



INSTITUTION ADOUR
Etablissement Public Territorial de Bassin
Hautes-Pyrénées - Gers - Landes - Pyrénées-Atlantiques

sage
ADOUR AVAL



Mise en place d'une base de données sur le bassin de l'Adour et prélocalisation des zones humides du territoire du SAGE Adour aval

Phase 2 : Prélocalisation des zones humides du territoire du SAGE Adour aval

Bureaux d'études

TTI Production
136, rue Guy Arnaud
F30900 Nîmes
Tél. +33(0) 466 212 025



Mars 2018

Ce document a été travaillé avec les acteurs du SAGE Adour aval lors des réunions suivantes :

- **Comité technique du SAGE Adour aval du 28 mars 2017**
- **Bureau du SAGE Adour aval du 19 avril 2017**
- **CLE du SAGE Adour aval du 20 avril 2017**

SOMMAIRE

RESUME.....	7
Zone de l'étude	8
I) DEFINITION DES ZONES HUMIDES CIBLES DE L'ETUDE	10
I-1 Cadre réglementaire	10
I-2 Définitions générales	10
I-3 Zones humides cibles de l'étude	11
II) INTEGRATION DES DONNEES EXOGENES.....	12
II-1) Les données de la BDD des ZHE-ZHS (données de la phase 1)	12
II-2) Les données exogènes relatives à l'eau	13
II-2-1) <i>Les données de la BD TOPO de l'IGN.....</i>	<i>13</i>
II-2-2) <i>Mise à jour des données de la BD Carthage</i>	<i>17</i>
II-2-3) <i>Les données exogènes définies à partir des cartes de CASSINI</i>	<i>19</i>
III) Les données issues des calculs numériques	21
III-1) <i>Calcul de l'indice IBK</i>	<i>21</i>
III-2) <i>Création d'une enveloppe d'alerte autour du réseau hydrographique linéaire et surfacique</i>	<i>23</i>
VI) CARTOGRAPHIE DES ENVELOPPES DE PRELOCALISATION DES ZONES HUMIDES PAR TELEDETECTION.....	26
VI-1) LA BD-ORTHO UTILISEE.....	26
VI-2) LA PHOTO-INTERPRETATION REALISEE SUR TOUT LE TERRITOIRE DU SAGE.....	28
VI-2-1) Échelle de travail	28
VI-2-2) <i>Méthodologie de détermination des enveloppes de probabilité de présence des zones humides</i>	<i>28</i>
III-2-3) <i>Limites de la photo-interprétation.....</i>	<i>30</i>
VI-2-4) Résultats de la photo-interprétation	33

V) ASSEMBLAGE DES COUCHES D'INFORMATIONS	36
V-1) Méthodologie générale	36
V-2) Assemblage des couches "eau" et "zone tampon eau" avec l'IBK	38
V-3) Assemblage des couches d'interprétation et des produits calculés	42
V-3-1) <i>Regroupement des zones interprétées avec les enveloppes théoriques.....</i>	<i>42</i>
V-3-2) <i>Dénomination des différentes enveloppes et délimitations</i>	<i>46</i>
 ANNEXE 1 : PREPARATION ET STRUCTURATION DES COUCHES VECTORIELLES	49
 ANNEXE 2 : RESULTATS DU TEST DE TERRAIN	52
 LOCALISATION DES COUCHES EXPERTISEES	52
 RAPPEL DE LA MISSION	59
 OBJECTIFS DU TEST	59
 RESULTATS DE L'EXPERTISE	59
ZH du CEN Aquitaine (limite rouge)	59
ZH du PDG Aran Ardanavy (limite jaune)	60
ZH de l'atlas départemental 64 (limite verte)	61
 CONCLUSION :	62

Préambule

Les zones humides ont un rôle important dans la préservation de la ressource en eau. Elles constituent un patrimoine naturel caractérisé par une grande diversité biologique qui contribue à une gestion équilibrée de la ressource en eau. De par leurs fonctions, elles participent à l'atteinte du bon état des masses d'eau. Cependant, mal connues, mal identifiées, elles sont fortement menacées. Leur superficie et leur qualité ont fortement diminué durant les 30 dernières années. Elles nécessitent à ce titre la mise en place d'une politique de protection et de restauration ambitieuse.

La définition d'une zone humide figure dans l'article L 211-1 du code de l'environnement : « on entend par zone humide les terrains, exploités ou non, habituellement inondés ou gorgés d'eau douce, salée ou saumâtre de façon permanente ou temporaire ; la végétation, quand elle existe, y est dominée par des plantes hygrophiles pendant au moins une partie de l'année ».

La Loi Développement des Territoires Ruraux du 23 février 2005 (loi DTR), par son décret d'application n°2007-135 du 30 janvier 2007, précise la définition des zones humides énoncée dans la loi sur l'eau de 1992, en indiquant que les critères à retenir sont relatifs à la morphologie des sols liée à la présence prolongée d'eau d'origine naturelle et à la présence éventuelle de plantes hydrophiles et que l'un des deux critères suffit à définir une zone humide. Elle inscrit juridiquement l'intérêt des zones humides en indiquant que leur préservation et leur gestion durable sont d'intérêt général (article L211-1 du CE).

