



**CAHIER DES CLAUSES TECHNIQUES ET PARTICULIÈRES**

**Réalisation de cartes de végétation et de morphologie  
Campagnes 2026-2029**

**Référence de la consultation**

---

Dreal\_CVL\_SIEL\_2026-2029

**Pouvoir adjudicateur**

---

État – Préfecture de la région Centre-Val de Loire et du Loiret

**Représentant le pouvoir adjudicateur**

---

Le Directeur Régional de l'Environnement de l'Aménagement et du Logement du Centre-Val de Loire

5 avenue Buffon – CS 96 407

45 064 Orléans Cedex 2

Tél. : 02-36-17-41-41

Fax : 02-36-17-41-01

Mail : [dreal-centre@developpement-durable.gouv.fr](mailto:dreal-centre@developpement-durable.gouv.fr)

**Objet de la prestation**

---

L'accord-cadre a pour objet la réalisation de cartographies de végétation et de morphologie des vallées du Cher, de la Loire Moyenne, de la Loire Bourguignonne et de l'Allier– Campagnes 2026-2029

**Procédure de passation**

---

Accord cadre à bons de commande alloti.

L'accord-cadre est mono-attributaire.

Le montant maximal du présent accord-cadre est fixé à 562 000 euros HT.

**Date et heure limite de remise des plis**

---

07/12/2025 – 23h00

---

**Code GM :** 40.01.13

**Code CPV :** 90700000 – Services relatifs à l’environnement

**Code CPV secondaire :** 73110000- services de recherche

**Affaire suivie par**

<b>Ewen LEBLANC – SEBRINaL/DPL/UTIL</b>
Tél : 02 36 17 41 96
Courriel : ewen.leblanc@developpement-durable.gouv.fr

## Table des matières

1	Contexte.....	5
2	Objet de la mission.....	5
3	Détail des documents techniques attendus pour l'analyse des offres.....	5
4	Définition de la prestation de la cartographie de végétation.....	6
4.1	Généralités.....	6
4.2	Étape préliminaire.....	7
4.3	Cartographie de la végétation.....	7
4.4	Détail de la méthodologie à suivre .....	8
4.4.1	Photo-interprétation.....	8
4.4.2	Outils et méthodes de photo-interprétation.....	8
4.4.3	Extraction des zones et des polygones.....	8
4.4.4	Rendu des résultats.....	9
4.5	Visite de terrain .....	9
4.5.1	Généralités .....	9
4.5.2	Contraintes sur les investigations relatives à la réalisation de la cartographie de végétation .....	9
4.5.3	Prise en compte de la différence de date entre prise de vue aérienne et terrain....	11
4.5.4	Réalisation des cartes de végétation : contraintes de numérisation – topologie ....	11
4.6	Suivi et restitution .....	13
4.7	Documents intermédiaires .....	13
4.8	Documents finaux.....	13
5	Définition de la prestation de la cartographie de morphologie .....	14
5.1	Généralités.....	14
5.2	Méthodes de cartographie .....	14
5.2.1	Opérations préalables .....	14
5.2.2	Photo-interprétation.....	16
5.2.3	Visite de terrain .....	19
5.2.4	Prise en compte des décalages de dates .....	21
5.2.5	Confrontation éventuelle avec des cartes existantes .....	21
5.2.6	Saisie numérique des entités morphologiques.....	21
5.2.7	Précisions d'ordre général .....	22
5.2.8	Saisie numérique des toponymes.....	22
5.3	Restitution .....	22
5.3.1	Documents intermédiaires.....	23

5.3.2 Documents finaux .....	23
Index des annexes.....	25

## 1 Contexte

Le Système d'Information des évolutions du Lit de la Loire et de ses affluents (SIEL), mis en place par la DREAL Centre-Val de Loire, a pour objet l'acquisition de données et leur valorisation pour l'étude de la dynamique fluviale de la Loire et de ses grands affluents (Allier, Cher, Creuse/Vienne)

Les données collectées sont :

- Des données topographiques et bathymétriques : avec en particulier un suivi des lignes d'eau à l'étiage ou en crue,
- Des prises de vue aériennes verticales, géoréférencées et orthorectifiées ;
- Des cartes de l'occupation du lit mineur et de ses abords en termes de végétation et de morphologie.

L'objectif du SIEL s'inscrit nécessairement dans le long terme, étant donné la durée des processus hydromorphologiques.

## 2 Objet de la mission

L'objet du présent cahier des charges est la réalisation des cartographies de la végétation et de la morphologie du lit mineur et des abords, sur les secteurs ci-dessous divisés en quatre lots :

- 2026 -> Lot 1 : **Carte de végétation de la vallée du Cher**, de Montluçon (dans l'Allier) jusqu'à la confluence avec l'Arnon (dans le Cher)
- 2026 -> Lot 2 : **Carte de végétation de la vallée de la Loire Moyenne**, du Bec d'Allier (frontière Cher/Nièvre) à la confluence avec la Vienne (commune de Candes-Saint Martin en Indre et Loire)
- 2026 -> Lot 3 : **Carte de morphologie de la Loire Bourguignonne** de la commune de Saint-Aubin sur Loire (Saône et Loire) jusqu'au Bec d'Allier (frontière Cher/Nièvre)
- 2027 -> Lot 4 : **Carte de végétation de la vallée de l'Allier**, de Vieille-Brioude (Haute-Loire) jusqu'au Bec d'Allier (frontière Cher/Nièvre)
- 2027 -> Lot 5 : **Carte de morphologie de la Loire Moyenne**, du Bec d'Allier (frontière Cher/Nièvre) à la confluence avec la Vienne (commune de Candes-Saint Martin en Indre et Loire)
- 2028 -> Lot 6 : **Carte de morphologie de l'Allier** de la commune de Contigny (Allier) jusqu'au Bec d'Allier (frontière Cher/Nièvre)

L'emprise de ces six lots est fournie au format SIG en annexe 1.

Il est important de noter que chaque lot est soumis à la condition que les prises de vues aériennes (PVA) aient été acquises l'année précédente. Les années indiquées ci-dessus indiquent un planning où toutes les PVA seraient faites à temps. Si la PVA d'un secteur est repoussée d'une année alors l'exécution d'un lot le sera également.

La méthodologie (chapitres 4 et 5) à appliquer sur les lots dépend de l'intitulé de ce dernier. En aucun cas les deux méthodologies ne devront être appliquées sur un seul lot.

## 3 Détail des documents techniques attendus pour l'analyse des offres

Le mémoire technique doit préciser, que ce soit pour la cartographie de végétation ou de morphologie, la méthode utilisée pour chaque étape. Cette méthode doit être à minima en adéquation avec les critères énoncés dans ce CCTP.

Pour chaque étape, un contrôle qualité doit être détaillé.

Un calendrier est attendu dans le mémoire afin d'apprécier les délais annoncés.

L'équipe projet doit être détaillée et le CV de chaque personne composant cette dernière est attendu.

Tous les documents attendus pour qu'un dossier soit recevable sont cités dans l'article 5 du règlement de consultation.

