

Cartographie de la végétation à l'échelle des unités paysagères

Volume 2 - Démarche et levé de l'information cartographique



Coordinateurs

J. Millet (FCBN puis AFB), A. Just (FCBN),
G. Choynet (CBN du Massif Central)

Rédacteurs principaux

G. Choynet (CBN du Massif central), S. Bellenfant (CBN du Bassin parisien), J. Millet (FCBN puis AFB),
E. Catteau (CBN de Bailleul), G. Causse (CBN du Bassin parisien)

Contributeurs et relecteurs

S. Alleaume (Irstea), O. Argagnon (CBN méditerranéen de Porquerolles), L. Berrod (CBN du Bassin parisien),
R. Collaud (CBN de Franche-Comté), G. Corriol (CBN des Pyrénées et de Midi-Pyrénées), L. Commagnac (IGN),
L. Delassus (CBN de Brest), B. Etlicher (EVS Isthme),
V. Gaudillat (MNHN-SPN puis AFB), E. Guinard (Cerema),
C. Hostein (CBN du Massif central), M. Isenmann (CBN alpin), A. Just (FCBN), P. Kerinec (CBN du Massif central),
P. Lafon (CBN Sud-atlantique), P.-M. Le Hénaff (CBN du Massif central), M. Le Roux (Irstea), S. Magnanon (CBN de Brest), P.-O. Mazagol (EVS Isthme), B. Maisonneuve (IGN),
K. O'Deye-Guizien (CBN de Corse), A.-H. Paradis (CBN du Bassin parisien), C. Sacca (EVS Isthme), L. Savio (MNHN-SPN), V. Thierion (Irstea), T. Sanz (CBN alpin), F. Vest (MNHN-SPN puis AFB)

Avec la collaboration du groupe de phytosociologie paysagère du programme CarHab

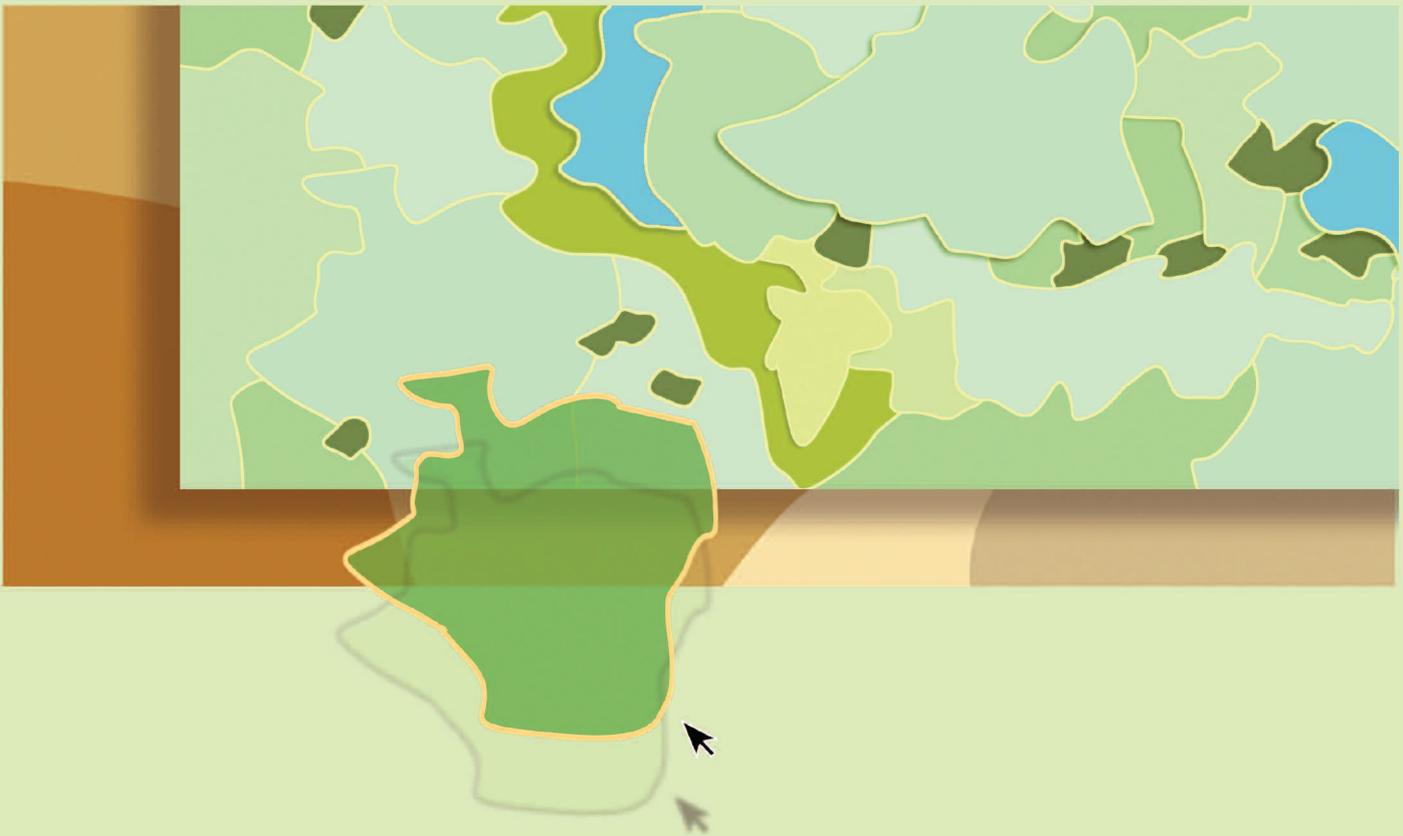
F. Bensettiti (MNHN-SPN), C.-E. Bernard, F. Bioret (UBO),
V. Bouillet, A. Chalumeau (UBO), G. Choynet (CBN du Massif central), P. Delbosc (UBO), C. Demartini (UBO), A. Lalanne (MTES), C. Panaiotis (CBN de Corse), C. Roux et G. Thébaud (P.R.E.S.- Clermont-université)



Ce guide est accompagné de fiches techniques téléchargeables sur le portail technique de l'Agence française pour la biodiversité : <https://professionnels.afbiodiversite.fr/fr/node/758>

Cartographie de la végétation à l'échelle des unités paysagères

Volume 2 - Démarche et levé de l'information cartographique



Guillaume Choisnet, Sylvain Bellenfant, Jérôme Millet,
Emmanuel Catteau et Gaël Causse



Avant-propos

Ce guide méthodologique a été élaboré dans le cadre du programme CarHab, durant sa phase de développement 2011-2017. L'objectif général est d'améliorer la connaissance sur la répartition et les trajectoires d'évolution des végétations, des habitats naturels et semi-naturels en France métropolitaine et dans les outre-mer. Il s'inscrit dans le cadre de la stratégie nationale pour la biodiversité et vise à mieux répondre aux engagements communautaires et aux politiques publiques environnementales et sectorielles aux échelles nationale et territoriale.

Le programme s'est d'abord attaché à réaliser une synthèse des cartographies à l'échelle nationale (De Barros *et al.*, 2013) et des synthèses bibliographiques couvrant le territoire européen (Redon *et al.*, 2012 ; Chalumeau et Bioret, 2013 ; Ichter *et al.*, 2015). À l'échelle nationale, il est apparu que 27 % des zones naturelles et semi-naturelles ont fait l'objet de cartographies utilisant des typologies et des échelles très variables.

De ce fait, les volumes 1 et 2 de ce guide visent à partager une démarche harmonisée de cartographie de la végétation à l'échelle des unités paysagères permettant de valoriser les connaissances acquises à l'échelle des habitats, des trames et des écosystèmes. Cette démarche repose sur les principes de la phytosociologie qui permet d'appréhender la végétation à différentes échelles géographiques qui s'emboîtent. La méthodologie de cartographie développée dans ce guide est centrée sur la cellule paysagère. La cellule paysagère correspond à une unité de gestion (pelouses, prairies, landes, forêt...).

Pour la rédaction de ce guide, la coordination a été assurée par la Fédération des CBN (FCBN) et son réseau, puis par l'Agence française pour la biodiversité (AFB), associant le ministère de la Transition écologique et solidaire (MTES), l'Institut national de l'information géographique et forestière (IGN), le Centre d'études et d'expertise sur les risques, l'environnement, la mobilité et l'aménagement (Cerema), l'Institut national de recherche en sciences et technologies pour l'environnement et l'agriculture (Irstea), le Muséum national d'histoire naturelle (MNHN), l'université de Bretagne occidentale (UBO), l'université de Clermont-Ferrand, l'université Jean-Monnet de Saint-Étienne – EVS Isthme, l'université de Rennes II.

Ce guide est né d'une longue phase de concertation technique accompagnée de tests de terrain pour affiner et valider les choix. Un ensemble de fiches techniques et un glossaire, téléchargeables sur le portail technique de l'AFB (<https://professionnels.afbiodiversite.fr/fr/guides-protocoles>), qui apportent des informations complémentaires relatives aux modes opératoires de production des outils et d'acquisition des données, sont annexés à ce guide.

Si les grands principes de cartographie ont vocation à rester valides dans le temps, les méthodes de production des outils ont vocation à évoluer compte tenu des avancées rapides dans les domaines de la télédétection et de la modélisation. Des actions de recherche et développement se poursuivent et permettront de les faire évoluer à moyenne échéance.

Ce guide est destiné aux services de l'État, aux collectivités, à leurs groupements et aux gestionnaires d'espaces afin de viser la cartographie de la végétation selon une démarche harmonisée au niveau national. Les données collectées ont vocation à servir la gestion des espaces et à appuyer la mise en œuvre des politiques publiques et sectorielles. Ces données doivent alimenter un système d'information géographique, sur les habitats et les végétations, qui s'inscrit dans le cadre du système d'information sur la nature et les paysages (SINP) et plus largement du système d'information sur la biodiversité (SIB).

Résumé



Ce volume 2 décrit les principes, étapes et règles du levé de l'information cartographique. Il illustre l'utilisation des outils et fonds cartographiques dans un cas concret, celui de la cartographie du Pays-Fort dans le département du Cher.

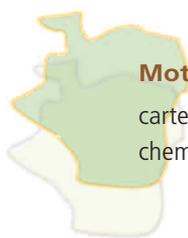
Afin de pouvoir mettre en œuvre la démarche décrite ici, le cartographe phytosociologue devra disposer de la carte des physionomies et de la carte des enveloppes écologiques, dits fonds cartographiques, ainsi que des catalogues décrivant les différentes unités de végétation. La démarche cartographique se fait en 3 opérations : la qualification terrain ou *in situ*, l'extrapolation au bureau ou la qualification *ex situ* et la vérification terrain.

L'effort cartographique est porté sur les cellules paysagères auxquelles sont associées des communautés végétales. Les cellules paysagères s'inscrivent dans des séries et géoséries de végétation qui permettent de définir la ou les végétations potentielles. En raison des difficultés d'interprétation des potentialités végétales pour les milieux fortement anthropisés, le levé de l'information est différencié en fonction des grands types d'occupation du sol : milieux naturels et semi-naturels, milieux cultivés et milieux artificialisés.

Le plus souvent, le cartographe délimite des unités de type surfacique en s'appuyant sur la carte des physionomies, et au besoin en effectuant des opérations de découpe ou de fusion de polygones. Il peut aussi délimiter des unités de type linéaire, pour les végétations de cours d'eau, de vallons ou de barres rocheuses, ou des unités de type ponctuel afin de signaler la présence d'un élément patrimonial.