L'arrêté du 24 juin 2008 précise les critères de définition et de délimitation des zones humides. La circulaire DEV O 0813949C du 25 juin 2008 expose les conditions de mise en œuvre des dispositions de cet arrêté.

Le Grenelle de l'environnement renforce l'importance de la préservation des zones humides en tant qu'élément favorisant les continuités écologiques. Les zones humides ayant un rôle pour l'atteinte du bon état sont en effet inscrites dans la trame bleue. Le Grenelle prévoit notamment une préservation sous forme d'acquisition foncière des zones humides les plus remarquables.

Résumé

La présente étude s'inscrit dans une démarche qui vise une prélocalisation des zones humides sur le territoire du SAGE Adour aval pour la définition d'orientations de gestion et de préservation de ces milieux dans le cadre du SAGE. Elle vise à disposer d'une connaissance homogène des zones humides probables en identifiant les enveloppes de forte probabilité de présence de ces zones humides, sur la base de méthodes de photo-interprétation (phase 2). Elle a également pour objectif la mise en place d'une base de données unique et commune à tout le bassin de l'Adour des zones humides effectives (ZHE) élaborée à partir de l'expertise des données issues du territoire de l'Institution Adour (phase 1).

Dans une première partie, des données déjà existantes sur le bassin de l'Adour susceptibles de contenir des informations sur les zones humides a été analysé et évalué par rapport à leur potentiel à caractériser des zones humides effectives (ZHE), des zones humides suivies (ZHS) ou probables (ZHP). Une base de données a été réalisée pour l'ensemble des zones humides identifiées comme effectives. Cette base de données livrée au maître d'ouvrage en fin de mission rassemble la donnée de ZHE déjà existante mais ne se veut pas exhaustive ; elle est exploitable et utilisable ultérieurement, notamment pour être complétée au fur et à mesure de l'acquisition de nouvelles connaissances. Une seconde base de données SIG réalisée sous QGIS est fournie pour les données considérées comme appartenant aux zones humides probables. Cette base de données est une capitalisation des données non intégrées dans les ZHE mais susceptibles d'être potentiellement humides et donc d'intérêt pour de futures exploitations par l'Institution Adour ou d'autres partenaires.

Dans un second temps, l'objectif est de réaliser, sur le périmètre du SAGE Adour aval, une cartographie des enveloppes de probabilité de présence des zones humides (phase 2). Une série de produits mathématiques ont été calculés à partir du MNT (modèle numérique de terrain) et du réseau hydrographique mis à jour pour déterminer des enveloppes théoriques de présence de zones humides. Enfin, l'identification des sols potentiellement hydromorphes à partir des ortho-photos complète l'information avant la fusion et la structuration de celle-ci.

Cette étude est un préalable à une phase d'investigations de terrain visant à confirmer la présence des zones humides pour le cas des enveloppes de très forte probabilité.

Zone de l'étude

La zone d'étude correspond pour la phase II à la limite du SAGE Adour aval qui couvre une surface d'environ 622 km² et concerne tout ou partie de 53 communes et est à cheval entre les départements des Landes (40) et des Pyrénées-Atlantiques (64) en Région Nouvelle Aquitaine.

