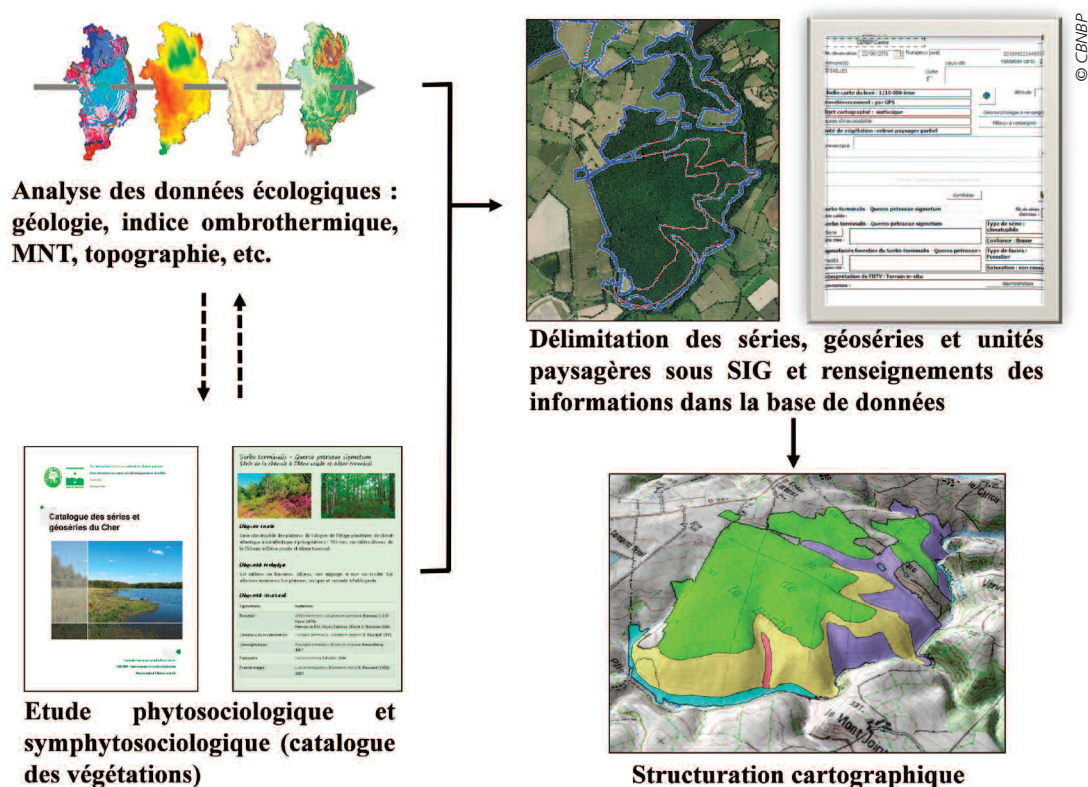


Figure 9. Les différentes phases de l'opération de cartographie *in situ*.

Le cas concret de la cartographie *in situ* du territoire du Pays-Fort, dans le Cher, est abordé ici. Le Pays-Fort est situé au nord-est du département du Cher, en région Centre-Val de Loire. Il forme un triangle entre la Sologne, la Loire et la Champagne berrichonne et se situe non loin de la transition entre domaine atlantique et continental.



Le Pays-Fort : phase préliminaire de connaissance du territoire

a) Analyse des données écologiques

Dans un premier temps le cartographe étudie les données écologiques de son territoire.

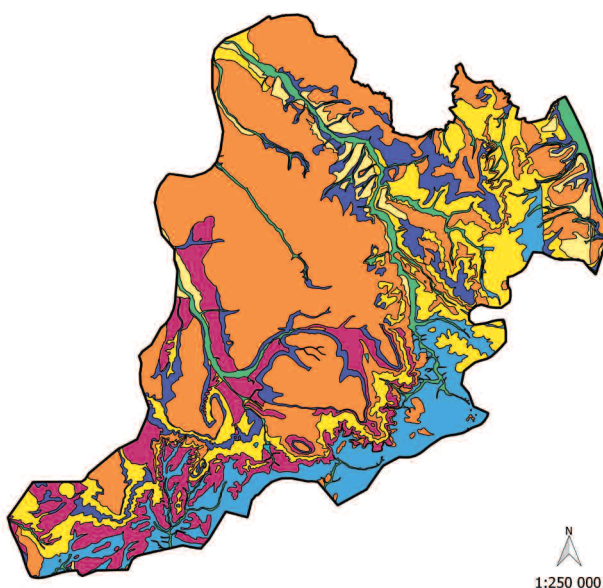
Sur le plan géologique (figure 10) : le territoire est en grande partie concerné par des formations résiduelles à silex (argiles à silex), issues de l'altération des formations crétacées, et qui forment une couche très épaisse (plusieurs dizaines de mètres d'épaisseur). En dessous, on trouve une alternance de couches de marnes, de sables et d'argiles d'âge Crétacé qui reposent sur les marnes du Jurassique. Néanmoins, ces étages géologiques sont plus ou moins recouverts par les colluvions d'argiles à silex, présentes au niveau des versants. Les vallées principales (Sauldre, Petite Sauldre, Vernon, Barangeon, etc.) sont occupées par les alluvions récentes.

Légende

Géologie du Pays-Fort

- Alluvions anciennes, galets, sables, argiles
- Alluvions modernes
- Argiles d'altération, dépôt sédimentaire argileux
- Calcaire, craie massifs
- Marnes, marno calcaires
- Sédimentaire consolidé acide (grès, sable grésifié)
- Sédimentaire meuble ou peu consolidé carbonaté
- Sédimentaire meuble ou peu consolidé non carbonaté

Figure 10. Géologie du Pays-Fort (d'après le fond géologique simplifié).



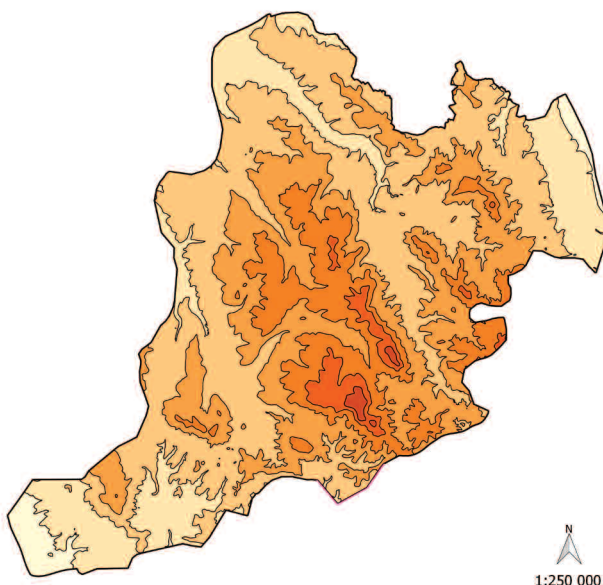
© EVS Isthme

Légende

Altitude du Pays-Fort (en m)

- 100 - 150
- 150 - 200
- 200 - 250
- 250 - 300
- 300 - 350
- 350 - 400
- 400 - 450

Figure 11. Carte du relief du Pays-Fort.



© EVS Isthme

Sur le plan **pédologique** (Gauberville, 1990) : la charge variable en argiles et en silex de la roche mère est à l'origine d'une large gamme de sols allant des sols bruns (brunisol) aux sols lessivés (néoluvisols et luvisols). Les sols engorgés (rédoxisols et réductisols) sont présents (fraction plus argileuse, ruptures de pente, etc.) et les sols sur sables acides (susceptibles de podzolisation) sont rares tout comme les sols riches en calcaires actifs (sols bruns calcaires et calciques [calcosols, calcisols], rendzines [rendisols]...).

Sur le plan **paysager** : alternance de forêts à nette dominance de feuillus (hêtre, chêne, charme, etc.), de prairies (souvent pâturées) entrecoupées de haies et de cultures.

Sur le plan **topographique** (figure 11) : secteur de relief, culminant à 430 m environ, comportant des plateaux séparés par des vallées et vallons assez marqués, des versants plus ou moins pentus, des replats de versants, etc. La partie centrale, dominante, est occupée par des plateaux de plus de 250 m d'altitude. Des zones plus basses (100-200 m) se distinguent à l'est, à l'ouest et au nord du territoire.