## 4 Définition de la prestation de la cartographie de végétation

### 4.1 Généralités

Le travail demandé compte 5 étapes :

1. Un travail de photo-interprétation sur la prise de vue aérienne de 2019 RVB (Rouge Vert Bleu) et IR (Infra Rouge) afin de définir et d'identifier les zones de végétation homogènes et pouvoir ainsi commencer le travail de typologie. On pourra s'appuyer également sur la donnée topographique. Ce travail sera précédé d'une phase de test sur quelques secteurs représentatifs des différentes strates végétales que l'on peut trouver sur ces trois secteurs ;
2. Des investigations de terrain pour superviser, confirmer ou préciser la classification issue du travail de photo-interprétation.
3. La saisie des données sous forme d'une couche spatiale d'information géographique, suivant des règles précises de structuration et de topologie.
4. Une mise en forme cartographique de ces données au format A3.
5. La rédaction d'un mémoire technique qui précisera la méthodologie utilisée, à la fois pour la photo-interprétation et pour les visites de terrain, et qui décrira les principales particularités de chaque secteur (dynamiques de végétation par rapport à la précédente campagne fournie, évolutions possibles ou probables des milieux...). Les caractéristiques et l'évolution dynamique de chaque secteur seront synthétisées sous la forme d'un ou deux paragraphes qui seront mentionnés sur la carte A3 du secteur.

Les données de base à exploiter, remises au prestataire avant le démarrage des travaux, sont les suivantes :

- Les prises de vue aériennes (RVB et IR) des cours du Cher, de la Loire Moyenne et de l'Allier ;
- Les données de la précédente campagne de végétation et de morphologie du SIEL obtenues à partir d'une photo-interprétation quand elles existent ;
- Sur tous les secteurs, un RGE alti au pas de 5m peut être téléchargé librement à l'adresse suivante :  
<https://geoservices.ign.fr/telechargement>
- Les cartographies de la végétation du cours d'eau s'appuient sur des typologies précises. Ces typologies sont détaillées dans les annexes 2 et 3 (typologie végétation simplifiée SIEL CBNBP et Th. Cornier).
- Entre 2014 et 2016, le Conservatoire Botanique National du Bassin Parisien (CBNBP), en lien avec la DREAL Centre-Val de Loire a travaillé sur la révision de la typologie du SIEL (basée jusqu'à alors sur la typologie de T. Cornier) afin de la simplifier et de la mettre en correspondance avec les référentiels existants aux niveaux national et européen.
- La cartographie sera faite selon la nouvelle typologie du CBNBP.
- Le tableau des correspondances entre ces deux typologies est également présent en annexe 4.
- La symbologie à respecter sera fournie en .qml.

## 4.2 Étape préliminaire

Avant de débiter la réalisation de la prestation dans son ensemble, il est demandé au titulaire du marché de mettre en œuvre sa méthodologie de photo-interprétation sur 2 ou 3 sections tests de natures morphologiques différentes. Toutes les données nécessaires à l'élaboration des cartes ainsi que les limites des zones tests seront fournies par le maître d'ouvrage au début de la prestation.

Le prestataire réalisera la photo-interprétation sur la prise de vue fournie, en s'appuyant sur la donnée topographique. Le prestataire fournira le résultat des zones testées et le maître d'ouvrage validera la méthodologie de photo-interprétation.

Cette étape de test et de validation du niveau de détail de la photo-interprétation permettra de clarifier concrètement les attentes du maître d'ouvrage sur différentes situations.

## 4.3 Cartographie de la végétation

À l'issue de la réalisation des secteurs tests, le prestataire pourra alors effectuer le travail de cartographie à proprement parler :

- Dans un premier temps, il repérera les différents secteurs par photo-interprétation en définissant des polygones homogènes au niveau de la végétation. Le prestataire aura à sa disposition les données des anciennes missions disponibles sur chaque secteur. Il devra comparer le résultat obtenu avec ces données et portera une attention particulière sur les secteurs qui auront fortement évolué ou dont la dynamique de végétation paraît incohérente (attention cependant, car il peut y avoir des erreurs dans les précédentes cartographies), qu'il commentera dans le rapport.
- Dans un second temps, la visite de terrain aura lieu et permettra d'identifier clairement le groupement de végétation auquel se rattachent les polygones et de statuer notamment sur les incohérences éventuelles relevées lors de la photo-interprétation.

La cartographie utilisera la nouvelle typologie CBNBP (voir annexe 2). Si les visites de terrain montraient la nécessité de modifier ou d'adapter sensiblement cette typologie, le prestataire avertirait le maître d'ouvrage, en lui proposant les adaptations qui lui sembleraient nécessaires. Après discussion, la typologie serait éventuellement modifiée suivant les consignes du maître d'ouvrage.

Il est probable que le travail demandé montre que certains groupements particulièrement stables n'ont évolué que très sensiblement. Il est néanmoins nécessaire de vérifier cette hypothèse lors de la visite de terrain. Les groupements les plus susceptibles d'évolution (proches du lit vif mais également à distance, comme la végétation des bras plus ou moins déconnectés) seront systématiquement et attentivement contrôlés. Lors de cette phase de terrain, il est possible qu'il soit nécessaire de modifier la géométrie des polygones de végétation issus de la photo-interprétation, en particulier pour ce qui est des limites sous couvert végétal. Attention cependant : **la cartographie doit correspondre à la photographie aérienne**, à la date de la prise de vue, et non à celle de la visite de terrain.

## 4.4 Détail de la méthodologie à suivre

### 4.4.1 Photo-interprétation

Le prestataire effectuera une photo-interprétation afin de délimiter tout d'abord les zones d'eau et de sable et toutes les zones de végétation d'apparence homogène sur la mosaïque aérienne.

L'utilisation, dès ce stade, d'un logiciel de traitement d'images et d'un SIG est vivement recommandée.

La finesse du travail au niveau de la phase de photo-interprétation conditionne la qualité du rendu final. **Cette étape est indispensable et doit impérativement être réalisée avant le travail de terrain.**

### 4.4.2 Outils et méthodes de photo-interprétation

Les outils et méthodes nécessaires à la photo-interprétation sont laissés à l'initiative du prestataire, ainsi que le degré d'automatisation. Cependant, un contrôle manuel doit être absolument réalisé par le prestataire.

Le maître d'ouvrage attire l'attention du prestataire sur l'inadéquation des processus automatisés de classification sur photographie aérienne. Le résultat d'une telle classification automatique ne peut servir que d'aide au travail et ne semble pas apporter la précision nécessaire pour la typologie de végétation utilisée.

### 4.4.3 Extraction des zones et des polygones

Les limites de la zone à cartographier pour chaque secteur correspondront à celles fournies au prestataire dans l'annexe 1 sous forme de couche d'information géographique.

Le prestataire pourra utiliser la méthode de son choix :

- La méthode d'extraction automatique, par section de deux à trois kilomètres.
- La méthode manuelle, sous réserve que la qualité du résultat obtenu soit conforme au présent cahier des charges.

Le prestataire s'engage à respecter les critères de précision :

- Écart réduit entre image aérienne et cartographie,
- Topologie respectée, absence de surfaces inférieures à 100 m<sup>2</sup>.
- La zone d'extraction devra inclure le cours d'eau principal et ses milieux annexes.
- Si le travail doit être découpé, il sera réalisé mosaïque par mosaïque (section par section) :
- L'image classifiée ainsi obtenue fera ensuite l'objet d'un lissage afin d'éliminer les petites zones parasites.

Enfin l'image sera vectorisée de façon à obtenir une couche géographique de type surfacique.

Les traitements suivants seront ensuite effectués sur une plate-forme SIG. Il s'agit :

- de créer de nouvelles zones là où le traitement automatique éventuel n'en aurait pas détecté,
- de supprimer les zones inférieures à 100 m<sup>2</sup>,
- de créer et de renseigner la table attributaire associée,



- de reprendre manuellement les limites issues du traitement automatique éventuel, afin de supprimer les zones d'ombre ou de masque pour des cas particuliers comme les canaux et les petits cours d'eau, les infrastructures ainsi que la limite des berges. La limite des berges devra présenter un contour régulier, sans décrochements sauf présence d'ouvrages particuliers. Les tabliers des ponts seront supprimés (seules les piles de ponts seront maintenues).