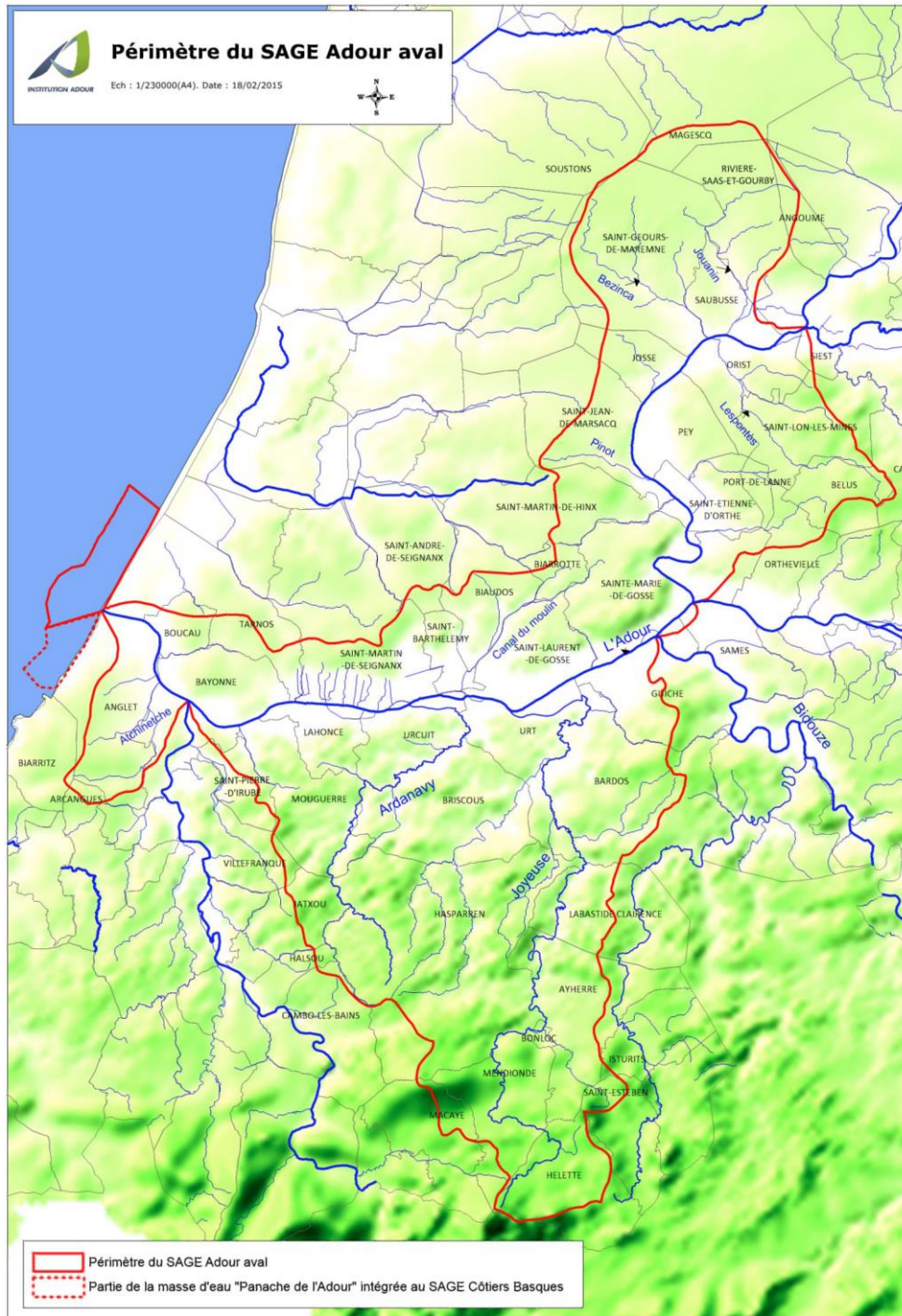


Fig1) Illustration de l'emprise du SAGE Adour aval pour la phase II

Situation 2015

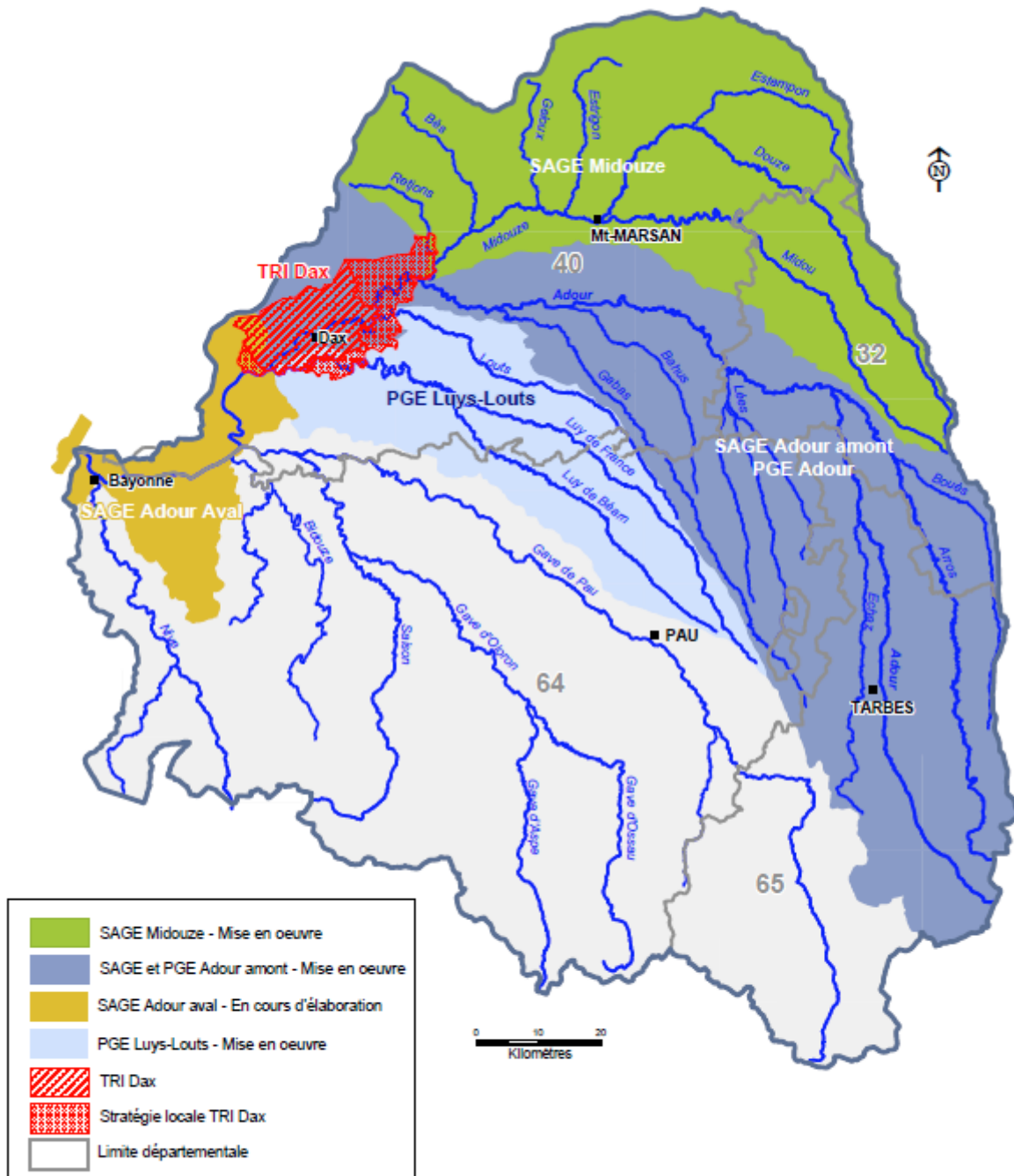


Fig2) Bassin de l'Adour et périmètres des SAGE portés par l'Institution Adour (Phase I)

I) Définition des zones humides cibles de l'étude

I-1 Cadre réglementaire

Les critères de définition et de délimitation d'une zone humide ont été explicités par un arrêté interministériel du 24 juin 2008, modifié le 1er octobre 2009, et précisé dans une circulaire du 18 janvier 2010. Ils visent à faciliter une appréciation partagée de ce qu'est une zone humide en vue de leur préservation par la réglementation (articles L. 214-7-1 et R. 211-108).

Selon ces textes, il existe 2 indices pour repérer les zones humides effectives :

- présence d'une végétation caractéristique des sols humides ;
- ou**
- présence d'un sol caractéristique formé par l'engorgement d'eau plus ou moins continu et fréquent (sol tourbeux, réductique, rédoxique...).

Au moins l'un des deux facteurs doit être présent pour attester que la zone est humide. Le critère de végétation est généralement utilisé pour la délimitation de zones humides. Le critère pédologique intervient en cas d'absence de végétation caractéristique sur des zones supposées humides (zones cultivées, aménagées, etc.).

NB : A noter que la jurisprudence du 22 février 2017, intervenue après le lancement de l'étude, précisant la définition des zones humides sur la base des deux critères cumulatifs de végétation et de sol, n'est pas appliquée dans le cadre de cette étude dont l'objectif premier est un porté à connaissance sur le territoire du SAGE Adour aval.

I-2 Définitions générales

Les **zones humides probables** – ZHP - sont des zones qui selon des critères géomorphologiques et climatiques devraient présenter les caractéristiques d'une zone humide en l'absence de toute intervention de l'homme (drainage, comblement, modification de la circulation de l'eau en amont ou en aval). Les zones humides probables correspondent à des enveloppes de forte probabilité de présence des zones humides. Elles sont généralement définies comme telles lorsqu'aucune investigation de terrain n'a été réalisée pour confirmer le caractère humide de la zone selon les critères de végétation ou de pédologie de la réglementation.