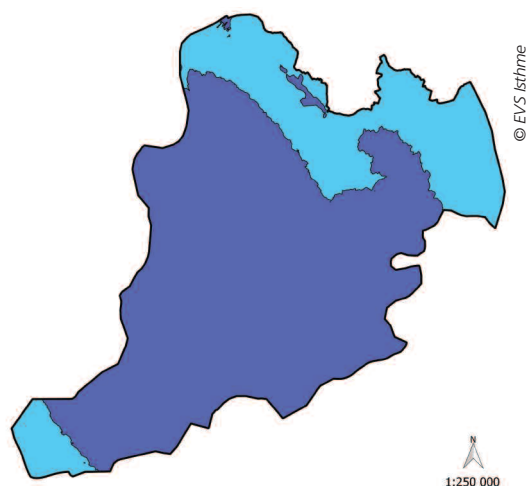
Sur le plan **climatique** : les zones de relief (300 à 400 m d'altitude) comportent un climat humide et frais (T° moyenne annuelle inférieure à 10°C et précipitations annuelles de 800 à 950 mm), tandis que les marges du territoire sont caractérisées par un climat plus chaud et plus sec (T° moyenne annuelle dépassant les 10°C , pluies inférieures à 800 mm). L'indice ombrothermique (figure 12) permet de distinguer ces deux domaines bioclimatiques.

Légende

Indice ombrothermique du Pays-Fort de Rivaz Martínez reclassé

- Humide inférieur
- Subhumide supérieur

Figure 12. Climat, indice ombrothermique de Rivas Martínez reclassé.



Légende

— BD Carthage du Pays-Fort

Milieus Hygrophiles (EVS-ISTHME)

- Milieu hygrophile sur alluvions modernes
- Milieu hygrophile sur alluvions anciennes
- Milieu hygrophile sur autre substrat
- Milieu hygrophile sur calcaires
- Milieu hygrophile en eau permanente

Figure 13. Réseau hydrographique du Pays-Fort et données de la couche « milieu hygrophile » (Fond : données issues du MNT).





Sur le plan hydrographique : la figure 13 a été établie à partir de la couche « milieux hygrophiles » qui combine plusieurs paramètres comme l'indice de hauteur par rapport au cours d'eau, l'indice d'humidité (wetness index), l'indice topographique (TPI index) et la géologie.

Le Pays-Fort est drainé par un dense chevelu de cours d'eau qui maille tout le territoire. Le réseau hydrographique est bien hiérarchisé avec des talwegs à flanc de versant, des vallons, petites vallées et vallées moyennes (Sauldre, petite Sauldre).

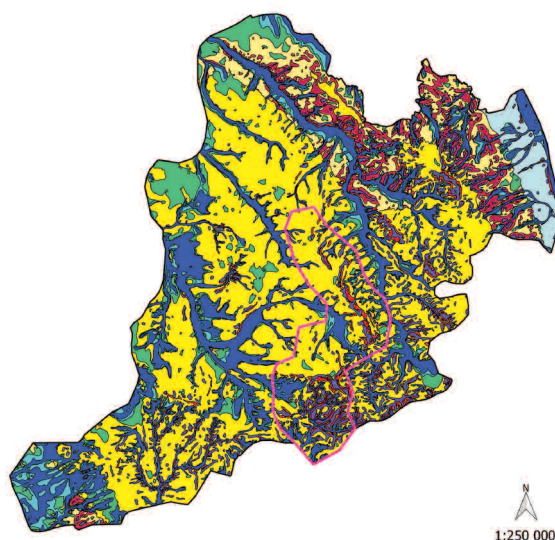
Le fond environnemental (version provisoire) est présenté figure 14. Il s'appuie sur l'indice topographique (TPI index), sur un indice de pente, un indice de fond de vallée, sur les indices entrant dans la couche thématique « milieux hygrophile », sur les indices ombrothermiques, les seuils de précipitation (700 mm) et la géologie (couche géologie simplifiée). Ce fond environnemental, renseigné, fait apparaître différentes formes de reliefs indiquées dans la légende de la figure 14.

À sa lecture, on visualise :

- les fonds de vallées, orientées sud-est nord-ouest, qui drainent ce relief ;
- les secteurs de reliefs marqués situés au sud (cuesta) et à l'est ;
- les vastes secteurs de plateaux à l'ouest ;
- les zones planes d'altitudes plus basses en périphérie nord-est et ouest du territoire.

Légende

- Zone de prospection
- Fond écologique (v3_17_10a)
 - Fonds de vallées non encaissées
 - Bas de versants concaves
 - Plaines de basse altitude
 - Replats de versants, versants de faible pente
 - Plateaux en climat humide
 - Hautes terrasses des grandes vallées
 - Convexités, buttes, interfluvies
 - Versants de forte pente (Cuesta jurassique)
 - Versants de forte pente
 - Sommets et pentes convexes



© EVS Isthme

Figure 14. Fond environnemental du Pays-Fort.

b) Mise en évidence des modèles de répartition

L'essentiel de la région comprend des végétations appartenant à un domaine bioclimatique humide (au-dessus de 250 m environ), plus humide et plus frais que l'étage bioclimatique subhumide, avec des hêtraies-chênaies acidiphiles (*Vaccinio myrtilli* – *Quercetum petraeae*) ou neutrophiles à acidiphiles (*Melico uniflorae* – *Fagetum sylvaticae*, *Endymio nutantis* – *Fagetum sylvaticae*). La présence sur le même territoire de ces deux dernières associations végétales souligne la transition entre les domaines atlantique et subatlantique. La première association semble être localisée au niveau des reliefs de la partie sud et est du territoire tandis que la deuxième est plutôt présente au niveau des reliefs de l'ouest.

Le réseau hydrographique et les ruptures de pente sont riches en végétations hygrophiles (différents types d'aulnaies-frênaies, d'aulnaies marécageuses et de chênaies pédonculées).

à caractère édaphique). Ce n'est qu'aux portes du territoire que l'on peut rencontrer les végétations « ligériennes » caractérisant habituellement les paysages de plaines de la région, avec par exemple la chênaie-charmaie à Fragon (*Rusco aculeati* – *Quercetum petraeae*), révélatrice de climat subhumide à tonalité thermo-atlantique atténuée.

La végétation s'organise selon les compartiments écologiques (tessellas ou complexes de tessellas) en fonction de la géologie et de la topographie (figure 15). Ces tessellas sont regroupées dans les deux grands compartiments : hygrophile [(géo)séries « édaphohygrophiles »] et mésophile [(géo)séries « climatophiles »]. Le grand compartiment xérique n'a pas été identifié dans ce cas d'étude. Les séries et petites géoséries de végétations (numérotées 1, 2a, 2b, etc. figure 15) sont décrites dans le tableau 5 en lien avec les paramètres écologiques déterminants. Les informations sont issues des catalogues des séries et géoséries du département du Cher (Bellenfant *et al.*, *in prep.*).

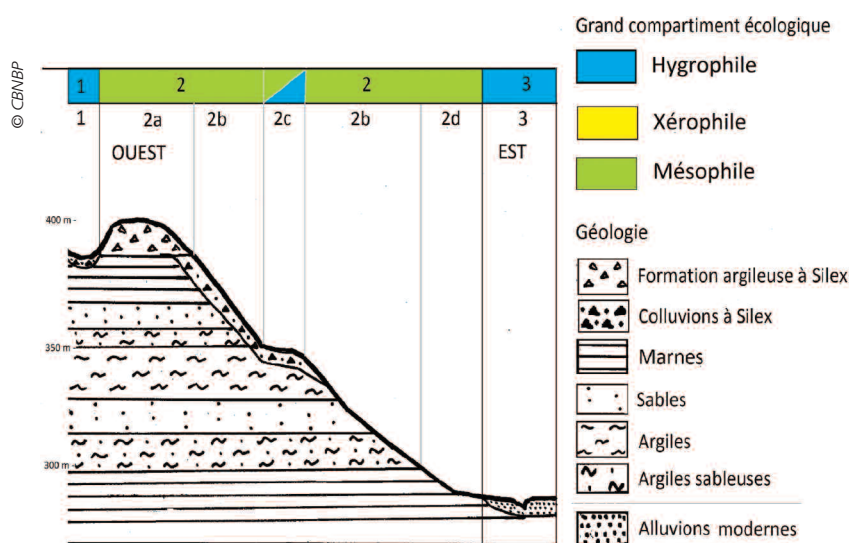


Figure 15. Transect d'organisation de la végétation en fonction de la géologie et de la topographie sur les communes de la Chapelotte et de Sens-Beaujeu (au sud du Pays-Fort). Ce transect ne détaille pas toutes les UTV du Pays-Fort.