Mots-clés

carte, cartographie, cellule paysagère, délimitation, extrapolation, fond, habitat, levé, qualification, rattachement, relevé, série, végétation, vérification





Sommaire

- 8 **Démarche cartographique**
- 8 Les outils préalables à la cartographie
- 9 Le levé de l'information cartographique
- 10 La restitution cartographique
- 11 **Règles de cartographie**
- 11 Le traitement différencié en fonction des milieux
- 12 Les règles de délimitation des unités de végétation cartographiées (uvc)
- 14 Les principes du levé de l'information cartographique
 - Le rattachement aux utv de niveau 3
 - Le rattachement aux utv de niveau 2
 - L'attribution des utv de niveau 1
 - Le rattachement aux typologies d'habitats
 - Le rattachement aux utv de niveaux 4 et 5
- 19 Les règles de qualification
 - Une cellule paysagère dominante
 - Une mosaïque de cellules paysagères
- 22 Les modes d'acquisition des données
- 24 **Utilisation des outils en pratique**
- 24 La qualification *in situ*
 - Le pays-fort : phase préliminaire de connaissance du territoire
 - Le pays-fort : la cartographie en pratique
- 40 La qualification *ex situ*
 - À partir de l'extrapolation des données qualifiées *in situ*
 - À partir de la remobilisation de cartes de végétations ou d'habitats existantes
- 43 **Conclusions**
- 44 **Bibliographie**



Liste des fiches techniques

(disponibles sur <https://professionnels.afbiodiversite.fr/fr/node/758>)

- D1 Le relevé phytosociologique
- D2 Le relevé symphytosociologique de cellule paysagère sériale
- D3 Le relevé symphytosociologique de série de végétation
- D4 Le relevé géosymphytosociologique de petites géoséries
- D5 Le relevé géosymphytosociologique de cellule paysagère
- D6 Le synrelevé des complexes caténaux littoraux
- D7 Les complexes caténaux rivulaires et fluviaux
- D8 Les complexes de tourbière et de marais
- D9 Les complexes caténaux d'étangs
- E1 La stratégie d'échantillonnage pour la qualification
- E2 Dans quels cas découpe-t-on un polygone du fond physiographique ?
- E3 Dans quels cas fusionne-t-on des polygones du fond physiographique ?
- E4 Un exemple de linéarisation et de ponctualisation
- E5 Quelques exemples de qualification typologique et de représentation cartographique
- E6 La cartographie ex situ testée sur le massif de Belledonne
- E7 La valorisation des données dans le cadre du programme de l'inventaire permanent des Znieff

Démarche cartographique

La démarche de cartographie s'appuie sur la production des outils décrits dans le volume 1 (catalogues, fonds cartographiques aussi désignés de pré-cartographies). La cartographie est réalisée à partir de données collectées sur le terrain (*in situ*) mais aussi à partir de la remobilisation de données, d'extrapolation voire de modélisation pour les territoires difficilement accessibles en montagne (*ex situ*). On distingue trois grandes étapes de la démarche de cartographie (figure 1).

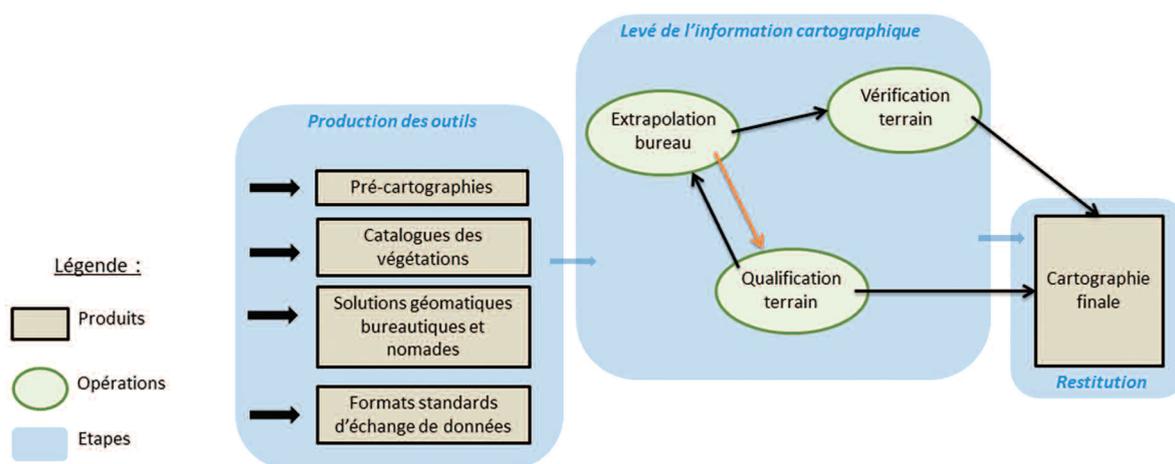


Figure 1. Les étapes de la démarche de cartographie.

Les outils préalables à la cartographie

L'objectif des fonds cartographiques est de proposer un découpage spatial, selon des critères écologiques et physiologiques, sur lesquels le cartographe pourra s'appuyer et qui garantissent une segmentation homogène de l'ensemble du territoire national. Ces outils, qui sont initiés en amont de la phase cartographique de terrain, correspondent à la carte des physiologies et à la carte des enveloppes écologiques. Leurs objets cartographiques (figure 2), nommés ici pré-UVC, sont obtenus à partir de l'exploitation de multiples sources d'informations : images satellites, photographies aériennes, de bases de données environnementales... Le cartographe doit aussi disposer du catalogue des groupements végétaux et du catalogue des séries et géoséries de végétation.



Figure 2. Contour d'une pré-UVC de la carte des physiognomies.

Le levé de l'information cartographique

Cette seconde étape consiste à recueillir les données cartographiques selon différentes opérations.

Opération 1 : la qualification terrain ou *in situ*

C'est la construction et la qualification des UVC à partir des pré-UVC et la collecte de données sur le terrain. Les contours des UVC sont majoritairement issus des polygones des fonds physiognomique et environnemental dont le croisement génère des unités cartographiques homogènes sur le plan physiognomique et écologique (figure 3). Les surfaces cartographiées *in situ* sont définies selon une stratégie d'échantillonnage (fiche E1) sur des secteurs représentatifs s'appuyant sur les petites régions naturelles. Cette opération permet de calibrer l'extrapolation.

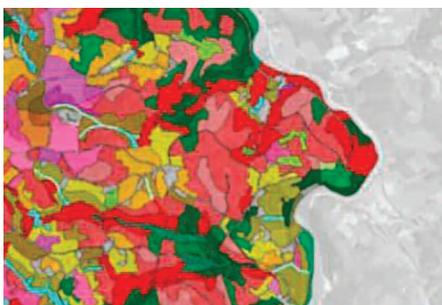


Figure 3. Exemple de représentation cartographique de cellules paysagères (UTV de niveau 2). Commune de Bertignat (63), PNR du Livradois-Forez.

Les CBN pourront être sollicités afin d'accéder aux outils développés dans le cadre du programme : outils de saisie, catalogues de végétation, séries et géoséries, carte des enveloppes écologiques, carte des physiognomies...

Opération 2 : l'extrapolation au bureau ou la qualification *ex situ*

Cette opération fait appel aux données des fonds cartographiques (carte des physiognomies et carte des enveloppes écologiques) et à la photo-interprétation (notamment pour construire les UVC), en s'appuyant sur les informations collectées lors de l'opération précédente ou bien par remobilisation de données existantes. Un niveau de confiance de la donnée est attribué à l'issue de cette opération.



Opération 3 : la vérification terrain

Il s'agit de la vérification et de la qualification finale *in situ* des UVC issues de l'opération d'extrapolation. Cette vérification s'opère par échantillonnage selon la méthode standardisée du levé d'informations. Elle permet d'améliorer le processus d'extrapolation de façon itérative.

L'enchaînement des opérations n'est pas forcément linéaire. Certaines zones peuvent se révéler impossible à qualifier *ex situ* lors de la phase d'extrapolation. Ces secteurs doivent donc impérativement être qualifiés *in situ* lors de la vérification terrain. Ce « feedback », schématisé par la flèche orange sur la figure 1, améliore ainsi la capacité d'extrapolation des situations « floues » sur d'autres secteurs. Les allers-retours entre les opérations 2 et 1 s'enrichissent donc mutuellement

La restitution cartographique

Cette phase comprend la mise en cohérence et la validation des données au sein de la base de données cartographiques. Elle mobilise des compétences en géomatique et en expertise des données cartographiques. À partir des éléments validés de la base de données, des cartes thématiques peuvent être produites : représentation des différents niveaux typologiques, depuis la cellule paysagère jusqu'à la grande unité de paysage, des habitats d'intérêt communautaire (HIC), des végétations rares et menacées, des potentialités forestières...

Règles de cartographie



La méthodologie de cartographie s'inscrit dans une double approche physiologique et écologique, avec pour but la délimitation d'unités de végétation cartographiées homogènes sur les plans syntaxonomiques, physiologiques et écologiques. Un traitement méthodologique différencié est appliqué pour chaque grande catégorie de milieux.

Le traitement différencié en fonction des milieux

En raison des difficultés d'interprétation des potentialités végétales liées au caractère naturel ou fortement anthropisé des milieux, des adaptations de méthode sont apportées en fonction des grands types d'occupation du sol. L'information cartographique finale et ses modalités d'acquisition sont donc variables suivant les situations. Trois grandes catégories sont distinguées :

- milieux naturels et semi-naturels : forêts, landes, pelouses, éboulis, prairies, marais, dunes... ;
- milieux cultivés : grandes cultures, plantations d'arbres... ;
- milieux artificialisés : surfaces bâties, voies de communication, parcs urbains...

Milieux naturels et semi-naturels

Comme présenté dans le volume 1 du guide, l'effort cartographique est porté sur les cellules paysagères (UTV de niveau 2), expression de la végétation actuelle décrite au travers d'une liste de syntaxons (UTV de niveau 1). L'attribution d'une information sériale/géosériale (UTV de niveau 3) à chaque UVC permet de définir la ou les végétations potentielles.

La plupart des individus de série de végétation sont phytosociologiquement « insaturés », c'est-à-dire que leur expression est limitée à seulement quelques-uns de leurs éléments : l'ensemble des potentialités phytocénétiques d'une série, c'est-à-dire l'ensemble des stades dynamiques qui la caractérise, s'expriment rarement complètement. Cet état de fait est la conséquence des activités humaines comme la mise en culture, l'eutrophisation ou l'artificialisation des milieux. Lorsque les perturbations anthropiques sont fortes, par exemple pour les cellules paysagères dominées par des prairies eutrophiles conduites intensivement, le rattachement sériel est rendu difficile et parfois impossible. On aura alors recours à une extrapolation ou qualification *ex situ* de l'unité de paysage potentielle (UTV de niveau 3 : série ou petite géosérie), en s'appuyant sur l'analyse des variables du fond environnemental, tout en conservant l'information du caractère dérivé des végétations exprimées. Certaines UVC porteront donc une information sériale déduite, à partir des variables écologiques.



Milieux cultivés

La localisation des milieux cultivés (cultures, vignes, vergers, plantations) est précisée dans la carte des physionomies. Pour ces milieux fortement artificialisés, la qualification sériale (UTV de niveau 3) est rendue difficile et sera réalisée par extrapolation en s'appuyant sur les données de la carte des enveloppes écologiques. La qualification typologique est indiquée sous forme de cellules paysagères culturelles (UTV de niveau 2) qui, bien qu'intégrant plusieurs des syntaxons (végétations commensales annuelles ou vivaces, végétations des chemins piétinés, des fossés...), ne feront pas l'objet d'une qualification typologique au niveau association (UTV de niveau 1). Dans certains territoires voués à une agriculture intensive, les conditions de milieu ont été modifiées de très longue date et si intensément que la détermination des potentialités sériales devient hypothétique et restera donc informative.

Milieux artificialisés

Les milieux artificialisés sont l'objet d'un thème spécifique de la carte des physionomies et comprennent bâtiments, jardins, infrastructures routières et ferroviaires, parkings. Ils ne sont pas parcourus lors des opérations de terrain et sont qualifiés comme « zones artificialisées ». Ils ne font l'objet d'aucune attribution typologique. Certains milieux artificialisés peuvent ne pas avoir été signalés dans la pré-cartographie, notamment dans le cadre de constructions postérieures à la prise de vue aérienne utilisée pour la première étape de production de la carte des physionomies (segmentation). Dans ce cas, le cartographe crée une UVC à laquelle il attribue cette catégorie.