Les **zones humides effectives** – ZHE - répondent à la définition de la loi sur l'eau et les milieux aquatiques et satisfont aux critères précisés dans l'arrêté de 2008 d'hydromorphie des sols et/ou de présence d'une végétation hygrophile. Elles sont généralement identifiées sur la base de données préexistantes suffisamment fiables ou par des investigations de terrain. Les contours de la zone humide peuvent être définis plus ou moins précisément mais sa présence est certaine.

I-3 Zones humides cibles de l'étude

Parmi les données pré-existantes sur le territoire, celles contenant des informations sur la végétation ou la pédologie suffisamment précises et conformes à l'arrêté de 2008 ont été intégrées à la base de données sur les zones humides effectives du bassin de l'Adour. Ceci était l'objet de la phase 1 de l'étude (cf ; rapport de phase 1 dédié).

Toutes les données ne contenant pas d'informations suffisamment précises et conformes à l'arrêté de 2008 sur la végétation ou les sols caractéristiques de zones humides ont été capitalisées dans une base de données SIG « zones humides probables ».

La phase 2 de l'étude, décrite ci-après, consiste à prélocaliser les zones humides probables par un travail ex-situ de calculs numériques et de photo-interprétation.

Note sur les données utilisées et traitées

Les brèves explications ci-après donnent quelques définitions utiles qui permettront au lecteur de mieux comprendre le vocabulaire du présent rapport concernant les données traitées et les analyses effectuées.

La majorité des données utilisées et traitées dans le cadre de cette étude sont des **données cartographiques** exploitables sous des logiciels de système d'informations géographiques (**SIG**).

Les jeux de données SIG sont appelés « **couches** ». Elles représentent des ensembles logiques d'entités associées à des positions et des formes géographiques, ainsi qu'à des informations descriptives liées à chaque entité, stockées sous forme d'**attributs**.

Chaque **couche vectorielle** est donc associée à une **table attributaire** décrivant les objets de cette couche.