L'essentiel des plateaux sur argiles à silex (2a) est occupé par la série climatophile de la forêt à chêne sessile et myrtille (*Vaccinio myrtilli* – *Quercus petraeae sigmetum prov.*). Le paysage y est essentiellement forestier. Les hauts vallons colluvionnés (1) par les argiles à silex qui incisent le plateau sont caractérisés par la petite géosérie de la forêt à aulne glutineux et dryopteride dilatée (*Dryopterido dilatatae* – *Alno glutinosae geosigmetum prov.*).

Les versants pentus (2b) (qui entaillent les marnes crétacées) ainsi que les versants de pente modérée, situés en dessous des replats de versants, sont caractérisés par la série climatophile de la forêt à hêtre commun et mélisse uniflore (*Melico uniflorae* – *Fago sylvaticae sigmetum prov.*), souvent représentée par une variante écologique acidoclinophile. Le paysage essentiellement forestier en haut de versant devient mixte en dessous des replats de versants (prairies et boisements).

Les replats de versant (2c) sont d'organisation plus complexe : les grands compartiments écologiques, hygrophile et mésophile, s'imbriquent étroitement. Les séries et les petites géoséries y sont difficilement cartographiables à l'échelle du 1:25 000. Le paysage varie entre forêt, culture et prairies.

Au niveau des marnes jurassiques en bas de versants (2d) on retrouve la série climatophile de la forêt à hêtre commun et mélisse uniflore (*Melico uniflorae* – *Fago sylvaticae sigmetum prov.*) représentée par une variante écologique neutroclinophile à neutrophile. Les cultures prennent le pas sur les prairies. Les forêts sont rares et dégradées.



Dans la vallée de la Sauldre (3) les alluvions modernes sont occupées par la géosérie édaphohygrophile de la forêt à frêne commun et aegopode (*Aegopodio podagrariae* – *Fraxino excelsioris geosigmetum* prov.). Des secteurs de prairies bocagères alternent avec des secteurs mis en culture. La forêt est relictuelle.

Le croisement entre les paramètres environnementaux et la distribution des séries et petites géoséries observées sur le terrain, permet de définir le modèle de répartition des séries et petites géoséries, synthétisés dans le tableau 5 ci-contre. Ce tableau détaille les principales séries et géoséries de la zone cartographiée dans le Pays-Fort. Ce tableau sert d'outil de décision pour aider à la délimitation des séries et petites géoséries, sur ce territoire. Il tient compte de l'organisation spatiale typique des UTV observées¹.

Le Pays-Fort : la cartographie en pratique

Une fois les modèles de répartition des unités typologiques établis et validés par des vérifications terrain, le cartographe réalise la cartographie en s'appuyant sur les grands types de compartiments écologiques. Il délimite dans un premier temps le grand compartiment humide en cartographiant les différentes enveloppes (géo)sérielles qui le constitue (cas de la Chapelotte - Sens-Beaujeu ci-dessous). Dans un second temps, il place les limites des enveloppes sérielles au sein du grand compartiment mésophile (cas de la Borne et cas d'Henrichemont ci-après).

a) Exemple de cartographie du grand compartiment humide dans le secteur de la Chapelotte – Sens-Beaujeu

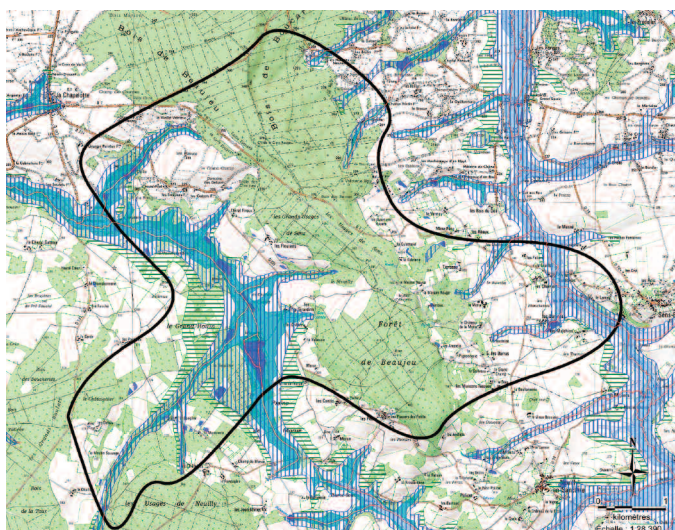
Les prospections ont pour objectif d'affiner *in situ* les limites sérielles du compartiment hygrophile.

Afin de délimiter les séries et petites géoséries présentes, le cartographe s'appuie sur :

- les différents items de la couche thématique « milieux humides » du fond environnemental (figure 16) ;
- le linéaire de cours d'eau de la BD Carthage (figure 16) ;
- les items « fond de vallées » et « bas de versant » du fond environnemental, les 8 autres items constitutifs du fond environnemental (versant en forte pente, plateaux et pentes faibles, etc.) ne figurent pas sur la carte, pour des raisons de lisibilité ;
- le catalogue des séries et géoséries du département du Cher (décliné dans le Pays-Fort).

LEGENDE milieux hygrophiles (EVS ISTHME)

-  Milieu hygrophile en eau permanente
-  Milieu hygrophile sur alluvions anciennes
-  Milieu hygrophile sur alluvions modernes
-  Milieu hygrophile sur autre substrat
-  Milieu hygrophile sur calcaires
-  cours d'eau de niveau 1 à 6 de la BD Carthage
-  Ligne
-  prospections



© EVS Isthme

Figure 16. Fond environnemental, couche des milieux humides et linéaires de cours d'eau.

1-Ainsi par exemple les limites de la série de la forêt à chêne pédonculé, sceau de Salomon et houlque molle se trouvent être en dehors de la couche milieux humides et à l'intérieur des certains items du fond environnemental comme les fonds de vallées et les bas de versants concaves.

Tableau 5. Paramètres environnementaux associés aux principales séries et géoséries