En Bref, le principe cartographique consiste à :

- exploiter la carte des enveloppes écologiques et la carte des physionomies comme des fonds de cartographie délimitant des pré-unités de végétation cartographiées (pré-UVC) pour faciliter et accélérer la cartographie des unités de végétation (UVC) ;
- qualifier phytosociologiquement les UVC :
 - pour les milieux naturels et semi-naturels, attribution d'UTV de niveau 3, de niveau 2 et de niveau 1,
 - pour les milieux cultivés, attribution d'UTV de niveau 2 et de niveau 3 par déduction à partir de la carte des enveloppes écologiques,
 - procéder à la **qualification *in situ*** à partir d'un échantillon tout en ayant recours aussi à de la **qualification *ex situ*** par extrapolation ou remobilisation de données compte tenu de la superficie importante à cartographier.

Les règles de délimitation des unités de végétation cartographiées (UVC)

La première règle qui s'applique pour délimiter une UVC est de s'assurer que cette dernière est circonscrite dans un grand type de compartiment écologique (complexe de compartiments) marqué par un facteur écologique unificateur. Il s'agit des grands compartiments écologiques (complexe de compartiments) marqués par un facteur écologique unificateur qui peut être :

- la sécheresse du sol, le complexe de compartiments présentera donc un déterminisme édaphique par déficit hydrique (édaphoxérophile) : un complexe de dalles rocheuses (fiche D4), une falaise... ;
- l'humidité, le complexe de compartiments présentera un déterminisme édaphique par abondance ou excès d'eau (édaphohygrophile), par exemple les végétations liées à un talweg de vallon, une tourbière, un étang (fiches D8 et D9). On inclut dans ce grand compartiment, les séries mésohygrophiles, hygrophiles et sub-aquatiques (amphibies) ;

■ des conditions mésophiles, moyennes du gradient hydrique, le complexe de compartiments présentera donc plutôt un déterminisme climatique (climatophile) comme par exemple un versant de vallée hébergeant des associations acidiphiles et acidiclinophiles ou un bassin d'effondrement tertiaire présentant des mosaïques de sols acidiclins et neutroacidiclins.

Il est important de respecter ce cadre spatial lors de la réalisation des géosigmarelevés (fiches D4 et D5)

Un exemple de délimitation des grands compartiments écologiques est donné figure 4. Le cartographe commence généralement par délimiter les complexes de compartiments humides.

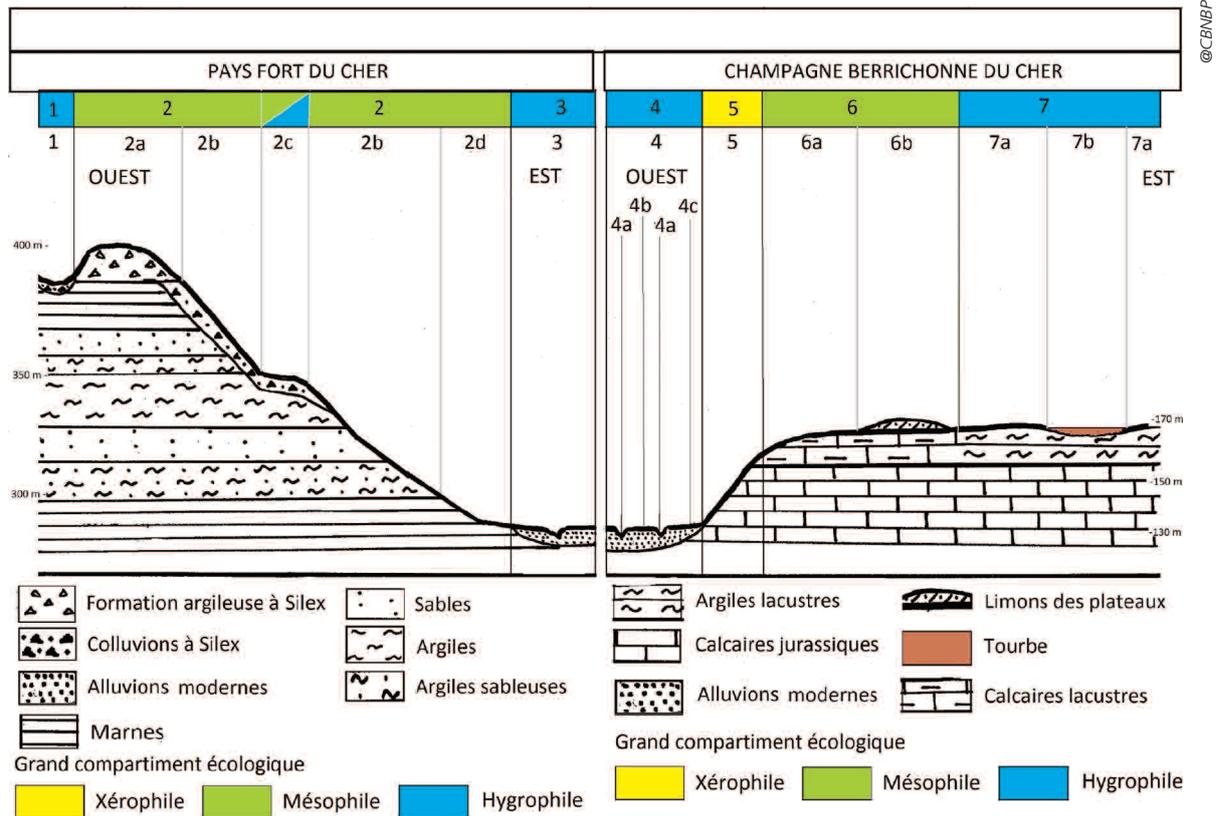


Figure 4. Exemple de délimitation des grands compartiments écologiques (Vallée du Cher à Chateaufort-sur-Cher [18], Champagne berrichonne).

Le plus souvent, le cartographe délimite des UVC de type surfacique. Pour cela, il s'appuie prioritairement sur la carte des physionomies. Bien que celui-ci fournisse une aide précieuse au cartographe, la constitution des UVC finales nécessite souvent des opérations de découpe ou de fusion des pré-UVC. Afin que la cartographie des différents secteurs géographiques reste homogène, des règles communes doivent être respectées pour les opérations de découpe (fiche E2) et de fusion de polygones (fiche E3).

Le cartographe peut délimiter aussi des UVC de type linéaire dès lors que les conditions sont respectées (fiche E4).

Enfin, le cartographe peut localiser des UVC de type ponctuel afin de signaler la présence d'un élément patrimonial (fiche E4). Il s'agit de végétations remarquables (habitat d'intérêt communautaire, végétation rare, zone humide) occupant une superficie de moins de 0,5 ha et non répétitif dans une unité typologique de végétation (UTV) de niveau 2 correspondant



à celui de la cellule paysagère. En effet, lorsqu'ils sont répétitifs, les éléments remarquables sont pris en compte dans la composition de l'unité typologique en tant qu'« éléments répétitifs ». Dans ce cas, ils ne sont pas représentés cartographiquement par un point mais leur présence est signalée dans le système d'information. Le principe de base est de ne pas multiplier les informations qui fausseraient les données surfaciques.

Afin de délimiter au mieux les UVC dans un contexte donné (situation alluviale, bocage, etc.), le cartographe commence par parcourir un ensemble de polygones afin d'apprécier les différentes unités de végétation. C'est après acquisition d'une vision globale du contexte et après identification des différents complexes de végétation rencontrés, que le cartographe est en mesure de proposer des délimitations d'UVC. À noter que les opérations de découpe et de fusion de polygones une fois bien maîtrisées sur le terrain peuvent aussi être réalisées par photo-interprétation et extrapolation.

Les principes du levé de l'information cartographique

Après avoir délimité les grands compartiments écologiques, le levé de l'information cartographique consiste à resituer chaque unité de végétation cartographiée (UVC), dans une série ou une petite géosérie de végétation (UTV de niveau 3), puis à l'attribuer à une cellule paysagère (UTV de niveau 2). Pour les milieux naturels et semi-naturels, une composition syntaxonomique (UTV de niveau 1) type est précisée ; le rang synsystématique visé est celui de l'association. Pour répondre aux obligations de la directive habitat, faune, flore (DHFF), les correspondances avec les habitats d'intérêt communautaire sont effectuées. Enfin, les UVC peuvent être rattachées aux grandes et très grandes unités de paysage (UTV de niveaux 4 et 5).

Des sigmarelevés ou des relevés phytosociologiques peuvent être attachés à une UVC donnée. La réalisation de relevés de végétation répond à plusieurs objectifs :

- conforter la caractérisation de l'unité ;
- apporter une information fiable en cas de doute relatif à la détermination des unités typologiques sur le terrain (situations atypiques...) ;
- capitaliser des données sur des végétations rares ou remarquables ;
- produire une référence attestant de la présence de syntaxons rares ou nouveaux dans la région ;
- décrire les (géo)séries (relevés [géo]symphytosociologiques) ;
- décrire les cellules paysagères en vue de l'information des UVC (relevés [géo]symphytosociologiques).

L'opportunité de réaliser un relevé est évaluée par le phytosociologue, en fonction des lacunes de connaissance et de l'intérêt des végétations observées. Les relevés (géo) symphytosociologiques concernent des individus de séries ou de petites géoséries les plus saturés présents sur le terrain, c'est-à-dire avec la meilleure représentation possible de leurs éléments constitutifs (séries, stades dynamiques, associations végétales).

Enfin, le recueil de sigmarelevés des cellules paysagères répétitives constitue le matériel nécessaire à la description phytocénotique des UVC.

Quatre types de relevés répondant à des méthodologies différentes sont envisageables :

- communauté végétale (fiche D1) ;
- individu de cellule paysagère (fiche D2) ;
- individu de série (fiche D3) ;
- individu de géosérie (fiche D4).

Le rattachement aux UTV de niveau 3

Cette information typologique est attribuée à toutes les UVC des milieux naturels, semi-naturels et cultivés.

Cette première qualification, qui dépasse souvent le seul cadre spatial de l'UVC analysée, s'appuie sur les observations de terrain suivantes :

- caractérisation des communautés végétales observées et en particulier des associations forestières ou des têtes de série ;
- relevés d'informations écologiques (géologie, topographie, pédologie ; l'emploi d'une tarière est souvent nécessaire pour les complexes de végétation dégradés) ;
- informations contenues dans la carte des enveloppes écologiques (formes topographiques, niveau d'humidité...).

Toutes ces observations, confrontées aux descriptifs des (géo)séries de végétation du catalogue et à leur trajectoire dynamique, permettent la caractérisation de la série ou de la géosérie (UTV de niveau 3).

Si la (géo)série n'est pas décrite dans le catalogue, un sigmarelevé (fiche D3) ou un géosigmarelevé (fiche D4) est réalisé.

La représentation cartographique à l'échelle de la série et de la petite géosérie (UTV de niveau 3) se construit par regroupement d'UVC s'inscrivant dans la même enveloppe sériale (tessella) ou géosériale (catena).

Le rattachement aux UTV de niveau 2

L'information phytosociologique principale qui guide la délimitation de l'UVC correspond à l'UTV de niveau 2, la cellule paysagère. Cette information typologique est attribuée aux milieux naturels, semi-naturels et cultivés.

Une fois le niveau sérial défini (UTV3), l'identification de la cellule paysagère se base sur des critères physiologiques. Elle est guidée par le descriptif du catalogue en portant une attention particulière aux syntaxons dominants et codominants. Les types de cellules paysagères sont décrits (fiche A4).