II) Intégration des données exogènes

Note sur le géoréférencement :

Toutes les données fournies ont été transformées et géoréférencées sous un format récupérable sous Système d'Information Géographique, en majorité sous forme de vecteur¹. Pour l'analyse et la délimitation des enveloppes de zones humides probables, toutes les données ont été intégrées et traitées sous S.I.G. Elles ont été contrôlées par rapport à leur géoréférencement. L'analyse a montré qu'elles n'étaient pas toutes géoréférencées de la même manière. Ces données ont donc été homogénéisées afin qu'elles soient toutes dans le même système de géoréférencement à savoir la projection Lambert 93 — RGF. Ce travail a été réalisé avec le logiciel TNT Mips de MicroImages qui constitue un outil idéal pour produire et contrôler différentes couches vectorielles.

Chaque donnée est renseignée par le biais d'une ou plusieurs tables attributaires. Différents tests ont été effectués à partir de critères issus des données descriptives et à partir de requêtes spatiales afin d'analyser la pertinence de chaque donnée.

Les données exogènes analysées sont de quatre types :

- Données exogènes définies par des critères de végétation (récupérées et analysées lors de la phase I).
- Données exogènes relatives à l'eau
- Données exogènes définies par d'autres critères par exemple les données historiques sur les plans d'eau extraits des cartes de Cassini
- Données issues de traitement d'autres données par exemple les données « IBK » extraites du MNT (Modèle Numérique de terrain) ou les données relatives au réseau hydrographique.

II-1) Les données de la BDD des ZHE-ZHS (données de la phase 1)

L'ensemble des données recueillies a fait l'objet, lors de la phase I, d'une expertise afin d'extraire les informations les plus pertinentes concernant les critères relatifs aux zones humides.

Cette analyse a permis de réaliser une base de données des zones humides effectives (ZHE), des zones humides suivies (ZHS) et une base de données des zones humides probables (ZHP). Lors de la phase II, la base de données des ZHE et ZHS sur le territoire du SAGE Adour aval a été récupérée et intégrée aux données en entrée pour la réalisation de la cartographie des zones humides probables.

¹ Vecteur : Couche d'information numérique constituée de lignes décrites par des points successifs qui forment la représentation cartographique d'une information.

Les zones humides suivies ont été définies comme état intermédiaire entre les zones humides effectives et les zones humides probables (à valider sur le terrain). Il s'agit de zones humides provenant de bases de données réputées fiables mais dont les métadonnées sont inexistantes ou peu renseignées. Par ailleurs, les informations attributaires ne présentent pas d'indications sur les habitats ou la nature des zones humides. En résumé, il s'agit de zones humides probablement effectives pour lesquelles il manque l'information permettant de les définir.

Les vecteurs de la base de données des ZHE et ZHS issue de la phase I ont donc été intégrés dans la couche de photo-interprétation, soit directement et sans modification lorsqu'il s'agissait de zones humides non visibles sur la BD Ortho (principalement en forêt), soit en modifiant les contours pour caler à l'échelle de photo-interprétation du 1/3 000 ou à la réalité de l'image (parties artificialisées, géométrie initiale trop schématique).

Par défaut, le champ « proba_ZH » attribué à ces zones est : « validée », mais un indice de confiance allant de 1 (confiance très forte) à 4 (confiance douteuse) a été ajouté selon l'appréciation du photo-interprète en fonction de la cible identifiée sur les ortho-photos.

Le terme « PIAO » dans le champ « critDelim » ne fait pas référence à l'origine de l'étude, mais à la méthode : *Photo Interprétation Assistée par Ordinateur*. Il indique que le tracé a été réalisé à la main même s'il s'agissait de réintégrer des zones existantes issues de la base de données des ZHE (Phase I).

II-2) Les données exogènes relatives à l'eau

II-2-1) Les données de la BD TOPO de l'IGN

La BD TOPO a été réalisée par photo-interprétation des photographies aériennes issues de la BD ORTHO. La couche hydrographique de la BD TOPO comprend les plans d'eau, les cours d'eau, les infrastructures (barrages, puits, etc.), les talus, les levées... Les couches SURFACE_EAU et TRONCONS_EAU de la BD TOPO ne sont pas utilisables en l'état. Elles contiennent des éléments qu'il faut écarter et d'autres éléments qu'il faut compléter. Dans le cadre de cette étude, ce sont essentiellement les cours d'eau et plans d'eau qui seront utilisés. À cet effet, l'ensemble des couches fournies, généralement sur un découpage départemental, a été assemblé avant mise à jour et nettoyage.

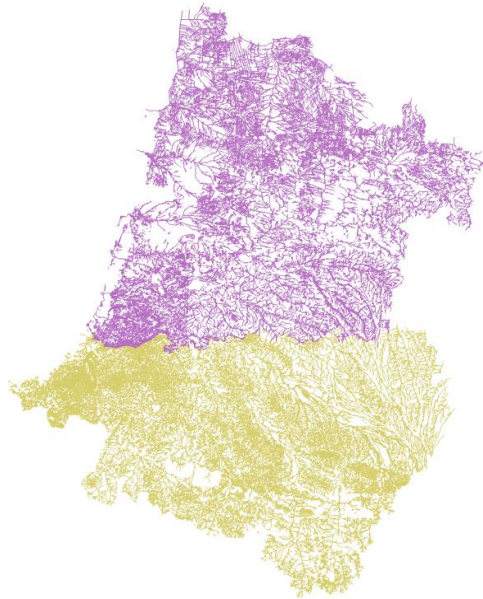


Fig3) Illustration de l'assemblage des différentes BD TOPO des départements du 40 et du 64

Selon les départements, les dates de mises à jour sont différentes. Il y a également des erreurs, des oublis et des contours modifiés avec le temps (gravières). Un travail complémentaire de photo-interprétation est donc nécessaire pour corriger et homogénéiser cette couche d'information.