Unité typologique de végétation	Écologie	Item du fond environnemental	Item géologie de la couche milieu humide	Carte géologique au 1/50000	Domaine bioclimatique
A Série climatophile de la forêt à chêne sessile et myrtille	mésophile, acidiphile, oligotrophile	plateaux, sommets et pentes convexes, (buttes et interfluves, versant de forte pente)	NON	argiles à silex, sables	humide inférieur
B Série climatophile de la forêt à hêtre commun et mélisse uniflore variante acidoclinophile	mésophile, acidoclinophile, mésotrophile	versant de forte pente, plateaux, replats de versants et versant de faible pente, buttes et interfluves	NON	argiles à silex, sables, marnes, argiles	humide inférieur
C Série climatophile de la forêt à hêtre commun et mélisse uniflore variante neutroclinophile	mésophile neutroclinophile mésoeutrophile	replats de versants et versant de faible pente, bas de versants concaves, buttes et interfluves, plateaux et pentes faibles	NON	marnes, limons	humide inférieur
D Série climatophile de la forêt à hêtre commun et Jacinthe	mésophile acidoclinophile mésotrophile	versant de forte pente, replats de versants et versant de faible pente, buttes et interfluves, plateaux	NON	argiles à silex, colluvions d'argiles à silex	humide inférieur
E Série climatophile de la forêt à chêne sessile et Fragon	mésophile neutroclinophile (à acidoclinophile), mésotrophile à eutrophile	versant de forte pente, replats de versants et versant de faible pente, buttes et interfluves	NON	colluvions d'argiles à silex, marnes, argiles...	subhumide
F Série tempohygrophile de la forêt à chêne pédonculé, sceau de salomon et houlque molle	hygroclinophile, acidoclinophile à mésoacidiphile, oligomésotrophile	fond de vallées, bas de versants concaves, replats de versants et versant de faible pente	NON	colluvions variées (silex, sables) sur marnes, argiles	humide inférieur et subhumide
G Géosérie édaphohygrophile de la forêt à aulne glutineux et dryopteride dilaté	hygrophile à hygroclinophile, acidoclinophile à mésoacidiphile, mésotrophile à oligomésotrophile	fond de vallées non encaissées, bas de versants concaves	autre substrat	colluvions d'argiles à silex	humide inférieur et subhumide
H Géosérie édaphohygrophile de la forêt à aegopode podagraire et frêne commun	hygrophile à hygroclinophile, neutroclinophile, eutrophile	fond de vallées non encaissées, bas de versants concaves	alluvions modernes	alluvions modernes	humide inférieur et subhumide
I Géosérie édaphohygrophile de la forêt à reine des prés et aulne glutineux	hygrophile à hygroclinophile, neutroacidoclinophile, mésoeutrophile	fond de vallées non encaissées, bas de versants concaves	autre substrat et alluvions modernes	alluvions modernes et colluvions	humide inférieur et subhumide
J Série édaphohygrophile de la forêt à chêne pédonculé et molinie	hygrophile à mésohygrophile, acidiphile	fond de vallées non encaissées, bas de versants concaves	autre substrat	colluvions variées, argiles à silex	humide inférieur et subhumide



On note une différence notable entre les limites des différents² items de la couche « milieux humides » et les items « fonds de vallées » et « bas de versants » du fond environnemental. L'expertise montre qu'il est préférable de s'appuyer sur la première couche pour la majorité des UTV du grand compartiment humide. Le croisement de ces deux couches peut aussi être porteur d'information comme le montre la délimitation de la série F dans le tableau 5.

Échantillonnage

Le cartographe collecte les observations de terrain en échantillonnant dans les différents compartiments géologiques (eau permanente, alluvions anciennes, autre substrat...) de la couche « milieux humides » (figure 17) :

- petits vallons (ruisseau le Chailloux) et talweg qui incisent le plateau ;
- petite vallée sur substrat non calcaire (vallée du Vernon) ;
- vallée un peu plus large sur substrat calcaire (vallée de la Sauldre).

LEGENDE

milieux hygrophiles (EVS ISTHME)

- Milieu hygrophile en eau permanente
- Milieu hygrophile sur alluvions anciennes
- Milieu hygrophile sur alluvions modernes
- Milieu hygrophile sur autre substrat
- Milieu hygrophile sur calcaires
- cours d'eau de niveau 1 à 6 de la BD Carthage
- Ligne
- prospections

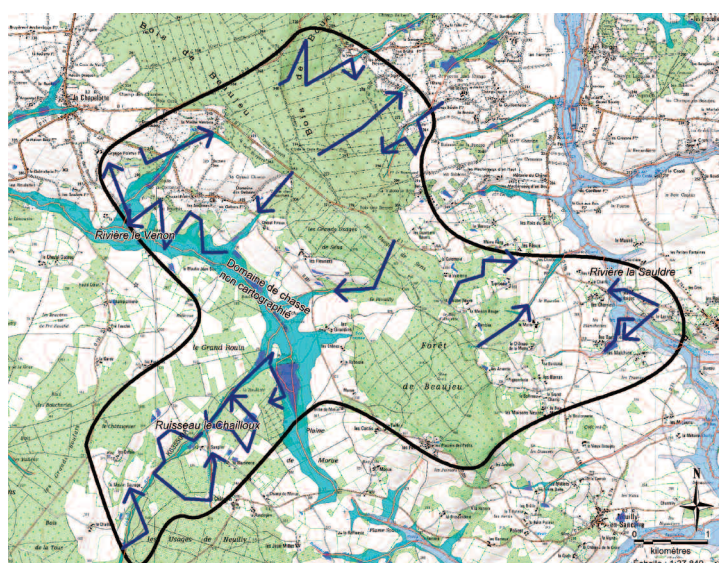


Figure 17. Parcours réalisés pour cartographier le compartiment humide. Remarque : certains secteurs ne peuvent être cartographiés pour des raisons d'accessibilité. Ces secteurs pourront être cartographiés de façon ex situ en s'aidant des zones cartographiées limitrophes.

Le cartographe prospecte les fonds de vallons à proximité des cours d'eau et remonte aussi sur les flancs des vallées et vallons afin de fixer la limite supérieure du compartiment humide.

Cartographie

Sur l'exemple de la figure 18, la couche « milieux humides » ne permet pas de délimiter l'ensemble des compartiments humides : la série de la forêt à chêne pédonculé, sceau de Salomon et houlque molle liée à un compartiment hygrocline (série temporhygrophile) n'est pas prise en compte, seul est reconnu le compartiment (tableau 5) hébergeant la petite géosérie édaphohygrophile de la forêt à aulne glutineux et dryoptéride dilaté.

Lorsque la couche « milieux humides » ne permet pas de délimiter les compartiments, il est nécessaire de s'appuyer sur d'autres paramètres (géologie, topographie) : par exemple (figure 18) les limites supérieures du compartiment hébergeant la série de la forêt à chêne pédonculé, sceau de Salomon et houlque molle ont été fixées sur la base des ruptures de pente.

2- La différence s'explique par les paramètres différents entrant dans la structuration de ces deux couches de données : la première, « milieux hygrophiles », entrant en tant que paramètre dans la structuration de la deuxième où elle est combinée à d'autres paramètres.

À défaut de paramètres pertinents, la limite sériale est fixée directement sur le terrain à l'aide d'un GPS. La figure 18 montre la limite entre la petite géosérie de la forêt à chêne pédonculé à molinie associée au plan d'eau et la série de la forêt à chêne pédonculé, à sceau de Salomon et à houlque molle.

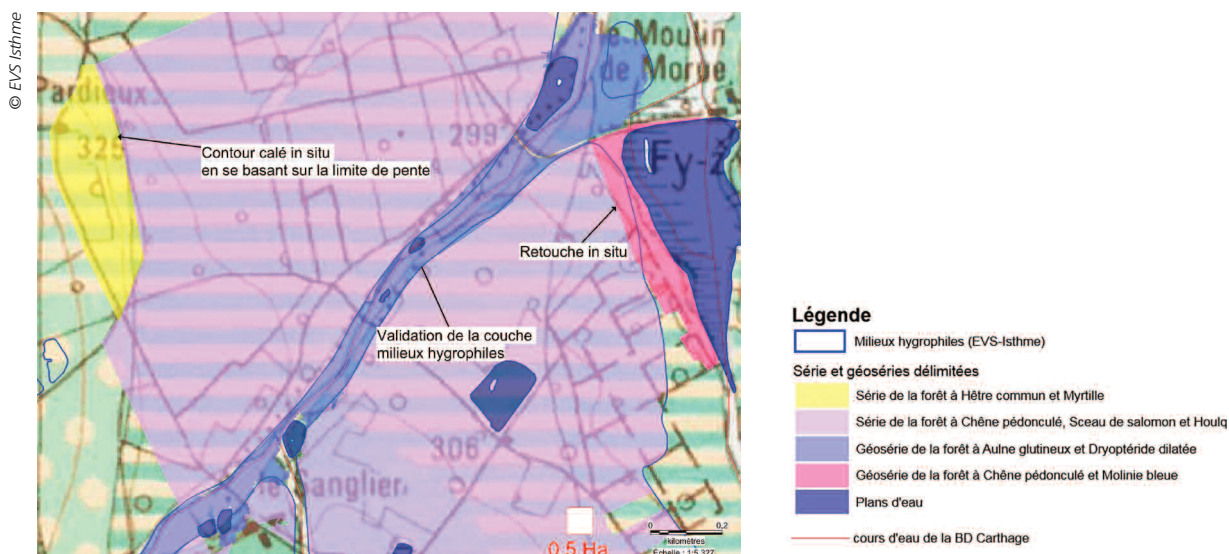


Figure 18. Exemple de délimitation de séries et petites géoséries dans les compartiments humides.

b) Exemple de délimitation de deux compartiments écologiques dans le grand compartiment mésophile : le cas de la Borne

Les prospections ont pour objectif d'affiner *in situ* les limites sériales du compartiment mésophile.