#### 4.4.4 Rendu des résultats

Le prestataire pourra éditer des documents papier comprenant, sur le fond image, le contour des zones issu de la photo-interprétation afin de procéder à un premier contrôle qualité. L'échelle d'utilisation des mosaïques aériennes est le 1/10000<sup>e</sup>. Cependant, il est fortement conseillé au prestataire de travailler à une échelle plus grande (1/5000<sup>e</sup> voire 1/2000<sup>e</sup>).

Une fourniture des fichiers numériques est aussi possible, dans la mesure où ils seront exploitables sous la version 3.44 de QGIS.

### 4.5 Visite de terrain

#### 4.5.1 Généralités

La visite de terrain a pour objet de confirmer et de compléter les entités délimitées lors de la photo-interprétation, à la fois dans leur emprise et dans leur codification, et de collecter des informations complémentaires. Cette visite de terrain devra par conséquent être approfondie sans être totalement exhaustive. Elle sera réalisée en période végétative et de basses eaux.

Les visites de terrain seront donc effectuées **obligatoirement** après la phase de photo-interprétation.

L'accès à certaines zones du lit mineur n'est pas possible à pied : l'utilisation d'une embarcation légère est donc obligatoire pour la phase terrain. La navigation nécessite des compétences certaines (risques de forts courants, encombres, affleurements) et une embarcation adaptée. Le respect des règles de sécurité et le port d'un gilet de sauvetage doivent être respectés.

La DREAL Centre-Val de Loire n'a pas pris d'arrêté préfectoral pour autoriser le prestataire à pénétrer dans les propriétés privées sans en informer les propriétaires. Le prestataire restera donc vigilant au respect des propriétés privées (ne pas pénétrer sur les terrains d'habitation sans autorisation des propriétaires, refermer les barrières des prés derrière soi...). La DREAL informera les DDT et les services de navigation, gestionnaires du domaine public fluvial, de la mission.

Le maître d'ouvrage attire l'attention du prestataire sur le fait que sera exigée la restitution **des documents ayant servi à la visite de terrain**. En cas d'utilisation d'outils numériques, les couches SIG issues du terrain seront fournies.

#### 4.5.2 Contraintes sur les investigations relatives à la réalisation de la cartographie de végétation

Les investigations relatives à la cartographie de végétation auront lieu impérativement pendant la **phase végétative, de préférence au creux de l'étiage** (période des basses eaux). Il est conseillé de réaliser en priorité le terrain dans le lit mineur pendant l'étiage, pour bénéficier de bonnes conditions d'accès et éviter la submersion des zones les plus basses.

Le prestataire caractérisera sur le terrain les zones délimitées par photo-interprétation et analyse de la cartographie antérieure, à partir d'un ou plusieurs des critères suivants :

- Strates de végétation ;
- Espèces dominantes ;
- Paramètre(s) écologique(s) dominant(s) ;
- Localisation par rapport aux compartiments du lit mineur (berges, eau...).

L'identification des zones de végétation devra être traduite selon la typologie simplifiée de végétation du CBNBP. L'explicitation et le détail de cette typologie de végétation sont fournis au prestataire en annexe 2 du présent cahier des charges.

Il est demandé d'aller vers les codes les plus précis de cette typologie, en proscrivant les codes génériques de regroupement.

Au fur et à mesure de ses observations, le prestataire établit une minute cartographique en utilisant les documents à grande échelle réalisés à l'issue de la photo-interprétation comme fond de carte et en reportant les contours réels des zones observées. Il leur attribue un code correspondant au type de végétation. L'utilisation de tablettes de terrain est aussi possible à ce stade et les modifications pourront se faire directement sur des outils dédiés.

Pour les zones composées de plusieurs communautés végétales, il n'existe pas de critère chiffré précis de dominance préétabli en termes de pourcentage de couvert. Toutefois, on peut indiquer le seuil de 50 % de recouvrement à prendre en compte pour déterminer le groupement végétal dominant.

Dans le cas où les espèces sont réparties régulièrement sur l'ensemble de la zone, c'est la communauté dominante, la plus représentative qui sera renseignée, exception faite pour la forêt de bois tendre où la présence de bois durs, même en faible proportion, est caractéristique d'une forêt de bois tendres colonisée par les bois durs. De façon générale, l'interprétation est laissée à l'appréciation de l'écologue qui définira quel habitat lui semble le plus cohérent en termes de fonctionnalité écologique.

Certaines zones de végétation situées dans des secteurs impénétrables (strate arbustive épineuse dense, présence de boires profondes empêchant les accès) ne peuvent être prospectées. Il en est de même pour les propriétés privées closes en cas de refus du propriétaire. Dans ce cas il est demandé de ne pas les noter en code 0000 (non renseigné) mais de leur donner un code en s'aidant de la photo-interprétation et de renseigner éventuellement l'attribut « CODE\_PROBA » (cf. partie saisie).

Le champ « T\_CBNBP\_ND » sera utilisé pour un type de végétation ou de forme alluviale non défini dans la typologie CBNBP. Normalement, ce cas ne devrait pas se présenter, la création d'un nouveau code n'étant justifiée que s'il concerne des superficies significatives sur plusieurs sites différents. Le prestataire devra faire alors une proposition de codification respectant la hiérarchie définie et la faire parvenir au maître d'ouvrage pour validation. Le type de végétation ou de forme alluviale sera défini dans le champ « LIBELLE ».

Le prestataire pourra confronter ses résultats de la photo interprétation avec la ou les couches végétation des années antérieures. Cette confrontation permettra de confirmer, d'infirmer ou de compléter les observations de terrain. Comme déjà précisé, des erreurs peuvent se trouver dans les précédentes campagnes et en cas d'incohérences, le terrain fera foi.

Si sur le terrain, la zone observée correspond parfaitement aux critères d'un code de la typologie Cornier, il faudra obligatoirement saisir le champ T\_CORNIER avec le code correspondant à la

typologie Cornier (voir annexe 4 : tableau de correspondance). Il faudra saisir également le code T\_CBNBP. L'objectif est de conserver le maximum de précision.

#### 4.5.3 Prise en compte de la différence de date entre prise de vue aérienne et terrain

La cartographie doit être faite pour la végétation présente à la date de prise de vue et non à la date du terrain.

Comme il existe un décalage entre la date de la prise de vue ayant servi à la fabrication de la mosaïque aérienne et la date de visite sur le terrain, le chargé d'étude effectuera un travail d'expertise qui lui permettra de repérer et de signaler éventuellement au maître d'ouvrage les zones ayant changé de nature de façon significative (végétation).

- Le champ « T\_CBNBP » identifie le type de végétation présent à la date de prise de vue. La valeur générique du champ ne doit en aucun cas être utilisé ex : 2.000 bancs de sables et végétations pionnières herbacées inondables. En cas de doute ajouter une valeur dans le code « PROBA ».
- Le champ « PROBA » sera utilisé dans le cas où il y aurait un doute sur la typologie à la date de prise de vue. Il représente la part de probabilité pour que la typologie renseignée soit effectivement celle présente à la date de prise de vue.
- Le champ « CODE\_ACTU » sera renseigné dans le cas où la végétation a évolué entre la date de prise de vue et la date de terrain. Il doit alors être complété selon la végétation observée à la date du terrain. Ce cas de figure peut exister par exemple après une crue morphogène ou des travaux d'entretien ou de restauration du lit.
- La délimitation topographique des zones est celle de l'image aérienne. Il ne doit pas y avoir de modification du contour au moment du terrain (on ne demande pas de faire un relevé topographique à la date du terrain, mais bien une cartographie à la date de prise de vue). Cependant, il peut y avoir des découpages à l'intérieur d'une zone ayant subi des modifications : les zones issues de ces découpages auront le même T\_CBNBP (type à la date de prise de vue) et un CODE\_ACTU différent (type à la date du terrain), par exemple dans le cas où un banc de sable se serait végétalisé en partie.