En cas de doute, le cartographe effectue un relevé de cellule paysagère (fiches D2 et D5). Dans ce cas, la qualification de l'UVC se fait ultérieurement après analyse des relevés. La définition d'une nouvelle unité de paysage (UTV de niveau 2) sous-tend la mise en évidence d'une combinaison répétitive de syntaxons définissant une physiologie particulière. Les combinaisons marginales, observées sporadiquement pourront être traitées comme « mosaïque de cellules paysagères ». Certaines cellules paysagères correspondant à l'expression d'une petite géosérie ne sont pas physiologiquement homogènes, leur définition est alors centrée sur le paramètre écologique unificateur de la petite géosérie (fiches D6 à D9).

À chaque UTV de niveau 2 est associé un indice de confiance relatif à la qualification typologique. Cet indice à 3 niveaux (confiance faible, moyenne, haute) permet de juger de la fiabilité du levé de l'information. Il est également renseigné si le niveau de saturation phytocénotique de l'UTV2 est atteint (oui, non, non connu).



L'attribution des UTV de niveau 1

Cette information n'est produite que pour les milieux naturels et semi-naturels. Les catalogues des séries et géoséries listent et détaillent l'ensemble des cellules paysagères (UTV de niveau 2) d'un territoire en précisant une composition phytocénotique moyenne (UTV de niveau 1) issue de l'analyse de cas concrets identifiés lors de la phase de typologie. Les cellules paysagères sont, en effet, décrites au travers d'une liste pondérée de syntaxons répétitifs mise en évidence par l'analyse des relevés de terrain (tableau 1).

Tableau 1. Géosigmarélevés d'individus de cellule paysagère forestière des fonds de vallons collinéens du Massif central (petite géosérie du Pulmonario affinis-Fraxinetum excelsioris) et calcul de la composition syntaxonomique moyenne

N°relevé	Composition syntaxonomique moyenne UTV2																			Dominance	Fréquence (%)					
	1124	258	7041	109	624	690	1385	1626	1347	1698	3614	671	705	1095	1806	495	527	670	1217			1253	1588	1952	NB	
<i>Pulmonario affinis</i> <i>Fraxinetum excelsioris</i> / <i>Fraxino excelsioris</i> <i>Quercion roboris</i>	4	5	4	5	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	22	4	100
<i>Carici remotae</i> <i>Fraxinetum excelsioris</i> / <i>Alnion incanae</i>			1	2	3	3	3	3	2	2	2													9	2	41
<i>Polysticho setiferi</i> <i>Tilietum platyphylli</i> / <i>Polysticho setiferi</i> <i>Fraxinion excelsioris</i>											2	4	4	2										5	3	23
Groupement à <i>Clematis vitalba</i> et <i>Corylus avellana</i> / <i>Clematido vitalbae</i> <i>Acerion campestris</i>	2	2	3																					3	2	14
Groupement à <i>Urtica dioica</i> , <i>Alliaria petiolata</i> et <i>Fraxinus excelsior</i> / <i>Fraxino excelsioris</i> <i>Quercion roboris</i>	2							2	2															3	2	14
<i>Polygonato multiflora</i> <i>Fagetum sylvaticae</i> / <i>Carpino betuli</i> <i>Fagion sylvaticae</i>														2	4	4	3	4	3	4	4	4	4	9	3	41

La pondération est exprimée au travers de classes de recouvrement, rendant compte de l'occurrence surfacique de chaque syntaxon. Les classes de recouvrement retenues suivent l'échelle de dominance de Braun-Blanquet et présentent 6 catégories (coefficients + à 5, fiche D3).

De façon générale, la composition phytocénotique moyenne correspondant à la cellule paysagère est attribuée par défaut à l'UVC. En revanche, lorsque la composition syntaxonomique observée est différente de la composition moyenne décrite, la liste pondérée des syntaxons est modifiée en conséquence par le cartographe.

Ces modifications pourront porter :

- soit sur la composition syntaxonomique elle-même (ajout/suppression de syntaxons) ;
- soit sur la typicité des communautés observées (basale, dérivée, fragmentaire) ;
- soit sur les classes de recouvrement surfacique.

De la même façon que pour les cellules paysagères (UTV de niveau 2), en cas de doute sur la détermination d'un syntaxon, le cartographe réalise un relevé phytosociologique (fiche D1).

Hormis pour des végétations patrimoniales représentées sous forme de point, la représentation cartographique des syntaxons (UTV de niveau 1) sera imprécise car les éléments constitutifs des cellules paysagères ne sont pas localisés au sein de l'UVC. Les classes de recouvrement rapportées à la surface de l'UVC permettent néanmoins d'estimer l'emprise surfacique moyenne de la communauté végétale considérée.

Le rattachement aux typologies d'habitats

Pour répondre à une partie des obligations de la DHFF, des liens sont établis entre les UTV et les habitats d'intérêt communautaire (HIC).

Pour ce faire, deux références particulièrement importantes existent :

- le manuel d'interprétation des habitats de l'Union européenne, qui donne la définition officielle des habitats au niveau communautaire. Lors de l'intégration d'un nouvel État membre dans l'Union européenne, une nouvelle version de ce manuel est produite, la version de référence actuelle est EUR28 (*European Commission, 2013*) ;
- les Cahiers d'habitats (Bensettiti *et al.*, 2001-2005), déclinaison française du manuel d'interprétation. Compte tenu des difficultés d'interprétation persistantes de ces habitats, et de manière à prendre en compte l'évolution des connaissances, les interprétations proposées par les Cahiers d'habitats sont continuellement complétées et actualisées, ainsi que les correspondances entre les associations du Prodrome des végétations de France et les HIC.

Par rapport aux obligations de la DHFF, la cartographie apportera des informations sur l'aire d'occupation et les surfaces couvertes par les HIC pour le rapportage au titre de l'article 17 de la DHFF et contribuera à développer un plan d'échantillonnage pour les suivis à mettre en place au titre de l'article 11.

Dans ce cadre, les réponses apportées varient selon les HIC considérés, ceux-ci peuvent être séparés en trois catégories d'habitats (tableau 2, page suivante).

Le rattachement au code Natura 2000 est établi automatiquement à partir du croisement de l'information typologique portée par l'UVC et l'information contenue dans le module « code N2000 » des catalogues. Ces liens sont majoritairement établis au travers des correspondances entre syntaxons (UTV de niveau 1) et HIC.

Dans certains cas, des informations relatives à des HIC seront recueillies au gré des parcours de terrain. C'est par exemple le cas pour l'habitat 6210 Pelouses sèches semi-naturelles et faciès d'embuissonnement sur calcaires (*Festuco-Brometalia*) qui revêt un caractère prioritaire dans le cas de sites d'orchidées remarquables. La richesse en orchidées devra donc être notée sur le terrain de manière à déterminer le caractère prioritaire ou non de l'habitat.

En parallèle, il est fait appel à la classification des habitats Eunis (Louvel *et al.*, 2013), faisant suite à Corine biotopes. Eunis constituant le référentiel des habitats au niveau européen, il est utile d'établir la correspondance entre les UTV et les habitats Eunis. Les correspondances avec les associations végétales sont réalisées dans le cadre du programme du Prodrome des végétations de France (PVF2) et sont diffusées classe par classe. Pour les cellules paysagères, les correspondances sont établies de manière indirecte par connaissance des associations qui les composent et qui sont listées dans les catalogues de séries et de géoséries de végétation.



Tableau 2. Catégories d'HIC selon le niveau de réponse susceptible d'être apporté

Catégorie d'habitat	Informations apportées
HIC dont la végétation couvre des surfaces généralement supérieures à 0,5 ha	<p>Informations sur la présence de l'habitat, et dans une certaine mesure sur la surface qu'il occupe, obtenues « directement » à partir des UVC.</p> <p>Habitats concernés :</p> <ul style="list-style-type: none"> - habitats dont la végétation constitue l'élément structurant d'une cellule paysagère (UTV 2), ex. : les habitats forestiers ; - habitats s'exprimant directement à l'échelle d'une petite géosérie de taille supérieure à 0,5 ha, ex. : les pavements calcaires (code 8240). <p>⇒ Selon un premier calcul, ce cas pourrait concerner de l'ordre de 50 % des habitats.</p>
HIC dont la végétation couvre des surfaces généralement inférieures à 0,5 ha, mais constitue un élément structurant d'une cellule paysagère (UTV2) s'exprimant sur des surfaces supérieures à 0,5 ha	<p>Informations sur la présence et la surface occupée par l'habitat obtenues « indirectement » à partir des UVC.</p> <p>Les informations apportées sont qualifiées d'indirectes dans la mesure où l'HIC ne constitue qu'une partie d'une cellule paysagère. On ne peut donc pas convertir « directement » l'UVC attribuée à cette UTV2 en occurrence et surface d'un habitat.</p> <p>Dans la mesure où toutes les composantes d'une UTV2 ne sont pas obligatoirement présentes dans chaque UVC attribuée à cette UTV2, la présence de l'HIC comporte un certain niveau d'incertitude. Ce niveau d'incertitude est directement lié à la fréquence des végétations indicatrices de l'habitat dans l'UTV2. Sauf vérification sur le terrain, les informations sur les surfaces couvertes par l'habitat correspondent à l'estimation statistique donnée dans les catalogues.</p> <p>Ex. :</p> <ul style="list-style-type: none"> - habitats dunaires : laisses de mer (1210), dunes embryonnaires (2110) et dunes mobiles (2120) ; ces habitats sont de petite taille, mais peuvent être regroupés au sein d'une géosérie des végétations dunaires soumises à l'action directe du vent et des embruns ; - habitats des bords d'étangs : végétations atlantique des Littorelletea (3110) ; habitat de petite taille, mais pouvant être cartographié via une géosérie d'étang, toutefois la fréquence des végétations indicatrices de l'habitat dans l'UTV correspondante risque de ne pas être très élevée d'où un niveau d'incertitude important sur sa présence réelle dans l'UVC considérée. <p>⇒ En première approximation, ce cas pourrait concerner près de 30 % des habitats.</p>
HIC dont la végétation s'exprime sur de petites surfaces (< 0,5 ha) et ne figure dans les compositions syntaxonomiques moyennes d'aucune cellule paysagère (UTV2)	<p>Pas d'informations sur la présence et la surface occupée par l'habitat obtenues à partir des UVC.</p> <p>Des informations ne seront collectées que dans le cas :</p> <ul style="list-style-type: none"> - d'observations opportunistes lors de l'identification ou de la vérification de l'identité d'une UVC sur le terrain ; - de remobilisations de données phytosociologiques ou cartographiques existantes. <p>Ex. : sources pétrifiantes avec formation de tuf (7220).</p> <p>⇒ En première approximation, ce cas pourrait concerner près de 10 % des habitats.</p>

Le rattachement aux UTV de niveaux 4 et 5

Le rattachement des pré-UVC aux UTV de niveaux 4 et 5 est réalisé *ex situ*. Ces niveaux couvrant de grandes surfaces sont renseignés *a posteriori* grâce aux niveaux synthétiques de la carte des enveloppes écologiques correspondant aux grandes entités géomorphologiques. Les campagnes de terrain n'ont donc pas vocation à renseigner ces deux niveaux typologiques.

Les aspects méthodologiques liés au fondement typologique et à la délimitation de ces grandes unités de paysage seront précisés ultérieurement.



En Bref, chaque UVC est :

- délimitée en s'assurant qu'elle est circonscrite dans un grand type de compartiment écologique et en s'appuyant sur les fonds et données pré-cartographiques ;
- résituée dans une série ou une petite géosérie de végétation (UTV de niveau 3) ;
- rattachée obligatoirement à une cellule paysagère (UTV de niveau 2) ;
- reliée à une composition syntaxonomique moyenne (UTV de niveau 1), qui peut faire l'objet de modification dans le cadre de la cartographie *in situ* ;
- le cas échéant, rattachée à un habitat d'intérêt communautaire et à Eunis.

En cas de besoin, des sigmarelevés ou des relevés phytosociologiques peuvent être réalisés dans une UVC donnée.