La zone à cartographier de la Borne (figure 19) couvre en majeure partie un plateau d'argiles à silex, entre 300 et 390 m d'altitude. La zone la plus basse occupe un coteau orienté sud, composé de marnes plus ou moins recouvertes de colluvions d'argiles à silex.

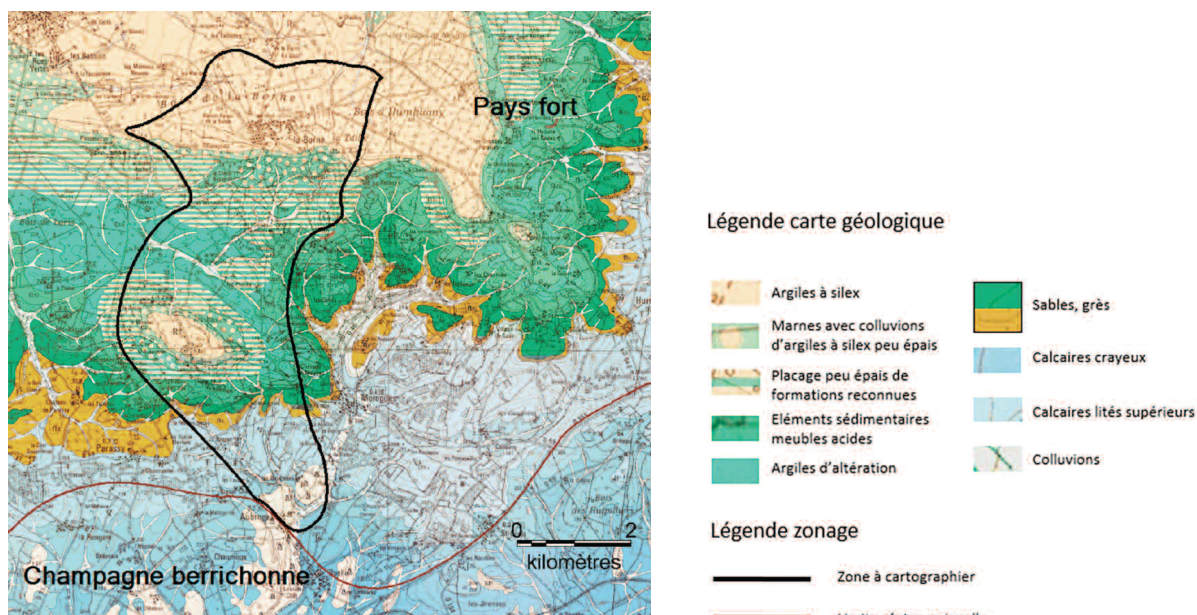
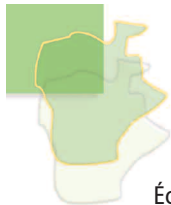


Figure 19. Zone à cartographier sur les communes de la Borne et de Henrichemont (sud du Pays-Fort), fond géologique du BRGM au 1:50 000.



Échantillonnage

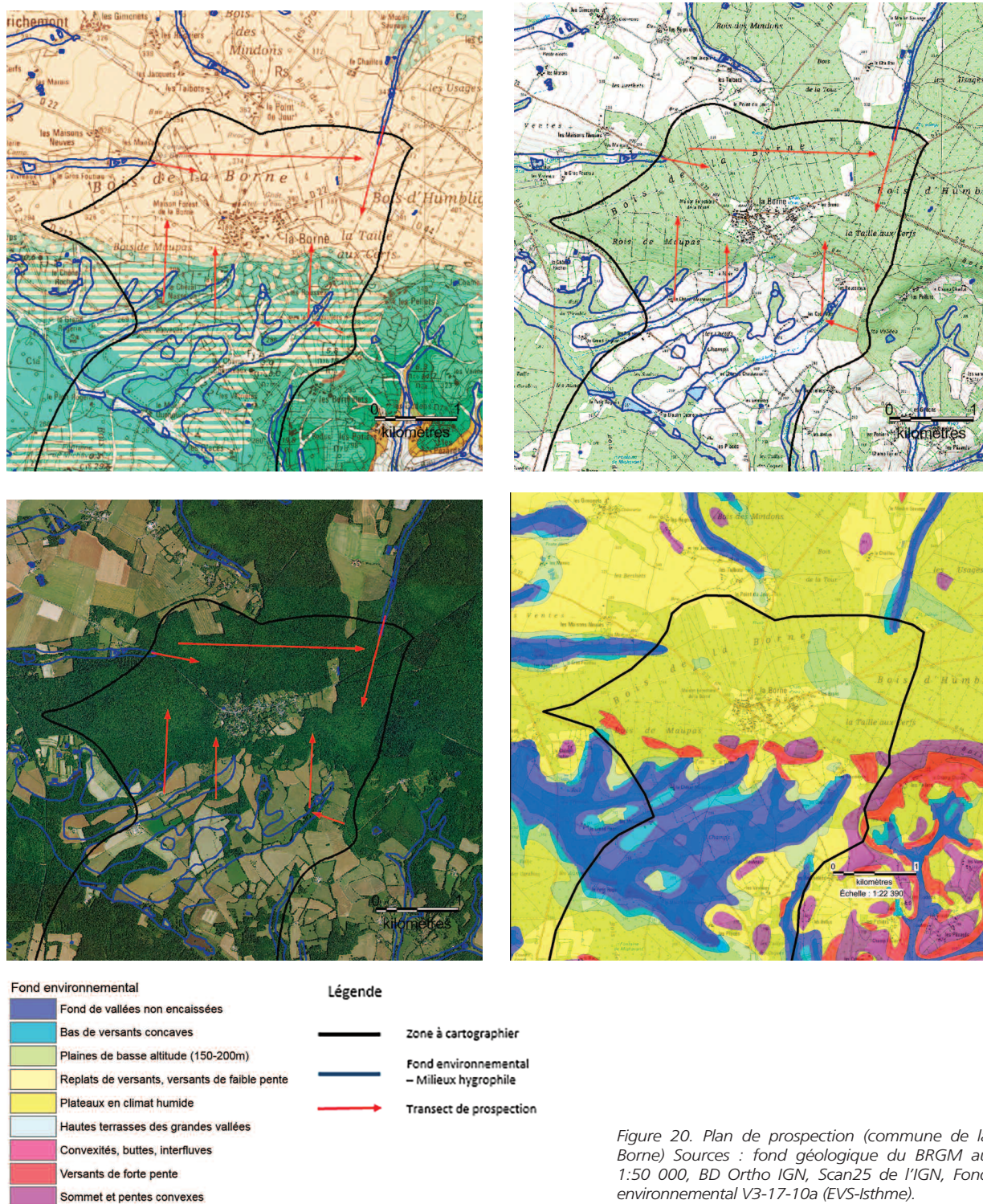


Figure 20. Plan de prospection (commune de la Borne) Sources : fond géologique du BRGM au 1:50 000, BD Ortho IGN, Scan25 de l'IGN, Fond environnemental V3-17-10a (EVS-Isthme).

Le plan de prospection (figure 20) est organisé de manière à parcourir le maximum de conditions géologiques et topographiques. Il s'appuie principalement sur la géologie, la topographie, et le fond environnemental (milieux hygrophiles) qui sont les principaux paramètres écologiques selon lesquels s'organisent les (géo)séries de la région.

Les parcours sont réalisés sous forme de transects qui coupent transversalement les fonds de vallées, les pentes composées de marnes et d'argiles d'altération pour finir sur le plateau d'argiles à silex.