#### 4.5.4 Réalisation des cartes de végétation : contraintes de numérisation – topologie

##### 4.5.4.1 Contraintes générales

Aucun logiciel n'est imposé pour effectuer la saisie. Cependant les données géographiques et attributaires doivent pouvoir être exploitées par le maître d'ouvrage au format shape sans manipulation de conversion avec le logiciel Qgis V3.44 avec comme système de projection le Lambert 93 (EPSG 2154) et les caractères seront encodés en UTF-8.

Les règles de cohérence topologique entre objets géographiques seront respectées, elles sont rappelées dans l'annexe 5.

Pour chaque zone, au moins deux attributs (stockés dans la table attributaire de la couverture d'information géographique) décrivent le type de végétation ou de formes alluviales :

- Un code numérique,
- Le nom en clair du type observé.

Rappelons encore une fois que le contour et la codification des zones de végétation devra être cohérent avec celui qui aurait pu être cartographié lors de travaux réalisés les années précédentes, sauf erreur manifeste. Auquel cas, le prestataire préviendra le maître d'ouvrage afin de corriger la cartographie plus ancienne. Afin de garantir cette cohérence, les fichiers numériques correspondant à l'interprétation des zones déjà cartographiées du site à traiter seront bien entendu mis à disposition du prestataire.

Le décalage en tout point entre le fond image et la délimitation des polygones ne devra pas dépasser globalement les 2 m.

Cependant, la précision géométrique de 2 mètres ne pourra pas s'appliquer sous un couvert végétal dense : il n'est pas demandé de faire de relevé sur le terrain dans ce cas. Le tracé des éléments linéaires sous couvert dense sera fait de manière à se rapprocher au plus près du tracé réel.

La mosaïque aérienne est découpée en sections pour simplifier l'utilisation.

Il est cependant demandé d'aboutir à une couche unique sans découper les entités à cheval sur deux sections.

Lorsque toutes les mosaïques auront été traitées, le prestataire devra procéder à la fusion de toutes les couches SIG ainsi obtenues afin d'obtenir une seule couche géographique pour l'ensemble du secteur étudié. Il est aussi possible de traiter l'ensemble sans le découper par section si l'équipement informatique le permet.

De manière générale, les critères énoncés dans l'annexe 5 devront être respectés.

#### *4.5.4.2 Contraintes spécifiques à la réalisation de la cartographie de végétation*

Toute zone de végétation homogène dont la surface est supérieure à 100 m<sup>2</sup> doit être cartographiée. A contrario, les zones de surface inférieure à 100 m<sup>2</sup> ne devront pas l'être. Elles seront donc fusionnées avec le polygone adjacent le plus représentatif. Dans les secteurs où il est difficile de trouver des zones homogènes supérieures à 100 m<sup>2</sup>, c'est le groupement dominant qui sera renseigné.

Dans les milieux composites, il convient, après la photo-interprétation et le travail de terrain, de trouver un juste équilibre entre :

- Une généralisation trop importante
- Une délimitation de toutes les zones supérieures à 100 m<sup>2</sup>

La précision surfacique de 100 m<sup>2</sup> est essentiellement destinée à renseigner une zone de végétation dont la présence constitue un intérêt écologique. Il ne s'agit pas de cartographier, au sein d'une mosaïque de milieux homogènes, toutes les zones supérieures à 100 m<sup>2</sup> mais bien d'extraire l'information pertinente du milieu.

#### *4.5.4.3 Structuration des données attributaires*

Les structures et les contenus des tables attributaires sont précisément décrits dans l'annexe 6. Le prestataire devra obligatoirement respecter ces spécifications.

## 4.6 Suivi et restitution

Avant tout envoi, le prestataire devra assurer un contrôle qualité des données. La mise en place d'un protocole détaillé, matérialisé par des fiches de contrôles et l'utilisation d'outils SIG permettant de détecter les erreurs de topologie (trous, chevauchements de surfaces, zones inférieures à 100 m<sup>2</sup>, etc.) et les erreurs d'intégrité de la base de données (champ non renseigné, code inconnu, unicité de l'identifiant, etc.) est exigée, conformément aux éléments énoncés dans l'annexe 5.

Le prestataire devra mettre en œuvre l'organisation structurelle adéquate pour un contrôle qualité efficace et objectif. Un responsable qualité devra être clairement identifié. Un rapport manuscrit donnera tous les résultats des contrôles sur toutes les tables créées ou mises à jour.

## 4.7 Documents intermédiaires

Après la phase de photo-interprétation, le prestataire fournira une couche d'information géographique des groupements de végétation qu'il a délimités sur la prise de vue aérienne.

Le prestataire fournira après la photo-interprétation et la visite de terrain, au format A3 à l'échelle du 1/10000<sup>e</sup> une carte par section avec tous les éléments de la **cartographie de végétation** : eau, sable, type de végétation et toponymie. Dans un souci d'homogénéité, la légende de la carte devra suivre un modèle figurant en annexe 6. Un encart d'une dizaine de lignes maximum en bas de la légende décrira les caractéristiques du secteur et précisera les grandes tendances d'évolution possible

Il fournira également les données sous forme **numérique des couches SIG**, telle que définie à l'annexe 5, y compris après la phase de photo-interprétation et avant la visite de terrain.

Le maître d'ouvrage disposera d'un délai de 2 semaines minimum pour faire part de ses observations éventuelles. Le maître d'ouvrage ne fera aucune correction sur ces documents. En cas de difficulté majeure (absence de fichiers, formats incorrects, multiplication des problèmes de topologie, décalages visibles entre l'image aérienne et la couche végétation, codification non respectée...) le jeu de données ne sera pas contrôlé et sera retourné au prestataire. Le délai contractuel ne sera pas suspendu. Le maître d'ouvrage disposera à nouveau de deux semaines après réception du nouveau jeu de données pour réaliser le contrôle.

## 4.8 Documents finaux

Les documents définitifs seront fournis sous forme de fichiers numériques (voir annexe 5) :

- Le fichier numérique au format shape de type surfacique, correspondant aux groupements de végétation du lit (détaillés et généralisés), de l'emprise totale
- Le fichier numérique au format shape de type point contenant les éléments de toponymie (fichier shape de la couche des toponymes)
- Les fichiers numériques formats **.pdf** (description en annexe 6) **Les cartes de végétation par secteurs**, selon la mise en page décrite en annexe 6 et la sectorisation en annexe 7 contenant sur la partie gauche, la section de végétation cartographiée habillée des éléments de toponymie qui, pour certains, auront subi quelques modifications

d'orientation. Puis sur le côté droit de la carte contenant le titre de la carte, le cartouche avec la légende et un encart de quelques lignes, contenant une synthèse des commentaires du rapport de la mission. (Voir exemple en annexe 6)

- Le **rapport** au format .pdf qui présente et décrit la méthodologie mise en place (notamment pour la photo-interprétation), le déroulement de la mission (difficultés rencontrées) et une interprétation succincte des grandes caractéristiques générales du cours d'eau et des tendances sur l'évolution de la végétation du lit par secteurs par rapport aux missions précédentes.