Les règles de qualification

La qualification des UVC répond à plusieurs principes qui sont illustrés au travers des cas présentés ci-dessous.

Une cellule paysagère dominante

C'est la situation la plus courante. Une unité typologique de niveau 2 est dominante (surface couvrant plus de 75 % de l'UVC), elle conditionne la délimitation et la qualification typologique de l'UVC. C'est cet objectif que le cartographe doit viser.

a) Un seul compartiment écologique

Dans de nombreux cas, l'UVC s'insère dans un compartiment écologique homogène. L'UVC est caractérisée par une cellule paysagère dominante (UTV de niveau 2) qui s'inscrit dans une même série de végétation et donc une même végétation potentielle (UTV de niveau 3).

L'UVC est donc qualifiée par :

- 1 unité typologique de niveau 3 – série ;
- 1 cellule paysagère (UTV de niveau 2) ;
- 1 liste syntaxonomique pondérée (UTV de niveau 1).

S'il existe des types de végétations "dominées" (couvrant moins de 25 % de l'UVC et représentant moins de 0,5 ha d'un seul tenant), les unités typologiques de niveau 1 concernées sont mentionnées dans la base de données cartographique avec leur indice de dominance.



Figure 5. Complexe de recolonisation de pelouse sèche du massif de Belledonne ; cellule paysagère de recolonisation de la Série du *Sorbo ariae* – *Quercetum petraeae*.

Sur les reliefs marno-calcaires de la bordure occidentale du massif de Belledonne (38), en situation thermophile de l'étage collinéen, l'UVC (figure 5) de 1,2 ha est marquée par une physionomie de complexe de recolonisation. Au moins 75 % de la surface est occupée par des ourlets (ourlet graminéen à *brachypode* du *Coronillo variae* – *Brachypodietum pinnati*) et des fourrés du *Lonicero xylostei* – *Prunetum mahaleb*. Cette cellule paysagère de recolonisation peut être rattachée à la série du *Sorbo ariae* – *Quercetum petraeae*, de la bordure occidentale du massif de Belledonne. L'UVC contient donc l'information de présence d'une seule UTV de niveau 2 (cellule paysagère de recolonisation du *Sorbo ariae* – *Quercetum petraeae sigmetum*) et d'une seule série, UTV de niveau 3 (*Sorbo ariae* – *Quercetum petraeae sigmetum*).



b) Plusieurs compartiments écologiques

Dans certains cas, lorsque les compartiments écologiques sont très imbriqués et ne peuvent être cartographiés séparément, il est possible que l'UVC renferme plusieurs compartiments écologiques.

L'UVC est alors caractérisée par une cellule paysagère s'inscrivant dans plusieurs compartiments écologiques qui correspond à l'expression d'une petite géosérie de niveau microrelief (UTV de niveau 3). C'est le cas pour des types de végétation particulièrement complexes comme les milieux littoraux, les pelouses alpines, les zones agricoles au parcellaire de faible surface... Pour ces cas, des cellules paysagères spécifiques sont décrites dans les catalogues comme des unités typologiques à part entière.

L'UVC est donc qualifiée par :

- 1 unité typologique de niveau 3 – petite géosérie ;
- 1 cellule paysagère (UTV de niveau 2) ;
- 1 liste syntaxonomique pondérée (UTV de niveau 1).



Figure 6. Cellule paysagère aquatique des eaux stagnantes mésotrophes à eutrophes de l'étage collinéen.

L'UVC délimite un étang supérieur à 0,5 ha (figure 6). La végétation présente une physionomie hétérogène, eau libre, herbiers aquatiques et roselières dominant à plus de 75 %. Leur juxtaposition dans l'espace est de nature caténale et suit les logiques de « ceintures » propres à ces milieux, suivant la profondeur d'eau. Ces potentialités sériales différentes justifieraient de séparer plusieurs cellules paysagères. Toutefois, la combinaison de ces ceintures est très répétitive et statistiquement fiable, leur regroupement est justifié par l'influence écologique majeure du paramètre écologique unificateur qu'est la lame d'eau de l'étang. Une cellule paysagère unique (à potentialités sériales multiples) est identifiée et décrite dans le catalogue des séries et géoséries. L'UTV de niveau 3 à laquelle est rattachée cette cellule paysagère est de type « petite géosérie ».

Dans ce cas, la composition syntaxonomique est décrite ci-dessous.

Syntaxons	Descriptifs succincts	Ab - Dom
<i>Potamion pectinati</i>	Herbiers vivaces immergés	2
<i>Nymphaeion albae</i>	Herbiers vivaces flottants	3
<i>Lemnetalia minoris</i>	Voile aquatique libre	1
<i>Oenanthion aquaticae</i>	Parvo-roselière amphibie	1
<i>Scirpetum lacustris</i>	Roselière aquatique	2

Une mosaïque de cellules paysagères

La mosaïque de cellules paysagères répond à la délimitation et à la qualification d'UVC présentant plusieurs UTV de niveau 2 différentes qui occupent chacune plus de 25 % de la surface du polygone, moins de 0,5 ha d'un seul tenant et qui peuvent être cartographiées séparément dans d'autres situations. L'UVC n'est pas homogène physionomiquement ou écologiquement.

a) Un seul compartiment écologique

L'UVC correspond à une unique série. Toutes les UTV de niveau 2 qui occupent au moins 25 % de la surface de l'UVC participent à la qualification typologique de l'UVC. L'UVC est caractérisée par une mosaïque de cellules paysagères. La mosaïque est caractérisée par la liste des UTV de niveau 2 avec leur pourcentage de recouvrement et, pour chacune d'elles, une liste pondérée de syntaxons (UTV de niveau 1).

L'UVC est alors qualifiée par :

- 1 unité typologique de niveau 3 – série ;
- 2 à 3 cellules paysagères.

Chaque UTV se voit attribuer un pourcentage de recouvrement.



Figure 7. Mosaïque de complexe de recolonisation et de pelouse.

L'UVC (figure 7) est occupée par deux UTV de niveau 2 appartenant à la même série :

- 40 % par une cellule paysagère pelousaire du *Quercus pubescenti* – *sessiflorae sigmetum* des plateaux jurassiens de l'Isle Cremieu qui est dominé par des pelouses xérophiles à xéroclinophiles (*Onobrychido arenariae* – *Pulsatilletum rubrae*; *Siegingio decumbentis* – *Brachypodietum pinnati*) ;
- 60 % par une cellule paysagère de recolonisation de la même série qui est dominée par des ourlets, landes et fourrés (*Lonicero xylostei* – *Prunetum mahaleb* ; *Calluno vulgaris* – *Brachypodietum pinnati* ; *Holco mollis* – *Pteridetum aquilini*).



b) Plusieurs compartiments écologiques

L'UVC peut être caractérisée par un type physiologique dominant. Toutefois, cela correspond à plusieurs cellules paysagères se développant dans plusieurs compartiments écologiques. Cette mosaïque de cellules paysagères s'inscrit dans une mosaïque de séries.

La variation de la concentration en argile des formations sédimentaires tertiaires des bassins d'effondrement, détermine deux compartiments écologiques finement imbriqués. Ni la carte des enveloppes écologiques, ni les informations géologiques ne permettent de délimiter ces variations de substrats (figure 8).

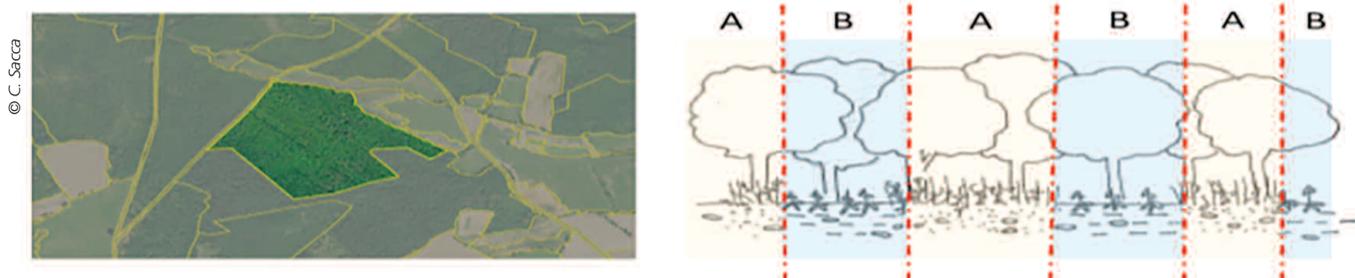


Figure 8. Complexes forestiers de la Plaine d'Ambert, PNR du Livradois-Forez.

L'UVC 1 correspond à une mosaïque de cellules paysagères qui s'inscrivent dans 2 séries.

A – 35 % par une cellule paysagère forestière de la série planitiaire/collinéenne de la hêtraie-chênaie à *Quercus petraea* et *Holcus mollis*, des substrats sableux acidiclives, avec présence du groupement à *Holcus mollis* et *Quercus petraea*.

B – 65 % par une cellule paysagère forestière de la série de la chênaie à *Quercus robur* et *Carex flacca*, des substrats argileux neutro-acidiclives, avec présence du *Carici flacca-Quercetum roboris*.

N.B. Les polygones forestiers contigus, avec un recouvrement moindre (inférieur à 25 %) de la cellule paysagère forestière de la série de la chênaie à *Quercus robur* et *Carex flacca*, sont traités comme des cas courants, à savoir :

■ cellule paysagère forestière de la série de la hêtraie-chênaie à *Quercus petraea* et *Holcus mollis*, avec la composition suivante :

- Groupement à *Holcus mollis* et *Quercus petraea* (dominance = 5),
- *Carici flacca-Quercetum roboris* (dominance = 1).

D'autres exemples, qui croisent délimitation et qualification de l'UVC, sont présentés dans la fiche E5.

Les modes d'acquisition des données

À la qualification typologique de chaque unité de végétation cartographiée (UVC) sont associées des informations sur le mode d'acquisition des données typologiques. En effet, l'acquisition peut être réalisée différemment selon les situations.

Mode de qualification

Cette information vise à préciser si les données ont été recueillies sur le terrain (*in situ*) ou à partir des informations issues des fonds cartographiques et de remobilisation de données existantes (*ex situ*).

Mode d'observation

Les modes d'observation varient en fonction du mode de qualification des UVC. Le tableau 3 (ci-dessous) présente les différents modes d'observation possibles.

Réalisation de relevé

Cette information renseigne le fait qu'un relevé symphytosociologique ou phytosociologique a été réalisé à l'occasion de la prospection de terrain.

Indice de confiance de la qualification des UTV 2 et 3

Cet indice traduit le ressenti du cartographe sur la fiabilité des rattachements typologiques effectués, dépendant notamment du mode d'observation. L'indice de confiance attaché à la qualification de l'UVC, qu'elle soit *in situ* ou *ex situ*, varie sur une échelle à 3 niveaux (confiance faible, moyenne, haute). Concernant la qualification *ex situ*, l'indice de confiance tiendra compte des corrélations entre les pré-UVC de la carte des physionomies et de la carte des enveloppes écologiques avec les UTV 2 et 3 (fiche E1).

Saturation phytocénotique de la cellule paysagère

Elle est analysée en s'appuyant sur la composition syntaxonomique moyenne issue du catalogue. Elle varie sur une échelle à 4 niveaux : bas, moyen, fort, non connu (tableau 4).

Tableau 3. Modes d'observation en fonction du mode de qualification des UVC

Mode de qualification	Mode d'observation
Qualification <i>in situ</i>	- observation de la végétation depuis l'intérieur de l'UVC ; - observation de la végétation depuis sa périphérie ; - observation de la végétation à la jumelle (ex : versants ou rives opposés).
Qualification <i>ex situ</i>	- observation par extrapolation avec mobilisation des données existantes (relevés phytosociologiques ou paysagers, cartographies existantes...) ; - observation par extrapolation experte (sur la base des fonds cartographiques).