Cartographie

Les prospections ont permis de vérifier que le plateau est bien occupé par la série de la forêt à chêne sessile et à myrtille alors que le versant, moins acide, permet l'expression de la série de la forêt à hêtre commun et à mélisse à une fleur. Il faut préciser ici que la série de la forêt à hêtre commun et jacinthe, située sensiblement dans le même compartiment écologique que la série précédente (mésophile, neutroclinophile à acidoclinophile) et dans le même domaine bioclimatique (humide) ne semble pas être présente sur cette partie de versant exposé au Sud.

Le cartographe observe également que la série de la forêt à chêne sessile et à myrtille occupe aussi une partie du versant. Ceci est lié à la géologie : les placages superficiels d'argiles à silex sur les marnes ou sur les argiles d'altérations permettent d'exprimer localement des végétations acidiphiles.

L'épaisseur des placages d'argiles à silex est variable. C'est notamment cette épaisseur qui conditionne l'expression de végétation acidoclinophile ou acidiphile. Les informations portées par le fond environnemental ne permettent pas de comprendre l'organisation des séries de végétation. Le travail de cartographie doit donc être réalisé *in situ* et nécessite de multiplier les points d'échantillonnage entre le plateau et le versant pour définir une limite sériale (figure 21).

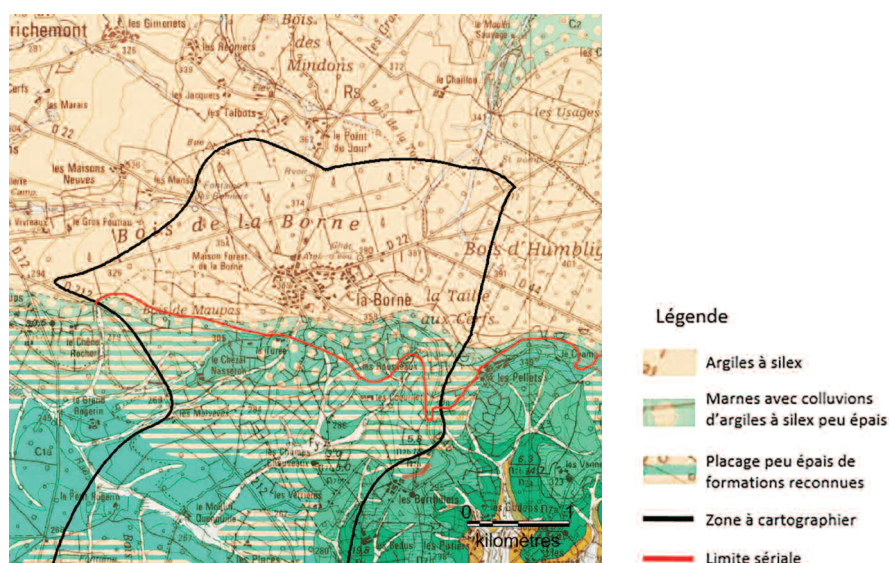


Figure 21. Cartographie de la limite entre le *Vaccinio myrtilli – Quercu petraeae sigmetum* prov. et le *Melico uniflorae – Fago sylvaticae sigmetum* prov. Source : fond géologique du BRGM au 1:50 000.

c) Exemple de délimitation sériale dans le même compartiment écologique mais dans deux domaines bioclimatiques différents : cas de Henrichemont

L'exemple présenté ici s'attache à expliquer la démarche utilisée pour cartographier les séries de végétations dans un secteur de transition entre un domaine bioclimatique humide et un domaine bioclimatique subhumide ; en effet un changement de domaine bioclimatique (tableau 6) implique nécessairement un changement de potentialité et donc des séries



différentes, même si le compartiment écologique est analogue du point de vue pédologique et topographique. Ainsi il s'agit de délimiter sur le terrain deux séries susceptibles de se trouver dans un même compartiment écologique mais dans un étage bioclimatique différent.

Tableau 6. Comparaison des paramètres écologiques entre la série de la forêt à hêtre commun et à mélisse à une fleur et la série de la forêt à chêne sessile et fragon dans le Pays-Fort

Unité typologique de végétation	Petit compartiment écologique, et unités typologiques de sols dominantes (catalogue)	Domaine bioclimatique	Altitudes (Henrichemont)
Série de la forêt à hêtre commun et à mélisse à une fleur	Basique à acidocline, mésophile calcisols, brunisols, neoluvisols	humide	280 m ? – 434 m
Série de la forêt à chêne sessile et fragon	Basiphique à acidocline, mésophile calcisols, brunisols, neoluvisols	subhumide	< 280 m ?

La zone à cartographier d'Henrichemont est située sur le chevauchement de deux régions naturelles situées pour l'une dans le Pays-Fort, dans le domaine bioclimatique humide et pour l'autre dans la Champagne berrichonne, dans le domaine bioclimatique subhumide. Elles sont distinctes sur le plan géologique et altitudinal.

La zone (figure 22) est composée d'un plateau d'argile à silex d'une altitude moyenne de 340 m et d'un versant de pente faible orientée au Sud descendant jusqu'à la Champagne berrichonne à une altitude minimale de 210 m. Ce versant traverse diverses couches géologiques : argiles d'altération, marnes, éléments acides non consolidés (sables, grès, etc.) pour finir sur des calcaires lacustres et des alluvions modernes.

Les conditions écologiques de la zone [exposition Sud, altitudes variables (210 à 350 m)] doivent alerter le cartographe sur le fait qu'il y a deux potentialités différentes (tableau 6) au sein du même compartiment écologique en fonction du contexte bioclimatique. Le plan de prospection développé va donc s'attacher à essayer de délimiter la zone de contact entre les deux séries.

Les prospections sont concentrées dans les massifs forestiers et plusieurs transects sont réalisés dans les zones de transitions dans le but de tester les limites du fond environnemental.



Figure 22. Cartographie de la limite entre le Melico uniflorae – Fago sylvaticae sigmetum prov. et le Rusco aculeati – Quercus petraea sigmetum prov.

Les prospections ont montré que la série de la forêt à hêtre commun et mélèze à une fleur trouve ses limites altitudinales basses à environ 280 m. Des effets topographiques, tels des vallons encaissés ou des oppositions de versant nord/sud occasionnant des inversions de têtes de séries, peuvent modifier ces limites. Il appartient au cartographe de les délimiter au mieux tout en étudiant l'adéquation des fonds environnementaux et la réalité de terrain. Dans le cas présent, il a fallu tracer la limite sériale à la main à défaut d'informations fiables du fond environnemental.

d) Cartographie et renseignement des cellules paysagères – renseignement de l'outil de saisie : cas de Henrichemont

La phase de délimitation et le levé d'information concernant les cellules paysagères interviennent après avoir identifié le compartiment écologique et la série de végétation. Ces cellules sont principalement caractérisées sur le plan de la physionomie. Afin de les délimiter, le cartographe s'attache à différencier des physionomies de végétation homogène de plus de 0,5 ha appartenant à une même série de végétation. Une fois que la cellule paysagère est identifiée, le cartographe s'emploie au levé d'information.

L'exemple de la délimitation et du levé d'informations suivant se base sur un cas concret sur la commune de Henrichemont, dans le Cher.

Diagnostic *in situ*

Le diagnostic de terrain permet de définir que les végétations observées appartiennent au compartiment mésophile. L'étude des potentialités sériales informe sur la tête de série : la forêt à chêne sessile et myrtille (*Vaccinio myrtilli – Quercus petraea sigmetum prov.*).

Après avoir caractérisé le compartiment écologique et la série de végétation, le cartographe peut délimiter les cellules paysagères en s'appuyant sur les données du fond physionomique. Dans cet exemple (figure 23), deux cellules sont identifiées. La première (UVC n°1) correspond à une cellule culturale et la seconde (UVC n°2) à une cellule forestière.