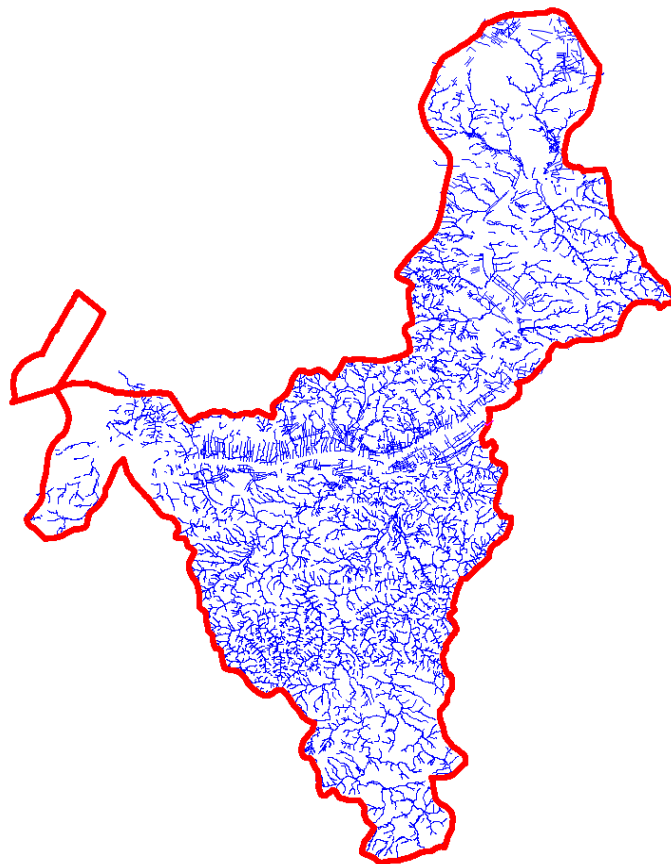


Fig4) Homogénéisation des tronçons issus du réseau hydrographique sur le périmètre du Sage Adour aval

a) Les plans d'eau

Les plans d'eau sont majoritairement cartographiés à partir de couche SURFACE_EAU de la BD TOPO, car la BD Carthage est beaucoup moins exhaustive que la BD TOPO au niveau des plans d'eau. Elle ne permet pas de distinguer les gravières des sablières. Cette couche contient des éléments qu'il faut écarter, car sans rapport avec les surfaces en eau naturelles.

b) Les cours d'eau

Le réseau hydrographique est composé des cours d'eau et drains. C'est une information essentielle pour identifier les secteurs ayant une forte probabilité de présence de zones humides. Le maximum d'informations a donc été utilisé pour produire une couche cohérente et pertinente.

Le réseau hydrographique est majoritairement cartographié dans la couche TRONCONS _EAU de la BD TOPO, mais une partie du réseau, et notamment l'emprise se trouve dans la couche SURFACE_EAU car les deux berges sont délimitées.

c) Préparation et mise à jour de la couche hydrographique de la BD TOPO

La première étape consiste à trier les informations attributaires de la couche BD TOPO « TRONCONS _EAU » afin d'en extraire l'information utile et de mettre à jour le tracé des linéaires en eau. La BD TOPO est représentative de ce qui est visible y compris l'artificiel. Dans un souci de potentialité d'utilisation du réseau en tant que tel, des éléments ont été ajoutés sans qu'ils ne reflètent de réels éléments sur la BD ORTHO. Il s'agit des éléments :

- Artificialisé : il s'agit essentiellement des canaux et d'une partie des fossés.

- Fictif : Ils sont représentés par un trait généralement rectiligne tracé entre deux parties de réseau hydrographique. On les trouve dans les surfaces en eau (au milieu des rivières) pour matérialiser un écoulement linéaire, ou lorsqu'un réseau hydrographique disparaît pour réapparaître plus loin. Il est à noter qu'un tronçon peut être à la fois fictif et artificialisé.