Le maître d'ouvrage disposera d'un nouveau délai de 2 semaines pour la relecture et faire part des observations éventuelles. Ce délai devra être pris en compte par le prestataire.

## 5 Définition de la prestation de la cartographie de morphologie

### 5.1 Généralités

Ce travail comprendra :

- Une photo-interprétation à partir des mosaïques aériennes géoréférencées
- Des traitements SIG à partir des données déjà produites sur les mêmes secteurs
- Des investigations de terrain pour collecter des données, principalement sur les berges, les seuils et les bras
- La saisie de ces données dans le respect des règles de constitution de couches d'information géographiques exploitables avec des outils SIG.
- Une mise en forme et une édition cartographique de ces données.

Le prestataire recevra, au démarrage des travaux :

- Les images aériennes assemblées sous la forme de mosaïques numériques orthorectifiées et géoréférencées de la zone qui fait l'objet de la cartographie. Des prises de vues aériennes plus anciennes sont disponibles et téléchargeables sur le site internet de la DREAL :

<http://www.centre.developpement-durable.gouv.fr/systeme-d-information-des-evolutions-du-lit-de-la-r104.html>

- Un fichier numérique au format shape contenant la toponymie des secteurs d'étude
- Sur tous les secteurs, un RGE alti au pas de 5m peuvent être téléchargés librement à l'adresse suivante :  
<https://geoservices.ign.fr/telechargement>
- Les Scan 25 des secteurs d'étude pourront être mis à disposition moyennant la signature d'un acte d'engagement précisant les conditions du prêt.
- Un .qml de la symbologie des différentes couches géographiques à produire.
- La dernière carte de végétation du secteur en question.
- Un .qpt permettant de réaliser l'atlas cartographique

### 5.2 Méthodes de cartographie

#### 5.2.1 Opérations préalables

La végétation alluviale est un bon indicateur du fonctionnement des hydrosystèmes. Elle permet notamment de caractériser le degré de stabilisation et le stade d'évolution des formes fluviales.

Les contours des zones de végétation, tels que définis dans la typologie utilisée pour la réalisation des cartes de végétation, sont donc souvent des limites d'unités hydromorphologiques. C'est pourquoi la carte de morphologie est produite après celle de la végétation.

La carte de végétation, de par sa nature et son mode d'élaboration, présente toutefois des spécificités qui sont gênantes pour la réalisation de la carte de morphologie. Il convient donc de traiter ces problèmes en amont, avant la phase de photo-interprétation et de saisie des entités morphologiques. Il s'agit du cas des berges, de celui du réseau hydrographique et des infrastructures (canaux, routes importantes et voies ferrées).

La délimitation des berges est difficile à partir de la carte de végétation qui présente des formes géométriques très découpées. Ce point est gênant car les berges présentent un aspect plutôt lisse. C'est pourquoi il est demandé, avant de réaliser la saisie des unités hydromorphologiques décrite ci-après, de procéder à une reprise des entités de végétation au niveau des berges identifiables sur l'image aérienne : les limites des polygones de végétation seront lissées du côté de la berge.

En ce qui concerne le réseau hydrographique, les cours d'eau affluents peuvent être représentés sur la carte de végétation de plusieurs façons :

- Certaines portions peuvent être codées en grande unité morphologique (F) et représentées par un élément surfacique
- Certaines portions, masquées par la végétation, peuvent ne pas être représentées
- Certaines portions ne sont pas représentées comme une entité (surfacique) mais n'apparaissent que sous la forme d'une limite entre les polygones de végétation
- Certaines portions enfin peuvent être absentes (cas des petits ruisseaux à écoulement nul ou quasi nul à l'étiage).

Sur la carte de morphologie, le réseau hydrographique devra être visible et facilement identifiable. Il devra être continu. Il est donc demandé, là où cela sera nécessaire, de reprendre la carte de végétation de la façon suivante :

- Les secteurs de végétation aquatique et semi-aquatique seront identifiés. Ces secteurs seront intégrés dans les éléments en eau lors de la création des entités morphologiques (voir plus loin). Ils ne seront pas modifiés dans la carte de végétation.
- Les portions de cours d'eau masquées par de la végétation arbustive seront restituées par photo-interprétation
- Les portions qui ne sont repérées que par leur trace sur la végétation (limite entre des polygones de végétation), seront transformées en élément surfacique par la génération d'un polygone d'épaisseur faible axé sur la limite.
- Les portions qui sont absentes seront représentées par la création d'un polygone d'épaisseur limitée par photo-interprétation. Le prestataire pourra utilement s'aider de la carte IGN au 1/25000<sup>e</sup> mise à disposition par la DREAL Centre Val de Loire pour l'identification et la délimitation de ces cours d'eau.

Lorsque tous les segments constituant une rivière ou un ruisseau auront été reconstitués, ils seront fusionnés pour constituer un polygone unique, affecté du code 211 pour chaque rivière ou ruisseau. Le toponyme correspondant sera recherché sur la carte au 1/25000<sup>e</sup> et ajouté si nécessaire à la table de toponymie fournie par la DREAL Centre Val de Loire.

Les canaux (code 212) devront être continus et présenter un contour lisse : les ombres et feuillages des arbres ne devront pas masquer la zone en eau. Il en est de même des grandes infrastructures comme les voies ferrées et les routes principales.

### 5.2.2 Photo-interprétation

Le prestataire effectuera une photo-interprétation des unités hydromorphologiques, définies en annexe 8 à partir :

- Des mosaïques aériennes orthorectifiées et géoréférencées ;
- Des cartes de végétation ;
- Des cartes ou images anciennes

Les unités hydromorphologiques seront générées dans une couche géographique de type surfacique. Le prestataire procédera à l'agrégation des zones de végétation (précédemment corrigées) de façon à constituer les entités hydromorphologiques :

- Les chenaux correspondent à des zones en eau. Ils sont donc facilement identifiables sur l'image aérienne. Dans la carte de végétation, certaines de ces zones en eau peuvent être codées en végétation aquatique ou semi-aquatique suivant la présence de cette végétation. Elles devront être intégrées dans l'unité hydromorphologique concernée (c'est souvent le cas des boires qui sont en général fortement végétalisées). La délimitation entre le chenal d'étiage du bras principal, du bras secondaire et le chenal déconnecté est possible à partir de l'image aérienne en observant les formes alluvionnaires : on distingue bien en général les zones profondes (correspondant au chenal principal) et celles peu profondes (chenal secondaire).
- Les affluents : les rivières et les ruisseaux devront avoir une continuité hydraulique, comme indiqué précédemment. En ce qui concerne les étangs, les mares et les boires, les zones de végétation aquatique et semi-aquatique seront incluses dans l'entité concernée. Pour les gravières, seule la zone en eau fera partie de l'entité : les secteurs fortement remaniés autour du plan d'eau seront qualifiés d'espaces anthropisés.
- Les îles sont situées dans le lit. Elles sont délimitées par leur berge. Elles sont situées dans le bras principal (cas des petites îles en général) ou entre le bras principal et un bras secondaire. Une île séparée de la terrasse alluviale par un bras mort ne sera pas qualifiée d'île mais sera rattachée à la terrasse alluviale. Au stade de la photo-interprétation, la distinction entre bras mort et bras secondaire ou bras déconnecté n'est pas évidente. Ce sera à l'équipe chargée des reconnaissances de terrain d'étudier la fonctionnalité des bras et donc la délimitation à retenir à partir des éléments d'identification précisés en annexe 8 : niveau topographique, connectivité, présence d'un transit sédimentaire, végétation en place.
- Les grèves ou bancs de sable sont situés dans le bras principal et les bras secondaires. Elles peuvent comporter des parties plus ou moins végétalisées. Elles ne comportent pas de berge, contrairement aux îles. La distinction entre un banc de sable végétalisé et une île en formation n'est en général pas possible au stade de la photo-interprétation. Ce sera à



l'équipe chargée des reconnaissances de terrain d'étudier le caractère irréversible du processus de sédimentation et donc la codification à retenir. Ces grèves ou bancs de sable peuvent contenir des zones en eau résiduelles.