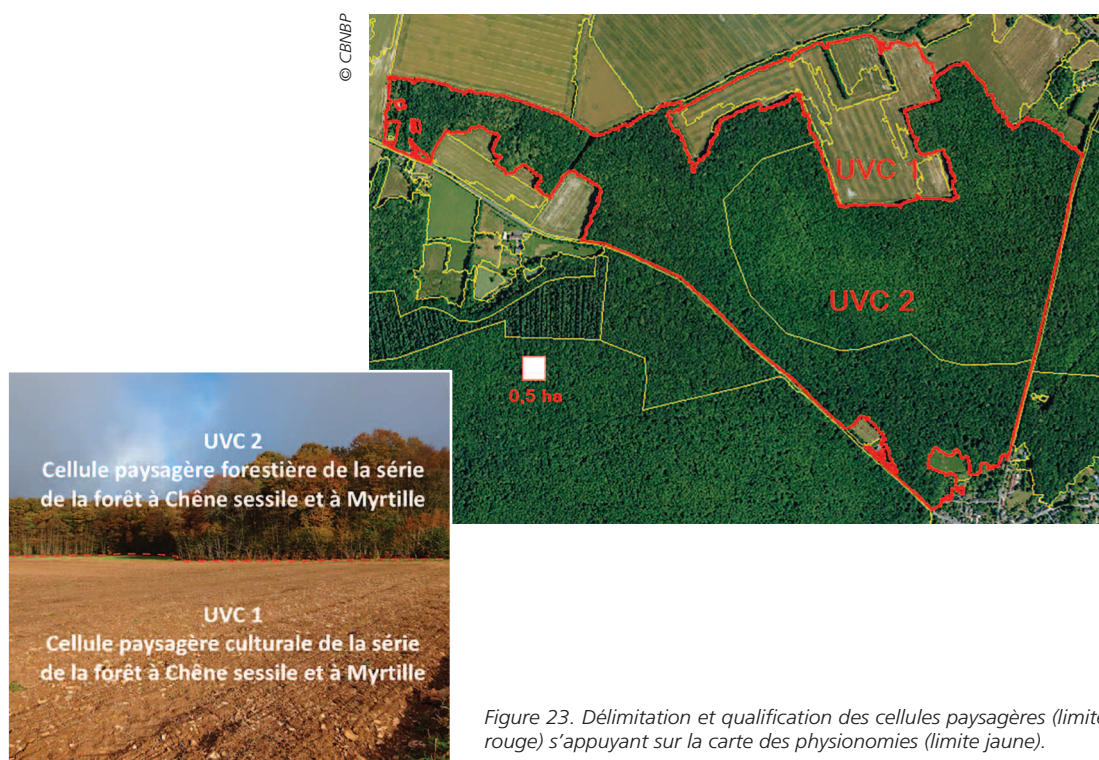


Figure 23. Délimitation et qualification des cellules paysagères (limite rouge) s'appuyant sur la carte des physionomies (limite jaune).



Dans un premier temps, l'observateur fusionne les pré-UVC de même nature physiologique en une seule UVC n°2. Il renseigne ensuite les données liées à l'UVC relatives à l'observateur, la date et la localisation (figure 24) et remplit les champs associés au mode d'acquisition de la donnée.

Station

Station: Berrod L. CBNBP Centre

Date observation: 21/08/2015 Numperso: LB-1

Validation carto.: 2

Commune(s): HENRICHOMONT, HUMBLIGNY, LA CHAPELLE

Lieux-dit: Bois de la Tour

Echelle carte du levé: 1/10 000 ème

Géoréférencement: par GPS

Objet cartographié: surfacique

Causes d'inaccessibilité: sans objet

Unité de végétation: relevé paysager

Commentaire:

Données liées à l'observateur, localisation et date

Données liées au relevé

Renseignement des données liées à la série et à la cellule paysagère

L'observateur renseigne la série de végétation et la cellule paysagère observée (figure 25). Le champ « type de série » indique le grand compartiment écologique (mésophile, hygrophile...), information issue du catalogue des séries et géoséries départemental. Il attribue un niveau d'indice de confiance haute (ou « bonne ») à la potentialité sériale de l'UVC 2. Dans le champ « saturation », il indique si le niveau de saturation phytocénotique est atteint.

Unités Typologiques de Végétation

Synthèse

Vaccinio myrtilli - Quercro petraeae sigmetum

Série valide : **Vaccinio myrtilli - Quercro petraeae sigmetum**

Série

Série citée :

Signifaciès forestier du Vaccinio myrtilli - Quercro petraeae s

Faciès

Faciès cité :

Nb de séries distinctes : 1

Type de série : climatophile

Confiance : Bonne

Type de faciès : Forestier

Saturation

Interprétation de MUV : Terrain in-situ

Commentaire :

Géomorphologie (1)

Série et cellule
paysagère observées

Compartment
écologique

Niveau de
confiance

Renseignement et modification de la composition syntaxonomique de l'UVC n°2

Après avoir identifié la cellule paysagère de l'UVC n°2, il est possible (non obligatoire) de procéder pour chaque syntaxon présent, à une phase de renseignement ou de modification des données (fiche D3) qui lui sont propres (figure 26) :

- coefficient de recouvrement au sein de l'UVC ;
- information concernant la distribution spatiale (linéaires, spatiales, ponctuelles, etc.) ;
- validation/invalidation du code Natura 2000 dans le cas où le rattachement du syntaxon à un HIC est soumis à conditions.

Dans le cas présent, 3 syntaxons sont identifiés dans l'UVC (synthèse sériale).

a

Habitat : identification

n° 1

Surface en % 100

MAJ Surfaces

1 3

Saisir un relevé

Forme : o : végétation de forme spatiale

Recouvrement : 5 : surface comprise entre 75 et 100% de la surface totale

1 Vaccinio myrtilli - Quercus petraeae Forestier

20150821161122Be2

Déterminant Znieff

Prioritaire

Corine 41.121 EUNIS G1.621 N 2000 9120-2

Sylvofaciès

Essence dominante Fg

Essence secondaire Qs

Interprétation : par observation in-situ

Id Source :

Remarque :

b

Synthèse sériale. Surveillez les étiquettes pour vous aider.

Nom de la série référencée	Type de faciès	CB	Forme	Recouv.
Nom de la série citée	Nom du syntaxon référencé			
Nom du syntaxon cité				
Vaccinio myrtilli - Quercus petraeae sigmetum	Forestier	31.861	o	r
Holco mollis - Pteridon aquilini H. Passarge (1994) 2002				
Vaccinio myrtilli - Quercus petraeae sigmetum	Forestier	34.4	-	r
Hyperico pulchri - Melampyretum pratensis B. Foucault & Frileux 3				
Vaccinio myrtilli - Quercus petraeae sigmetum	Forestier	41.121	o	5
Vaccinio myrtilli - Quercus petraeae Clément, Glosquen & Toul				

Figure 26a et b. Identification des syntaxons et rattachement dans l'UVC 2 dans l'outil de saisie.

Remarque concernant l'UVC n°1 : discussion concernant le niveau de confiance attribué à la série dans le cas des cultures.

Dans le cas de l'UVC n°1, un niveau de confiance « faible » a été attribué à la potentialité sériale. Ceci est lié au fait qu'il s'agit d'une cellule paysagère culturelle et que la végétation rencontrée est représentée par des communautés basales (ici rattachée à la classe de végétation). En effet les modifications trophiques et pédologiques liées à la gestion agricole mettent en doute la potentialité sériale de cette cellule.

Dans l'exemple donné, un syntaxon a été renseigné et est lié à cette UVC. Toutefois la méthodologie ne nécessite pas forcément l'affectation d'un syntaxon dans les cellules culturelles : la série et le type de cellule paysagère suffisent. Notons que la végétation observée (végétation basale des *Stellarietea mediae*) témoigne d'une gestion intensive qui n'apporte aucune information quant à la potentialité sériale de cette cellule paysagère. Si, à l'inverse, la culture avait présenté une végétation typique, un niveau de confiance « moyen » aurait été attribué à l'UVC.

Il est important de prendre en compte le contexte écologique dans l'attribution des potentialités sariales : dans quelles conditions (topographie, géologie, climat, etc.) s'exprime une série ? Certains éléments comme la composition syntaxonomique d'un paysage peuvent renseigner sur les potentialités sariales. L'exercice intellectuel d'interprétation de la cohérence écologique entre les syntaxons observés, les cellules paysagères et les potentialités sariales est essentiel et doit être permanent sur le terrain.