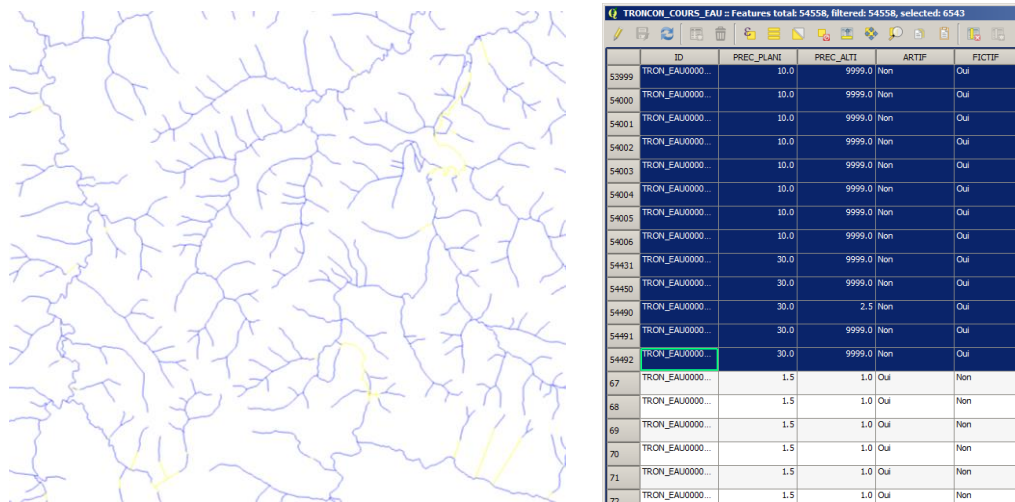


Fig5) Illustration de la sélection des tronçons par champs attributaires ce qui élimine une majorité d'entités non exploitables dans l'étude.

Les deux champs de la couche TRONCONS _EAU, sont à prendre en compte pour éliminer une partie de l'information. Il est clair qu'il est nécessaire d'éliminer les tronçons fictifs avant d'analyser le réseau hydrographique. Dans le cas contraire, des traitements comme la bufferisation utiliseraient des tronçons sans réelle existence. Chaque tronçon de la couche TRONCONS_EAU possède des attributs propres qui en précisent la nature sans toutefois donner davantage d'information.

La seconde étape consiste à trier les informations attributaires de la couche SURFACE_EAU afin d'en extraire l'information utile et de mettre à jour le tracé des plans d'eau. Les franges des plans d'eau, des étangs tout comme les mares peuvent abriter des habitats de zones humides. Ce premier tri a donc pour objectif d'éliminer les bassins de rétention des eaux pluviales, les bassins bétonnés industriels qui ont été créés artificiellement avec souvent un objectif d'épuration des eaux.

Chaque polygone de la couche SURFACE_EAU possède des attributs propres qui en précisent la nature sans toutefois donner davantage d'information. Le champ « Nature » contient deux attributs : « bassin » ou « surface en eau ». Ces deux attributs permettent de distinguer les « plans d'eau » selon leur caractère artificiel (bassin d'épuration) ou non.

Les bassins à caractère industriel sont globalement éliminés par cette requête sur l'attribut « nature », de même que les bassins bétonnés à caractère purement décoratif ou assimilé. C'est le cas notamment des bassins de station d'épuration qui sont répertoriés comme des bassins.

Les bassins de rétention sont également éliminés s'ils sont isolés par la route ou plastifiés, car ils ne présentent pas d'intérêt écologique du fait de la faible probabilité d'être colonisés par des espèces végétales ou animales. Ils n'ont pas de fonctions épuratoires. Les plans d'eau artificiels de château par exemple, sont aussi éliminés, car entretenus et régulièrement nettoyés.

Le tri des plans d'eau se fait suivant des règles:

- Pas de plan d'eau d'agrément (bassin urbain) non végétalisé sur le contour (hors pelouse) plans d'eau des golfs, etc.)
- Pas de bassin de rétention quand il n'est pas végétalisé sur le contour (hors pelouse). Certains de ces bassins retournent plus ou moins à l'état naturel, ils sont alors maintenus dans la base de données.

Les mares creusées par les agriculteurs, bien qu'artificielles, sont caractérisées comme des « surfaces d'eau ». Il est raisonnable d'écarter les plans d'eau situés au cœur des fermes (exemples ci-dessous). Ces plans d'eau sont généralement indiqués dans la BD Topo, mais dans le cadre de notre étude, ils n'ont pas d'intérêt, car:

- ils sont généralement bordés par du sol nu voire induré
- ils sont le plus souvent artificiels et servent à l'exploitation

De plus, générer une zone tampon (*cf chapitre II-2 p 20*) autour de ces plans d'eau ferait passer la ferme elle-même en zone potentiellement humide, ce qui n'est évidemment pas le cas.

II-2-2) Mise à jour des données de la BD Carthage

La BD Carthage est une information complémentaire à la BD TOPO. En effet, sa trame est basée sur la BD TOPO et elle a été enrichie par la suite par divers organismes à une échelle du 1/50 000. Elle n'est pas aussi précise au niveau du tracé, mais elle est en revanche mieux structurée. Elle recoupe en grande partie la BD TOPO, mais le réseau est hiérarchisé, avec un sens d'écoulement et une logique de rattachement, ce qui n'est pas le cas sur la BD TOPO.

C'est essentiellement les cours d'eau de cette base de données qui seront utilisés. Il s'agit de compléter la BD TOPO qui est plus exhaustive, mais discontinue. L'avantage de la BD Carthage est que le réseau a été complété pour obtenir une continuité. Ce travail réalisé au 1/50 000 explique pourquoi le tracé du réseau est beaucoup moins précis que celui de la BD TOPO.