- Les bras morts sont situés en dehors du bras principal et des bras secondaires ou déconnectés. Ils n'ont pas de berge et doivent avoir une délimitation hydrodynamique et ne pas suivre systématiquement les limites de végétation. En effet, la présence ou l'absence d'un type de végétation n'est en ce sens pas forcément un élément de diagnostic absolu. Il est préférable de prendre en compte une rupture de pente. L'exploitation des prises de vues plus anciennes constitue alors une aide précieuse. Lorsque le bras est totalement comblé (il ne subsiste éventuellement que sous la forme de quelques mares isolées), il ne sera plus représenté. Les terrains qui le constituent feront alors partie de la terrasse alluviale.
- Les bras secondaires et les bras déconnectés : il peut exister un écoulement à l'étiage à l'intérieur d'un bras secondaire. C'est l'importance de la part de l'écoulement qui fait la différence entre un bras secondaire et un bras principal. Cette différence peut se voir notamment par le niveau moyen du fond du bras (le bras principal est plus bas que le bras secondaire) et/ou sa largeur. La zone en eau du bras secondaire est qualifiée de chenal d'étiage du bras secondaire si il y a une continuité de l'écoulement à l'étiage sur la photographie aérienne de référence (car c'est bien la cartographie correspondant à l'état du lit au moment de la prise de vues aériennes qui est demandée). Dans le cas contraire (écoulement interrompu à l'étiage sur la photo aérienne), il s'agira d'un bras déconnecté.
- Les terrasses alluviales constituent le reste du lit du cours d'eau c'est à dire tout ce qui est situé en dehors des bras (bras principal, bras secondaires, bras déconnectés, bras morts), des îles et des autres éléments en eau (rivières, canaux, gravières). La distinction entre la terrasse alluviale récente et la terrasse alluviale ancienne n'est en général pas possible ni par la photo-interprétation, ni par la végétation. Elle correspond en général à une rupture de pente. L'examen des photographies aériennes anciennes peut révéler la création récente d'atterrissements (accolés à la berge) qui feront partie de la terrasse alluviale récente. Enfin, le modèle numérique de terrain par levé laser aéroporté permet d'avoir une connaissance très précise de la topographie du lit (en dehors de la zone en eau). Il permet donc de détecter les niveaux topographiques des différentes terrasses.
- Les berges seront saisies dans une couche géographique de type linéaire. Les berges doivent faire partie, au sens topologique, du contour des entités hydro morphologiques suivantes :
  - Îles (îles anciennes, îles en formation),
  - Bras principal, bras secondaire, bras déconnecté. Les bras morts n'ont pas de berge (la berge du bras principal ou secondaire passe éventuellement devant l'entrée et la sortie du bras mort). De même, les bancs de sable et les grèves (même végétalisés) n'ont pas de berge.

La berge devra être continue (absence de trous) autour des bras principaux et secondaires et des îles. Toutefois, au stade de la photo-interprétation, la berge ne sera pas identifiable sur tout son linéaire. Là où elle le sera, elle devra correspondre exactement à une limite d'entité de la carte de végétation éventuellement corrigée comme précisé précédemment. Dans les zones de confluence,

selon l'importance du cours d'eau, la berge passera devant la confluence (petits ruisseaux) ou fera le tour de la zone de confluence (l'emprise est laissée à l'appréciation du morphologue).

Le prestataire ajoutera aux entités définies précédemment des éléments de morphologie visibles sur l'image aérienne mais non représentés sur la carte de végétation. C'est notamment le cas des seuils et des ouvrages (duits, épis...) :

- Les affleurements exondés peuvent être partiellement émergeant à l'étiage et seront alors éventuellement présents sur la carte de végétation. Pour la carte de morphologie, il est demandé de reconstituer l'ensemble du seuil, y compris sa partie immergée. Pour les seuils alluvionnaires, l'extension du seuil doit se faire par la photo-interprétation.
- Les ouvrages peuvent être récents ou anciens. Pour les anciens ouvrages liés à la navigation, la carte dite de 1850 du cours de la Loire peut apporter une aide précieuse pour d'une part éviter des oublis et, d'autre part, donner des éléments d'identification sur des objets visibles sur l'image. La carte du cours de la Loire étant un document ancien, géoréférencé de façon approximative, la délimitation des anciens ouvrages ne doit pas être faite par digitalisation sur cette carte. Les ouvrages fortement végétalisés ou atterris sont difficilement localisables sur le terrain. Dans le cas d'un ouvrage complètement enseveli par les atterrissements, sur lequel une île peut s'être formée, celui-ci sera néanmoins saisi dans la couche ouvrage (son emprise et sa localisation seront déduites des documents précisant son existence).
- Les levées. Il s'agit des digues de protection contre les inondations. Ces levées sont en général indiquées sur la carte au 1/25000<sup>e</sup> ou sur la carte de 1850 du cours de la Loire. Leur tracé sera saisi sur l'image aérienne par un trait passant au sommet de la levée, à l'axe (en général, l'axe du chemin de service ou de la route située sur la levée). Les remblais de toute nature (remblais routiers, digue de canal) qui ne jouent pas de rôle spécifique de protection contre les inondations, ne seront pas considérés comme des levées et ne seront donc pas cartographiés. Le toponyme éventuel sera ajouté à la couche de toponymie fournie par la DREAL Centre Val de Loire.

En conclusion, le prestataire devra appuyer son analyse sur l'ensemble des documents disponibles, notamment les photographies aériennes antérieures, les cartes anciennes et les données topographiques.

L'ensemble de ces travaux sera fait avec le plus grand soin afin de respecter les critères de précision, de cohérence topologique, d'intégrité des couches et, d'une façon plus générale, de faciliter le travail de terrain et de limiter les reprises ultérieures.

Le prestataire pourra ensuite éditer des cartes en vue des investigations de terrain comprenant, sur le fond image, le contour des unités hydromorphologiques, les berges, les ouvrages et les seuils. Il est conseillé, pour ces documents terrain, de travailler à une échelle comprise entre le 1/5000<sup>e</sup> et le 1/2000<sup>e</sup>. Le travail terrain à partir d'outils numériques est aussi bien évidemment possible.

Attention : la typologie et les définitions ont été légèrement revues par rapport aux cartes antérieures. En cas de doutes, la typologie et les définitions qui prévalent sont celles de l'annexe 8.

### 5.2.3 Visite de terrain

Les visites de terrain seront effectuées obligatoirement après la phase de photo-interprétation, avec les documents produits lors de la cette phase. L'utilisation d'une embarcation légère (canoë, zodiac...) est obligatoire. La navigation nécessite des compétences certaines (forts courants, encombres...) et une embarcation adaptée.

Elles peuvent être réalisées en deux phases (l'ordre des phases importe peu) :

- la reconnaissance des seuils, des berges et des ouvrages aura lieu de préférence à l'étiage (période des basses eaux) afin d'éviter la submersion des zones les plus basses et d'avoir une bonne vision de leur état et de leur emprise,
- la reconnaissance des unités hydromorphologiques pourra avoir lieu dans des conditions hydrauliques plus favorables à la navigation (fin d'automne, hiver) et à la pénétration dans les milieux végétalisés (bras mort, îles...). Un débit plus important (sans pour autant atteindre un régime de crue) pourra notamment permettre la distinction entre bras déconnecté et bras mort.