Tableau 4. Niveaux de saturation phytocénotique de la cellule paysagère

Niveaux	Commentaires
bas	Nombre de syntaxons inférieur à la composition moyenne
moyen	Nombre de syntaxons proche de la composition moyenne
fort	Nombre de syntaxons supérieur à la composition moyenne
non connu	Notamment en cas de qualification <i>ex situ</i> par extrapolation experte

En Bref, la qualification des UVC suit les principes et les règles suivants :

■ **informer l'UVC avec toute UTV de niveau 2** qui occupe au moins 25 % de la surface de l'UVC, il est donc possible dans certains cas de représenter plusieurs UTV de niveau 2 par UVC ;

■ **rattacher les UVC aux UTV de niveaux 3 et 2** selon deux modalités principales ;

cas 1 : une petite unité de paysage dominante (UTV de niveau 3 et UTV de niveau 2 > 75 % de la surface de l'UVC) => rattachement à 1 UTV de niveau 3, à 1 UTV de niveau 2, modification éventuelle de la liste syntaxonomique pondérée,

cas 2 : mosaïque de petites unités de paysage (une ou plusieurs UTV de niveau 3 et plusieurs UTV de niveau 2 > 25 % dans l'UVC) => rattachement à 1 ou plusieurs UTV de niveau 3, à plusieurs UTV de niveau 2, modification éventuelle de la liste syntaxonomique pondérée pour chaque UTV de niveau 2 ;

■ **renseigner le mode d'acquisition des données** qui constitue le support de la qualification (mode de qualification, mode d'observation, réalisation de relevé, indice de confiance de la qualification, saturation phytocénotique de la cellule paysagère).



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 paysionomique ;
- 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.

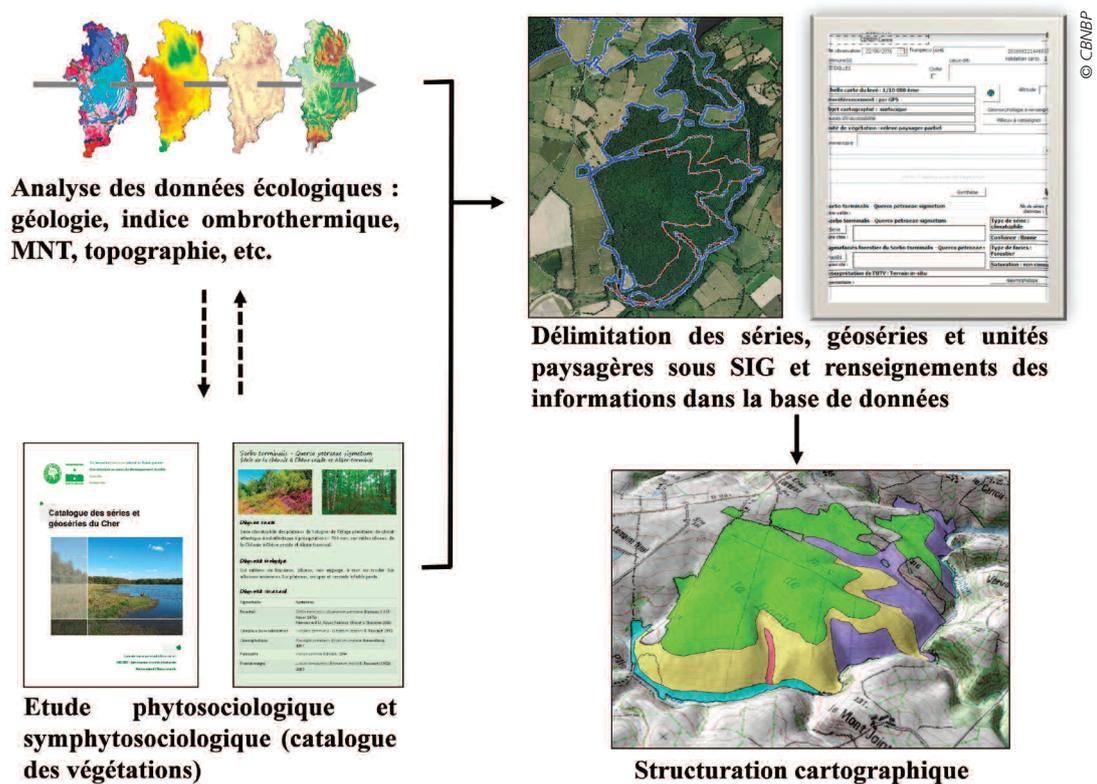


Figure 9. Les différentes phases de l'opération de cartographie *in situ*.

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.

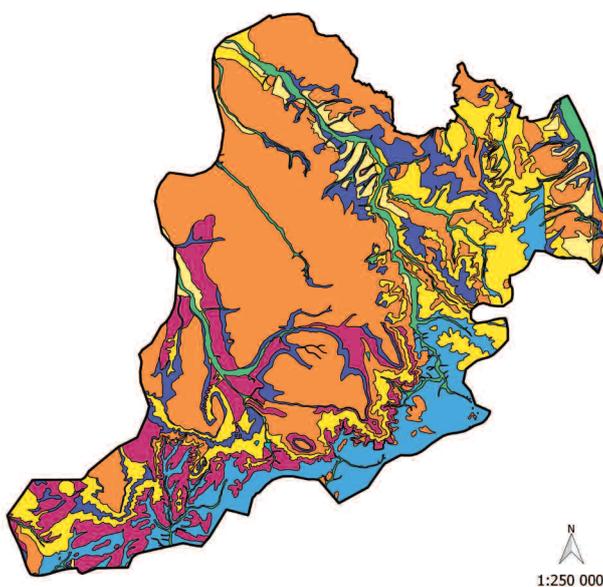
Sur le plan géologique (figure 10) : le territoire est en grande partie concerné par des formations résiduelles à silex (argiles à silex), issues de l'altération des formations crétacées, et qui forment une couche très épaisse (plusieurs dizaines de mètres d'épaisseur). En dessous, on trouve une alternance 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).



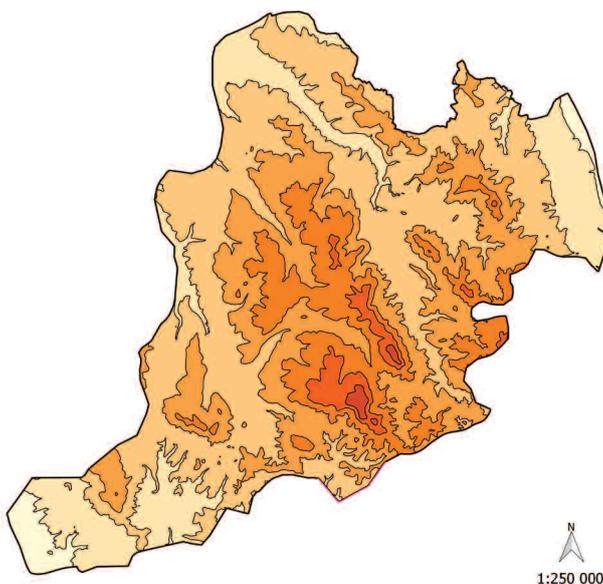
© EVS Isthme

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.

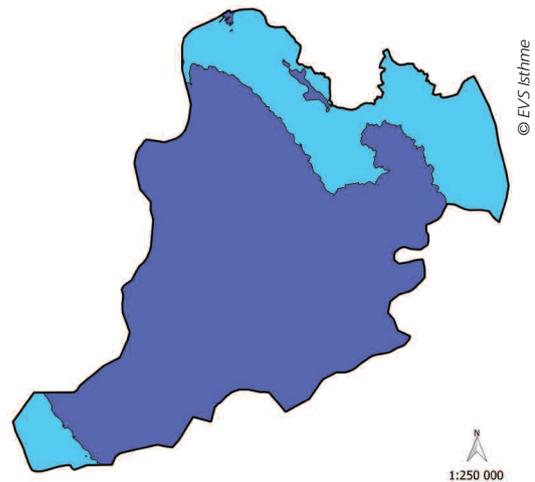
Sur le plan climatique : les zones de relief (300 à 400 m d'altitude) comportent un climat humide et frais (T° moyenne annuelle inférieure à 10°C et précipitations annuelles de 800 à 950 mm), tandis que les marges du territoire sont caractérisées par un climat plus chaud et plus sec (T° moyenne annuelle 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 de la 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).

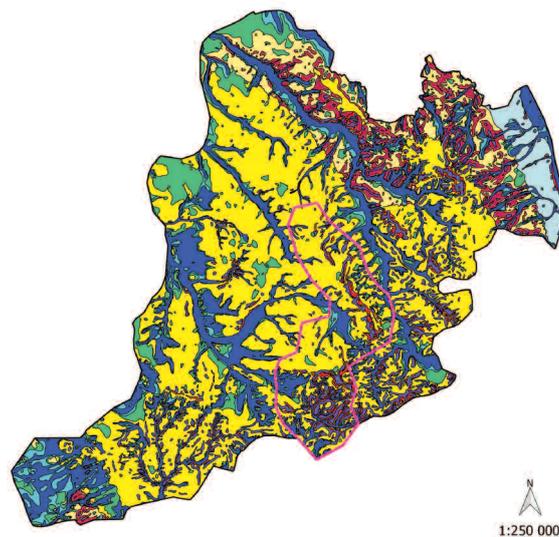
Le fond environnemental (version provisoire) est présenté figure 14. Il s'appuie sur l'indice topographique (TPI index), sur un indice de pente, un indice de fond de vallée, sur les indices entrant dans la couche thématique « milieux hygrophile », sur les indices ombrothermiques, les seuils de précipitation (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



© E.V.S. 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 chênaie 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.*).

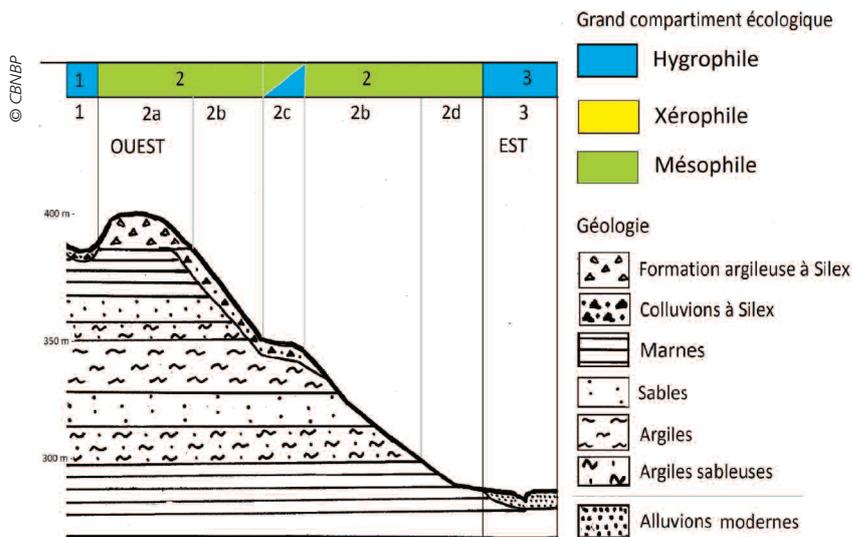


Figure 15. Transect d'organisation de la végétation en fonction de la géologie et de la topographie sur les communes de la Chapelotte et de Sens-Beaujeu (au sud du Pays-Fort). Ce transect ne détaille pas toutes les UTV du Pays-Fort.

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 acidiphile. 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 geosigmatum* 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.