En Bref, lors de la qualification *in situ*, le cartographe :

- délimite les compartiments écologiques en s'appuyant sur les données stationnelles et édapho-climatiques (géologie, topographie, données du fond environnemental, etc.) ;
- identifie les potentialités sariales et géosariales à l'aide du catalogue des séries et géoséries, et des données cartographiques citées précédemment ;
- délimite les cellules paysagères par analyse *in situ* des végétations et du fond paysagistique ;
- numérise les contours des séries, géoséries et cellules paysagères sous logiciel SIG, et renseigne les informations attributaires au sein de son outil de saisie.



La qualification *ex situ*

L'opération de qualification *ex situ* pour les UTV de niveaux 2 et 3 suit différentes méthodes présentées ci-dessous (extrapolation ou remobilisation). Cette opération produit des UVC interprétées qui seront, lors de l'opération de vérification, vérifiées par échantillonnage terrain lors duquel les compositions des UVC en UTV de niveau 1 peuvent être modifiées et un relevé de végétation effectué.

À partir de l'extrapolation des données qualifiées *in situ*

La qualification *ex situ* des pré-UVC peut se faire par extrapolation à partir de l'exploitation des données des fonds cartographiques. Il s'agit dans un premier temps d'interpréter les combinaisons possibles entre les postes typologiques du fond physionomique et les compartiments du fond environnemental (fiche E1). Il est alors possible de construire un tableau de correspondance proposant pour les différents types de pré-UVC, les UTV les plus probables. La qualification *ex situ* a été expérimentée pour le massif de Belledonne en Isère (fiche E6). Le tableau permet de qualifier par extrapolation un certain nombre d'UVC avec des UTV de niveau 2, en indiquant un indice de confiance de l'extrapolation. Pour réaliser cette phase, et même en disposant des catalogues des groupements, séries et géoséries, il est indispensable d'avoir effectué la cartographie *in situ* sur un échantillon de la zone afin de bien s'approprier :

- la qualité et les limites des fonds physionomique et environnemental, afin d'en faire une lecture la plus juste possible lors de l'extrapolation ;
- la diversité des corrélations entre un type de pré-UVC et une ou plusieurs UTV afin d'attribuer l'indice de confiance des UVC *ex situ* extrapolées.

L'opération de qualification *ex situ* est ensuite suivie d'une opération de vérification de terrain ou cours de laquelle certaines UVC sont validées, corrigées, précisées ou bien qualifiées. La validation peut aussi être faite à partir de la remobilisation de relevés de végétations antérieurs ou de données issues de travaux de modélisation.

La confiance accordée à la qualification *ex situ* dépend de la nature des relations que l'on peut établir entre les pré-UVC et les UTV. Au regard des 4 types de relation possible, 4 catégories différentes de qualification typologique des pré-UVC, associées chacune à un niveau de confiance, sont reconnues (tableau 7).

Tableau 7. Catégories de qualification *ex situ* des pré-UVC et confiance associée en fonction du type de relation entre une pré-UVC et une UTV

Catégorie	Type de relation entre une pré-UVC et une UTV	Confiance
1	relation unique ou presque	haute
2	relation multiple, mais avec un lien dominant entre une pré-UVC et une UTV	moyen
3	relation multiple sans lien dominant	moyen
4	relation inexploitable, les liens sont trop nombreux	faible

Pré-UVC de catégorie 1 : relation unique ou presque entre une pré-UVC et une UTV

La création des UVC à partir des pré-UVC de la catégorie 1 est généralement rapide. L'opérateur vérifie la conformité des informations de la pré-cartographie par rapport à sa photo-interprétation, et fusionne le cas échéant toutes les pré-UVC adjacentes correspondant à la même UTV pour créer une UVC à indice de confiance « haute ». Les UVC qualifiées avec un indice de confiance « haute » ne font pas systématiquement l'objet d'une validation lors de l'opération de vérification de terrain.

Pré-UVC de catégorie 2 : relation multiple, mais avec un lien dominant entre une pré-UVC et une UTV

L'opération est identique pour les pré-UVC de catégorie 2 : contrôle de conformité de la pré-cartographie et création d'une UVC à indice de confiance « moyen ». Si l'expertise de l'opérateur ou la vérification de terrain permettent d'augmenter le niveau de confiance de la détermination, l'UVC passe en niveau de confiance « haute ».

Pré-UVC de catégorie 3 : relation multiple sans lien dominant

Les pré-UVC de la catégorie 3 font également l'objet d'un contrôle de conformité, mais l'opérateur peut rechercher des informations supplémentaires permettant de choisir, parmi la liste des possibilités, l'UTV la plus probable. L'expertise mobilise tout type d'information cartographique disponible afin d'aider à la décision : photographies aériennes mais aussi fond topographique, variables environnementales spatialisées (géologie, pédologie, etc...), données floristiques et phytosociologiques existantes, données de modélisation. Si cette phase est concluante, c'est-à-dire qu'une UTV a pu être attribuée, alors une UVC est créée avec un indice de confiance « moyen ». Cet indice de confiance pourra évoluer vers le niveau de confiance « haute » à l'occasion de l'opération de vérification de terrain. Si l'opération de qualification *ex situ* n'est pas concluante, la pré-UVC conserve une information physiognomique néanmoins enrichie des informations supplémentaires acquises mais insuffisantes en l'état pour la qualification. Dans ce dernier cas, la qualification typologique passe obligatoirement par une opération de qualification *in situ*.

Pré-UVC de catégorie 4 : relation inexploitable, les liens sont trop nombreux

L'opération est identique pour les pré-UVC de catégorie 4 : recherche d'informations supplémentaires d'aide à la qualification (photo-interprétation, mobilisation de données annexes), mais il est à prévoir un taux de réussite beaucoup plus faible que pour les pré-UVC de catégorie 3. Si cette phase est concluante, alors une UVC est créée avec un indice de confiance « faible » qui pourra évoluer *a posteriori* vers un niveau de confiance plus élevé lors de l'opération de vérification de terrain.

À partir de la remobilisation de cartes de végétations ou d'habitats existantes

Un des enjeux est de permettre la remobilisation de données cartographiques existantes. À ce titre, la synthèse des expériences françaises de cartographie de la végétation (De Barros *et al.*, 2013) a permis d'identifier 1 882 cartes de végétation ou d'habitat couvrant environ 50 000 km². Il s'avère que les 16 plus grandes expériences de cartographies qui couvrent environ 15 000 km² sont exploitables dans le cadre de la remobilisation de données car s'appuyant sur une typologie phytosociologique. À titre d'exemple, la conversion de la carte au 1:25 000 des communautés végétales du PNR du Pilat a été menée sur 50 000 ha (Piroux *et al.*, 2017).

Par ailleurs, les cartographies des zones Natura 2000 constituent aussi une source de données dès lors qu'elles ont été produites en s'appuyant sur une typologie phytosociologique. À titre d'exemple, une méthode de remobilisation des données du site Natura 2000 « Sologne » a été élaborée à partir d'une expérience menée en décembre 2015 sur une surface de près de 4 000 ha en Sologne du Cher (Bellenfant *et al.*, 2016).

En s'appuyant sur les données cartographiques du programme de cartographie Natura 2000, la méthode a permis de générer (par fusion et découpage) des unités de végétations cartographiées répondant aux principes des homogénéités physiognomique et écologique.



Les deux expériences ci-dessus prouvent que la remobilisation de cartographies existantes est possible. Cette méthode d'acquisition de données permet de réduire le temps du levé de l'information sur le terrain. Seule une phase de vérification par échantillonnage est nécessaire.



En Bref, lors de la qualification *ex situ*, le cartographe :

- vérifie la conformité des informations de la pré-cartographie ;
- délimite les UVC ;
- qualifie chaque UVC par expertise à partir d'un tableau de correspondance ou à partir de la remobilisation de données et indique le mode d'observation (« par extrapolation experte ») ou « par extrapolation avec mobilisation des données existantes » ;
- attribue un indice de confiance à la qualification (« faible », « moyenne » ou « haute ») ;

Lors de l'opération de vérification de terrain, le cartographe indique si l'UVC a été visitée (« oui » ou « non ») et modifie l'indice de confiance en fonction de ses observations.