Les endroits qui n'auront pu être prospectés en bateau (impossibilité de mise à l'eau) seront prospectés à pied.

La visite de terrain a pour objet de confirmer et de compléter les entités délimitées lors de la photo-interprétation, à la fois dans leur emprise et dans leur codification, et de collecter des informations complémentaires. Cette visite de terrain devra donc être approfondie et quasi exhaustive. Le prestataire recherchera notamment des informations complémentaires sur les points suivants :

- Emplacement et type de berge : Il n'est pas demandé un découpage des berges mètre par mètre, il s'agit plutôt de faire ressortir des tronçons de berges aux caractéristiques homogènes de par leur type (hauteur, pente), leur nature (naturelle, protégée) et leur état d'érosion. L'objet du travail est d'aboutir à une segmentation de berges présentant un caractère globalement homogène, notamment en termes de possibilité d'évolution. La végétation présente sur la berge peut être un indicateur de cette stabilité : la présence d'une berge non végétalisée traduit ainsi souvent l'existence d'un phénomène d'érosion actif. La végétation peut aussi être un facteur influant cette stabilité : une végétation basse arbustive va protéger la berge et donc la rendre plus stable qu'une berge nue. C'est à l'expert géomorphologue d'apporter son savoir-faire lors de la visite de terrain pour délimiter des tronçons homogènes. Ainsi, si la végétation présente sur la berge n'est pas un critère déterminant dans la délimitation des berges, elle fait bien partie de l'ensemble des critères à intégrer par le géomorphologue dans l'appréciation d'ensemble d'une berge.
- Présence de seuils naturels, emprise et nature de ces seuils (alluvionnaire, rocheux).

La délimitation des seuils alluvionnaires est réalisée à partir de la photo-interprétation, le terrain permet de vérifier la nature du seuil (alluvionnaire, détritique, rocheux...).

La définition du seuil alluvionnaire présente dans la typologie jointe au cahier des charges (Annexe 8) correspond à des seuils alluvionnaires situés au niveau du basculement d'un chenal. Les bancs mobiles que l'on trouve dans un lit en tresse ne doivent pas être intégrés à cette catégorie.

- Délimitation des bras morts, présence de boires.

Les bras en cours de déconnexion situés au milieu d'une île seront codifiés en bras (mort, secondaire ou déconnecté) si leurs caractéristiques sédimentaires correspondent à celles citées dans la typologie. Dans le cas d'un bras secondaire ou déconnecté, on considérera qu'il y a deux îles séparées. Si les deux îles sont soudées, on pourra faire figurer un bras mort.

Il arrive parfois que de petits affluents, lorsqu'ils arrivent dans la vallée, empruntent naturellement le tracé d'anciens chenaux ou de bras morts. C'est pourquoi ils ont en général un cours parallèle au fleuve avant de se jeter dans son lit au niveau du bras principal ou d'un bras secondaire. Il n'est donc pas anormal de faire figurer un petit affluent à l'intérieur d'un bras mort, affluent que l'on arrêterait au débouché dans le lit (bras principal ou bras secondaire). Il faut toutefois que l'importance de cet affluent soit faible, c'est-à-dire que ce ne soit pas lui qui ait conduit au dimensionnement du bras (sinon, on pourrait dire que c'est le lit de l'affluent et non un bras mort). Ce petit affluent peut traverser un ensemble de boires à l'intérieur du bras. C'est l'importance relative des apports (quantité, permanence de l'écoulement, caractère stagnant de l'eau) qui peuvent permettre de dire s'il s'agit de boires reliées par un écoulement ou s'il s'agit du lit de l'affluent proprement dit.

- Délimitation entre chenaux
- Délimitation des terrasses alluviales
- État de fonctionnalité des bras secondaires et déconnectés, présence de bouchon alluvial.
- Présence d'ouvrages : anciens ouvrages de navigation, autres ouvrages
- Présence d'île en formation ou d'île ancienne, différenciation entre grève végétalisée et île en formation.

Au fur et à mesure de ses observations, le prestataire établit une minute cartographique en utilisant les documents à grande échelle réalisés à l'issue de la photo-interprétation comme fond de carte (ou un support de type numérique) et en reportant les limites réelles des entités (reprise des limites de berge, re-découpage d'une zone s'avérant non homogène, reprise des zones masquées sur l'image aérienne, ajout de nouvelles entités...). Il leur attribue un code strictement conforme à la codification présentée dans l'annexe 8 et complète la table attributaire associée (cf. annexe 2).

L'identification des unités hydromorphologiques, des berges, des ouvrages et des seuils devra être traduite selon la typologie définie en annexe 8 et à partir des critères suivants :

- topographie (présence de rupture de pente...),
- sédimentologie,
- occupation du sol et notamment type de végétation.

La détermination des limites physiques est parfois délicate, la transition entre différentes entités morphologiques se faisant de manière très progressive (ex : la frontière entre une île en formation et la grève est quelquefois peu marquée). De façon générale, l'interprétation est laissée à l'appréciation du morphologue.

Des prises de vue numériques seront effectuées aux endroits caractéristiques de chaque section et saisies dans une couche géographique de type ponctuel. La position du point représentera approximativement la position de l'objet représenté (zone d'érosion, ouvrage, boire, entrée d'un bras ...). La table attributaire définie en annexe 9 sera complétée.

#### 5.2.4 Prise en compte des décalages de dates

La cartographie doit être faite pour la morphologie telle qu'elle existe à la date de prise de vue et non à la date du terrain.

Comme il existe un décalage entre la date de la prise de vue ayant servi à la fabrication de la mosaïque aérienne et la date de visite sur le terrain, le chargé d'étude effectuera un travail d'expertise qui lui permettra de repérer et de signaler éventuellement au maître d'ouvrage les zones ayant changé de nature de façon significative.

Pour les zones ayant évolué, l'actualisation à la date du terrain sera indiquée dans la table attributaire :

- le champ « CODE\_TYP » identifie le type d'entité présente à la date de prise de vue.
- le champ « PROBA » sera utilisé dans le cas où il y aurait un doute sur la typologie à la date de prise de vue. Il représente la part de probabilité pour que la typologie renseignée soit effectivement celle présente à la date de prise de vue.
- le champ « CODE\_ACTU » identifie le type d'entité présente la date de terrain.

La délimitation des entités est celle de l'image aérienne. Il ne doit pas y avoir de modification du contour au moment du terrain (on ne demande pas de faire un relevé topographique à la date du terrain, mais une cartographie à la date de prise de vue). Cependant, il peut y avoir des découpages à l'intérieur d'une zone ayant subi des modifications sensibles : les zones issues de ces découpages auront le même *code\_typ* (type d'entité à la date de prise de vue) et un *code\_actu* différent (type d'entité à la date du terrain). C'est le cas, par exemple, d'un banc de sable qui aurait partiellement disparu.

#### 5.2.5 Confrontation éventuelle avec des cartes existantes

Lorsque toutes les observations seront terminées et toutes les zones caractérisées, la minute cartographique pourra être confrontée à des cartes existantes, produites dans le cadre d'études antérieures, sur le même secteur. Cette confrontation permettra de confirmer, d'infirmer ou de compléter les observations de terrain.

#### 5.2.6 Saisie numérique des entités morphologiques

Dans cette étape, le prestataire devra mettre à jour les couches d'information géographique issues de la photo-interprétation et les tables attributaires associées en fonction des observations de terrain. Ce travail doit se faire en liaison étroite entre les opérateurs de saisie et l'équipe de terrain.