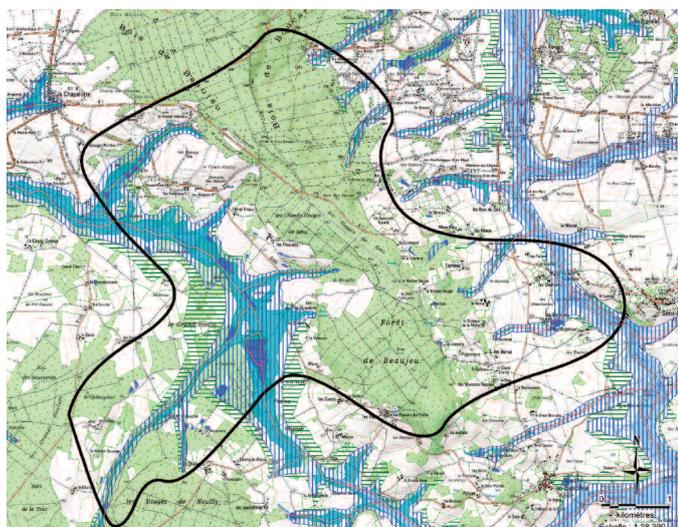
Afin de délimiter les séries et petites géoséries présentes, le cartographe s'appuie sur :

- 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 dryoptéride 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

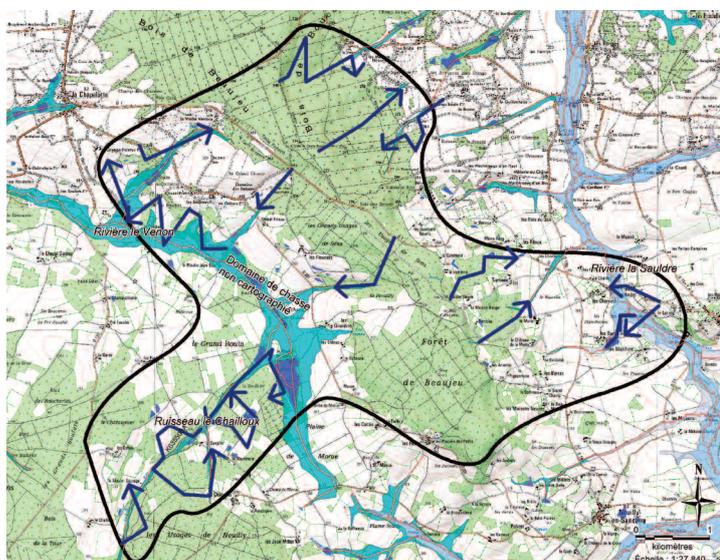


Figure 17. Parcours réalisés pour cartographier le compartiment humide. Remarque : certains secteurs ne peuvent être cartographiés pour des raisons d'accessibilité. Ces secteurs pourront être cartographiés de façon ex situ en s'aidant des zones cartographiées limitrophes.

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 hydrocline (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.

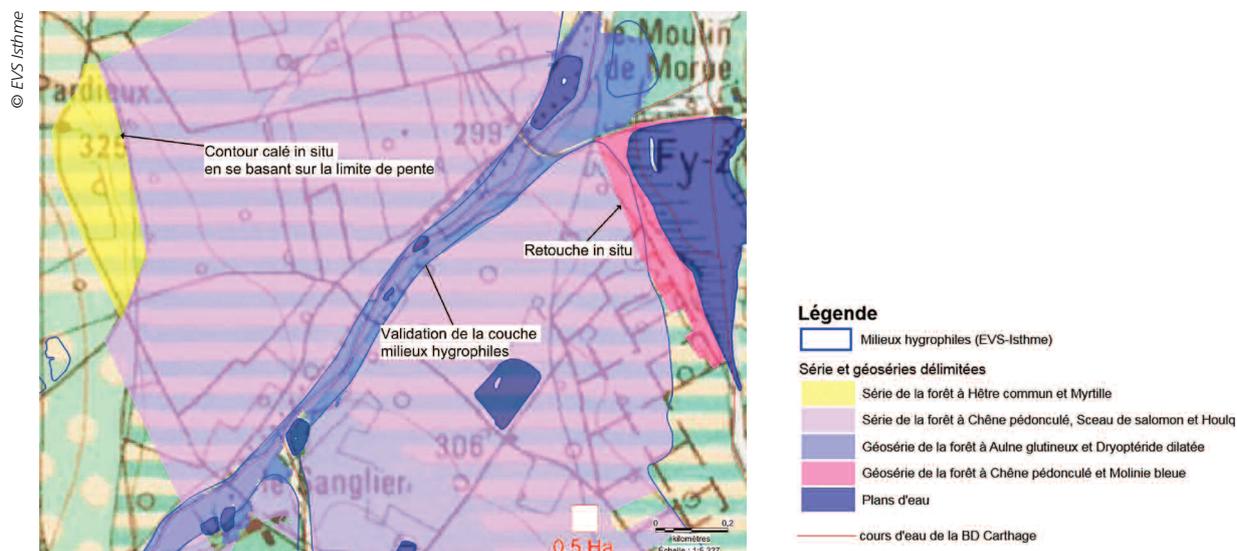


Figure 18. Exemple de délimitation de séries et petites géoséries dans les compartiments humides.

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.

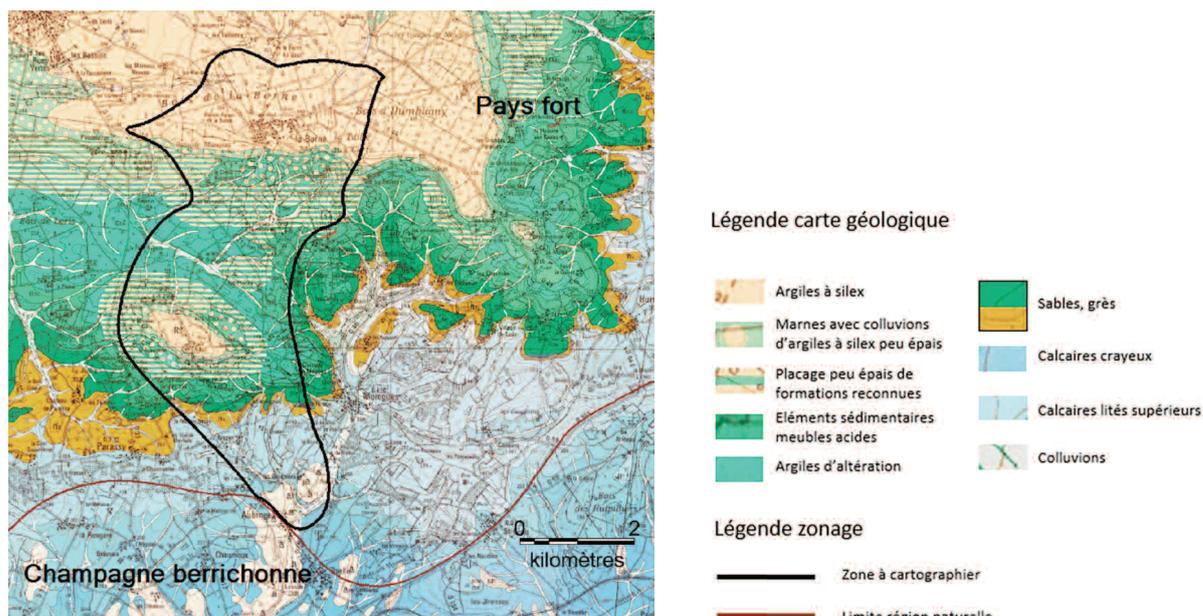
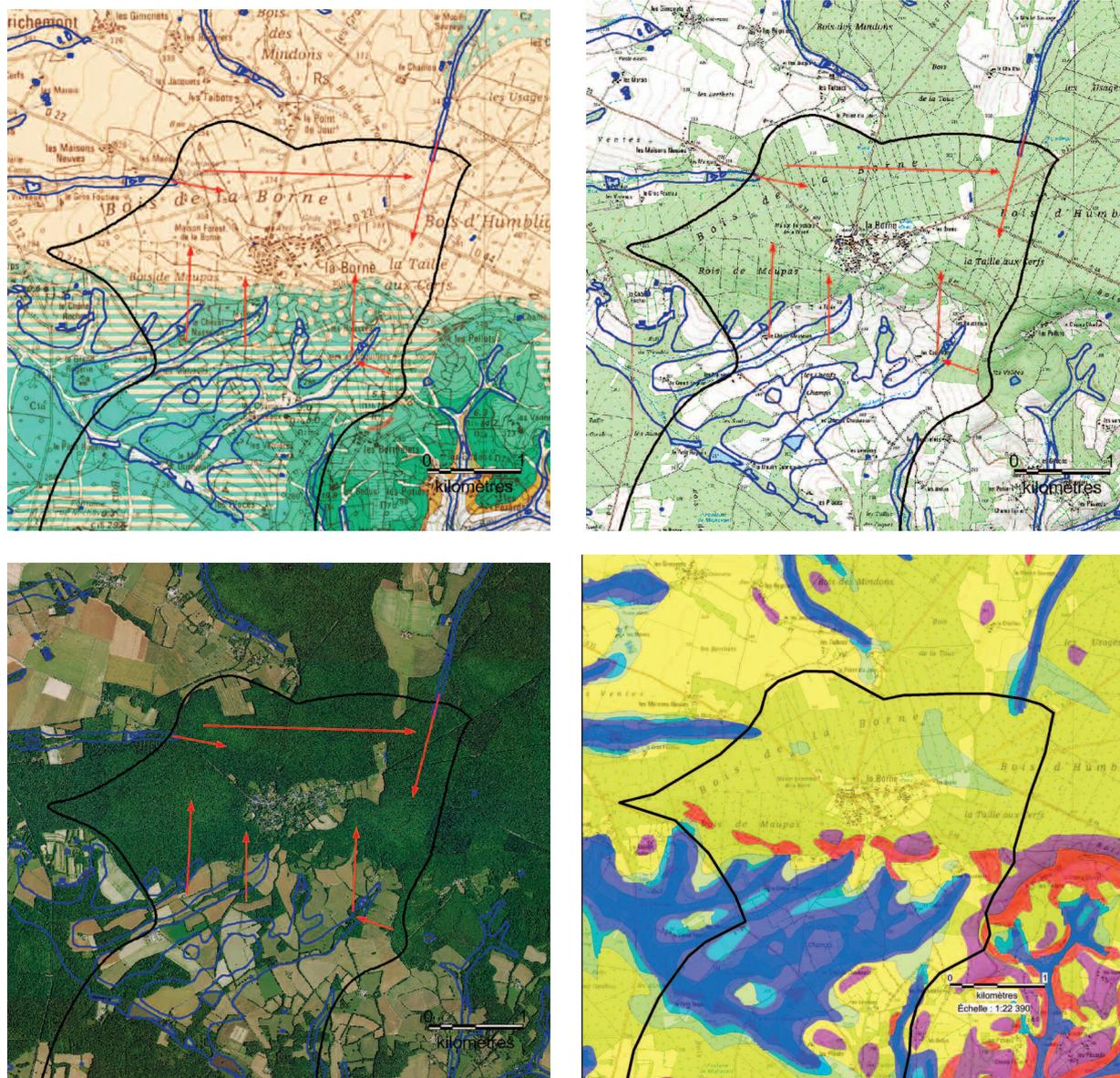


Figure 19. Zone à cartographier sur les communes de la Borne et de Henrichemont (sud du Pays-Fort), fond géologique du BRGM au 1:50 000.



Échantillonnage



Fond environnemental		Légende	
	Fond de vallées non encaissées		Zone à cartographier
	Bas de versants concaves		Fond environnemental – Milieux hygrophile
	Plaines de basse altitude (150-200m)		Transect de prospection
	Replats de versants, versants de faible pente		
	Plateaux en climat humide		
	Hautes terrasses des grandes vallées		
	Convexités, buttes, interfluves		
	Versants de forte pente		
	Sommet et pentes convexes		

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).

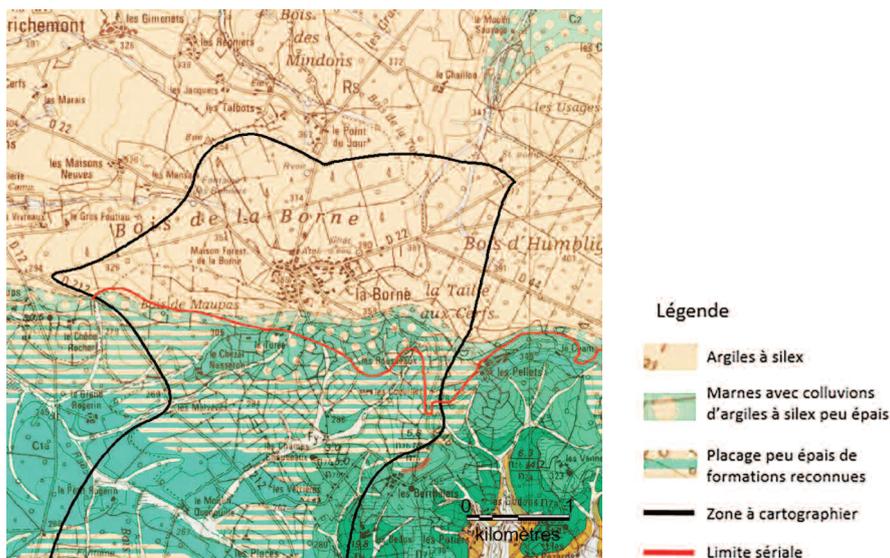


Figure 21. Cartographie de la limite entre le *Vaccinio myrtilli – Quercu petraeae sigmetum* prov. et le *Melico uniflorae – Fago sylvaticae sigmetum* prov. Source : fond géologique du BRGM au 1:50 000.

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 acidifère, mésophile calcisols, brunisols, neoluvisols	humide	280 m ? – 434 m
Série de la forêt à chêne sessile et fragon	Basiphique à acidifère, 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.

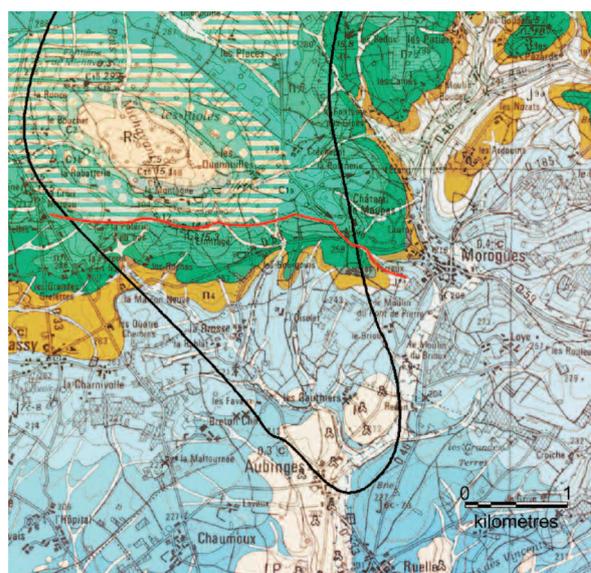


Figure 22. Cartographie de la limite entre le *Melico uniflorae – Fago sylvaticae sigmetum* prov. et le *Rusco aculeati – Quercu petraeae sigmetum* prov.

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.

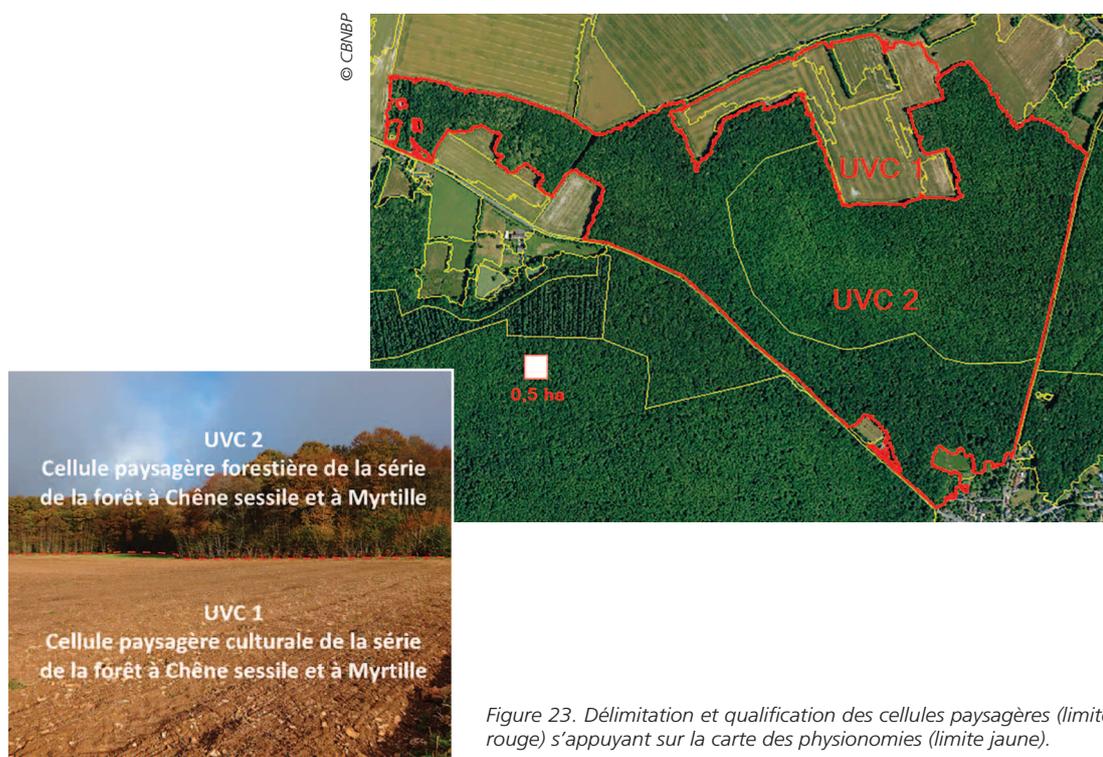


Figure 23. Délimitation et qualification des cellules paysagères (limite rouge) s'appuyant sur la carte des physionomies (limite jaune).



Renseignement des données liées à la station dans l'outil de saisie

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.

Figure 24. Renseignement des données fondamentales liées à l'UVC 2 dans l'outil de saisie (outil provisoire en évolution).

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.

Figure 25. Qualification de l'UVC 2 dans l'outil de saisie.

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 myrtili - Quercro 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. Survolez les étiquettes pour vous aider.

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

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 physiognomique ;
- 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 physiologique 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 physiologique 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 physionomique 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

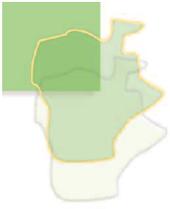
L'opération est identique pour les pré-UVC de catégorie 4 : recherche d'informations supplémentaires d'aide à la qualification (photo-interprétation, mobilisation de données annexes), mais il est à prévoir un taux de réussite beaucoup plus faible que pour les pré-UVC de catégorie 3. Si cette phase est 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 physionomique 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.

Conclusions



La démarche de cartographie comprend trois grandes étapes. Dans un premier temps, le cartographe bénéficie de la **production des fonds cartographiques** afin de proposer un découpage spatial selon des critères écologiques et physiologiques.

La méthode de cartographie est appliquée différemment en fonction des 3 catégories de milieux que sont : les milieux naturels et semi-naturels, les milieux cultivés et les milieux artificialisés. Pour les milieux naturels et semi-naturels, chaque unité de végétation cartographiée comporte une information relative à une cellule paysagère qui s'inscrit dans une série ou une petite géosérie de végétation et qui est constituée d'associations végétales. À partir de ces informations, les correspondances avec les habitats d'intérêt communautaire peuvent être effectuées.

Compte tenu de l'étendue du territoire à cartographier, la méthodologie du **levé de l'information** cartographique s'appuie à la fois sur des opérations de cartographie *in situ* et *ex situ*. La cartographie *ex situ* consiste à mobiliser des données existantes (cartographies, relevés, etc.) et à qualifier les unités pré-cartographiques issues du croisement des fonds physiologique et environnemental à l'aide de la typologie des cellules paysagères. La réussite de cette cartographie *ex situ* et notamment le niveau de confiance atteint lors de la phase de qualification des unités pré-cartographiques constitue un enjeu majeur, dans la mesure où elle permettra de réduire le temps dévolu au parcours sur le terrain des unités à cartographier.

La dernière étape vise la **restitution cartographique** *via* l'intégration et la validation des données dans le système d'information en respectant les formats standards de données qui ont été définis. Elle mobilise des compétences en géomatique et en expertise des données cartographiques pour aboutir à des représentations cartographiques, respectant un même cadre sémiologique, qui peuvent concerner les associations végétales, les cellules paysagères, les séries de végétation, les habitats d'intérêt communautaire (HIC), les végétations rares et menacées, les potentialités forestières...

La réalisation de la cartographie de la végétation à l'échelle des unités paysagères mobilise de nombreuses compétences. Cette cartographie est particulièrement pertinente puisqu'elle permet de restituer des informations à l'échelle des habitats, des trames et des écosystèmes qui sont à la base des politiques publiques et sectorielles. Enfin et surtout,, elle permet de venir en appui aux gestionnaires d'espaces afin d'adapter leurs pratiques de gestion de la biodiversité en tenant compte de la végétation actuelle et à venir.



Bibliographie

- **Bellenfant S., Berrod L. & Paradis A.-H., 2016** - *Proposition d'une méthode de remobilisation de données Natura 2000 dans le cadre du programme national CarHab en Sologne*. Conservatoire botanique national du Bassin parisien - Muséum national d'histoire naturelle. 81 p.
- **Bensettiti F. et al. (coord.), 2001-2005** - « *Cahiers d'habitats* » *Natura 2000. Connaissance et gestion des habitats et des espèces d'intérêt communautaire*. Habitats, 5 tomes. Éd. La Documentation française, Paris.
- **De Barros G., Just A., Olivier J., Millet J., 2013** - *Synthèse des expériences françaises de cartographie de la végétation. Programme CarHab. Rapport final*. Fédération des Conservatoires botaniques nationaux, Montreuil. 76 p.
- **European Commission, 2013** - *Interpretation manual of European Union habitats*. EUR 28. European Commission, DG Environment, 144 p.
- **Géhu J.-M., 2006** - *Dictionnaire de sociologie et synécologie végétales*. Édition J. Cramer, Berlin, Stuttgart, 899 p.
- **Louvel J., Gaudillat V. & Poncet L., 2013** - *EUNIS, European Nature Information System, Système d'information européen sur la nature. Classification des habitats*. Traduction française. Habitats terrestres et d'eau douce. MNHN-DIREV-SPN, MEDDE, Paris, 289 p.
- **Piroux M., Hostein C., Choynet G., Dumont M., 2017** - *Remobilisation de la carte des végétations du PNR du Pilat dans le cadre du programme CarHab*. Conservatoire botanique national du Massif central, Ministère de l'Environnement de l'Énergie et de la Mer, 25 p. + annexes.



Citation

Choisnet G., Bellenfant S., Millet J., Catteau E., Causse G., 2017.
Cartographie de la végétation à l'échelle des unités paysagères.
Volume 2 - Démarche et levé de l'information cartographique.
Collection *Guides et protocoles*. Agence française pour la biodiversité.
44 pages.

Édition

Véronique Barre et Béatrice Gentil-Salasc,
Agence française pour la biodiversité (AFB)

Création et mises en forme graphiques

Béatrice Saurel

ISBN web-pdf : 978-2-37785-098-3

ISBN print : 978-2-37785-099-0

Impression : Cloître

Gratuit

© AFB, 2017



**AGENCE FRANÇAISE
POUR LA BIODIVERSITÉ**

ÉTABLISSEMENT PUBLIC DE L'ÉTAT

www.afbiodiversite.fr  [@afbiodiversite](https://twitter.com/afbiodiversite)
Agence française pour la biodiversité - Site de Vincennes
« Le Nadar », Hall C 5, Square Félix-Nadar, 94300 Vincennes - Tél. : 01 45 14 36 00
Couverture : © B. Saurel pour AFB