Les critères suivants devront être respectés :

- Aucun logiciel n'est imposé pour effectuer la saisie. Cependant les données géographiques et attributaires doivent pouvoir être exploitées par le maître d'ouvrage avec le logiciel QGIS 3, sans manipulation de conversion (format shape .shp).
- La saisie sera faite directement en coordonnées géographiques Lambert 93 (EPSG 2154)
- Les règles de cohérence topologique entre objets géographiques seront respectées.

- La table d'attributs sera mise à jour immédiatement après la fin de la saisie et la vérification des zonages sera effectuée dans le respect de la codification.
- Certains éléments comme les épis de protection devront être accrochés à la berge (au sens topologique). Ils devront être continus (un épi correspond à une entité).
- Les ouvrages de dimension inférieure à 5 m ne seront pas représentés sauf s'ils sont rapprochés et qu'ils peuvent avoir une incidence sur l'écoulement.
- Les berges constituées de plusieurs types (berge naturelle suivie d'une berge protégée par exemple) seront continues, au sens topologique du terme. Chaque tronçon de berge aura une longueur minimale de 10 m.

### 5.2.7 Précisions d'ordre général

Le décalage en tout point entre le fond image et la délimitation des polygones ne devra pas dépasser 5 mètres terrain, sauf reprise ponctuelle justifiée après visite de terrain.

La limite latérale de la zone à étudier est celle de la carte de végétation. Toutefois, la zone d'étude sera élargie si nécessaire, pour intégrer des entités hydromorphologiques comme les bras morts ou les bras secondaires qui sortiraient des limites, sans toutefois dépasser celle de la mosaïque aérienne.

Pour les secteurs où la limite de cartographie est élargie, le prestataire devra compléter la couverture végétale simplifiée par photo-interprétation.

Les unités morphologiques, y compris les berges, les seuils et les ouvrages, à cheval sur deux mosaïques aériennes ne doivent pas être coupées. Pour cela, les mosaïques présentent volontairement une surface de recouvrement.

Cependant, certaines entités importantes peuvent sortir de la surface de recouvrement. Dans ce cas, elles doivent être fusionnées.

### 5.2.8 Saisie numérique des toponymes

Un fichier de toponymie de la zone est fourni au prestataire (toponymie saisie à l'occasion de la réalisation de la carte de végétation). Ce fichier sera complété si nécessaire, principalement à partir du scan IGN au 1/25000<sup>e</sup>, par le nom des ruisseaux. Certains éléments spécifiques à la carte de morphologie comme le nom des ouvrages hydrauliques (s'ils en ont) devront être ajoutés par le prestataire.

## 5.3 Restitution

Avant tout envoi, le prestataire devra assurer un contrôle qualité sur les données.

La mise en place d'un protocole détaillé et l'utilisation d'outils SIG permettant de détecter les erreurs de topologie (présence de trous dans la couche des unités hydromorphologiques, chevauchement de surfaces, discontinuité dans la berge, épis de protection non accrochés à la berge, incohérence entre limite de berge et d'unité hydromorphologique, etc. et les erreurs d'intégrités de la base de donnée (champ non renseigné, code inconnu, unicité de l'identifiant, etc.) est exigée.

Les éditions cartographiques devront être examinées par les personnes chargées des reconnaissances de terrain pour vérifier qu'aucune erreur ne s'est introduite lors de la phase de saisie.

### 5.3.1 Documents intermédiaires

Le prestataire fournira, dans un premier temps, à l'issue de la photo interprétation :

- L'ensemble des couches au format shp

Dans un deuxième temps, à l'issue de la phase terrain :

- L'ensemble des couches au format shp avec les premières corrections ou explications suite aux remarques faites après le premier rendu
- L'ensemble des photos géoréférencées
- La première version du rapport décrit ultérieurement

Un projet de rapport d'étude sera remis au maître d'ouvrage. Ce rapport a pour objet :

- de dresser un bilan du travail effectué (déroulement des opérations de terrain, contacts pris) et des éventuelles difficultés rencontrées,
- de rédiger, pour chaque section, une courte notice explicative sur la morphologie du secteur et ses tendances d'évolution. Cette synthèse sera jointe à la carte de morphologie lors de son édition ultérieure par le maître d'ouvrage,
- de faire des propositions en vue d'améliorer la méthodologie ou la typologie.

Le maître d'ouvrage disposera d'un délai de 2 semaines pour faire part de ses observations. Il ne fera aucune correction sur les données. En cas de difficulté majeure (absence de fichiers, formats incorrects, multiplication des problèmes de topologie, décalages visibles entre l'image aérienne et les entités morphologiques, codification non respectée...) le jeu de données ne sera pas contrôlé et sera retourné au prestataire qui procédera immédiatement aux modifications.

Si après deux transmissions le maître d'ouvrage ne peut accepter les données, il convoquera le prestataire pour préciser la méthode et le résultat attendu. Pendant toute cette période d'échange, le délai contractuel ne sera pas suspendu.

### 5.3.2 Documents finaux

Les données définitives suivantes seront fournies :

- Un fichier numérique au format shapefile contenant les entités hydromorphologiques et la table associée, en Lambert 93 ;
- Un fichier numérique au format shapefile contenant les berges et la table associée, en Lambert 93 ;
- Un fichier numérique au format shapefile contenant les ouvrages et la table associée, en Lambert 93 ;
- Un fichier numérique au format shapefile contenant les seuils et la table associée, en Lambert 93 ;
- Un fichier numérique au format shapefile contenant la toponymie et la table associée, en Lambert 93 ;
- Un fichier numérique au format shapefile contenant les photos et la table associée, en Lambert 93 ;

- Un répertoire contenant les photos numériques telles que décrites dans la table des photographies.
- Atlas des sections : Toutes les couches d'un tronçon ou d'une section sont associées à l'échelle 1/10000<sup>ème</sup> comprenant tous les éléments : unités hydro-morphologiques, seuils, berges, couverture végétale et toponymie (la couche des sections étant fournie par le maître d'ouvrage). Les sections sont disponibles dans l'annexe 7.
- Les cartes de l'atlas ne seront pas imprimées, mais éditées au format .pdf (voir l'exemple fourni en annexe 3)
- Le prestataire fournira tous les fichiers nécessaires à la réalisation de l'atlas par exemple sous forme de fichier .qpt
- Les commentaires du rapport d'étude de la section seront insérés dans le cartouche de la carte.
- Le rapport d'étude définitif sera remis en version numérique.
- Les documents ayant servi pour le travail de terrain seront remis au maître d'ouvrage.

Le maître d'ouvrage ou son assistant disposera d'un nouveau délai de 2 semaines pour faire part de ses observations. Le prestataire procédera immédiatement aux modifications. Si après deux transmissions le maître d'ouvrage considère que le rapport n'est pas acceptable, il convoquera le prestataire pour préciser la méthode et le résultat attendu.

Pendant toute cette période d'échange, le délai contractuel ne sera pas suspendu.



# Index des annexes

- Annexe 1 : Emprise des lots
- Annexe 2 : Typologie de végétation simplifiée du SIEL par le CBNBP
- Annexe 3 : Typologie Cornier
- Annexe 4 : Tableau de correspondance entre les deux typologies
- Annexe 5 : Contraintes topologiques
- Annexe 6 : Restitution
- Annexe 7 : Sections
- Annexe 8 : Description morphologique du cours d'eau
- Annexe 9 : Restitution numérique
- Annexe 10 : Restitution géographique