La BD Carthage n'est pas aussi précise au niveau du tracé, elle est en revanche mieux structurée. Ainsi, on remarquera que les tronçons fictifs de la BD Topo sont totalement faux et qu'en revanche ils sont relativement bien placés sur la BD Carthage. De plus, les tronçons de la BD Carthage, même s'ils sont généralement moins bien placés, prolongent souvent le réseau de la BD Topo en dessinant des tronçons pas toujours visibles sur l'image, mais dont on retrouve des traces sur la BD ORTHO. On constate facilement que le tracé de la BD Carthage est moins précis à la même échelle que celle de la BD TOPO qui sera donc utilisée en priorité pour le tracé.

Ci-dessous, on constate que la BD TOPO (cyan) et la BD Carthage (bleu) se complètent. La « fusion » des deux informations est réalisée manuellement afin de garder le tracé le plus juste par rapport à la BD ORTHO et non de faire une simple fusion vectorielle.

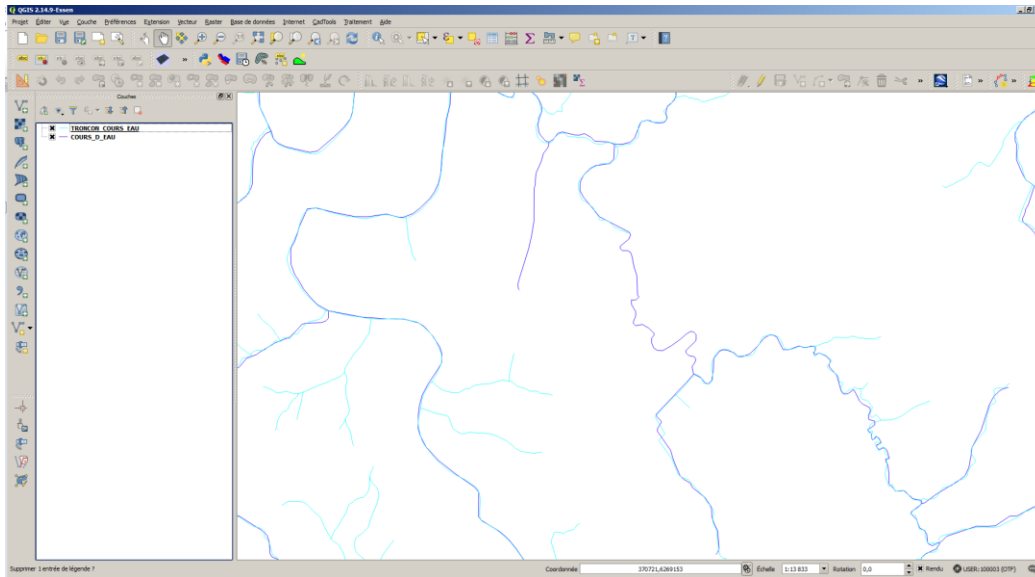


Fig6) Illustration de la complémentarité de la BD Carthage et de la BD TOPO

Il faut noter que dans les zones forestières, la BD Carthage a parfois été intégrée sans réel repositionnement sur l'image, car dans ces zones avec couvert forestier, il est impossible de distinguer des cours d'eau circulants sous la canopée.

Concernant les plans d'eau, une fois le tri réalisé, le travail consiste en une mise à jour par photo-interprétation sur la base de la BD ORTHO. En effet, il s'agit souvent de nouveaux plans d'eau non inventoriés dans la BD Topo ou inversement, de plans d'eau ayant disparu.

Les réaménagements de gravières ont beaucoup évolué depuis une dizaine d'années. Si la présence d'un plan d'eau d'extraction ne peut être à l'origine d'une zone humide, certains plans d'eau qui ne sont plus en exploitation et dont les berges sont propices à l'installation de végétaux sont parfois recolonisés par certaines espèces végétales caractéristiques des zones humides selon la législation.

La sélection des gravières dans la couche « surface en eau » ne pose pas de souci dans la mesure où elles ne serviront pas à l'élaboration de la couche zone tampon sur le réseau hydrographique servant à élaborer les zones de probabilité de présence de zones humides.

Enfin, la dernière étape de la mise à jour des plans d'eau a été de passer en revue les plans d'eau et mares afin de contrôler qu'ils sont bien intégrés dans la couche finale de plan d'eau. Les mares sont systématiquement toutes les surfaces en eau < 60 m². Ensuite, entre 60 et 400 m², l'appréciation entre plans d'eau et mares s'est faite selon le contexte. La distinction entre plan d'eau et mare se fait normalement sur la profondeur, or il est évident que le photo-interprète ne peut avoir accès à cette information. Toutefois, la présence de végétation dans le plan d'eau (hors végétation flottante) peut laisser supposer que la profondeur correspond plus à une mare qu'à un plan d'eau. Mais cet aspect reste suggestif puisqu'il dépend du niveau d'eau à un état T au moment de la prise de vue.

Un plan d'eau n'étant pas une zone humide, ils seront intégrés dans la couche finale, mais considérés comme « non humide ».

II-2-3) Les données exogènes définies à partir des cartes de CASSINI

Les cartes de Cassini correspondent aux premières cartes topographiques établies au XVIII^e siècle en France. L'échelle de ces cartes est d'environ 1/86400. Elles ont l'intérêt de contenir des informations historiques des cours et plans d'eau qui ont disparus ou ont été comblés, mais dont la position peut apporter une information quant aux zones humides.

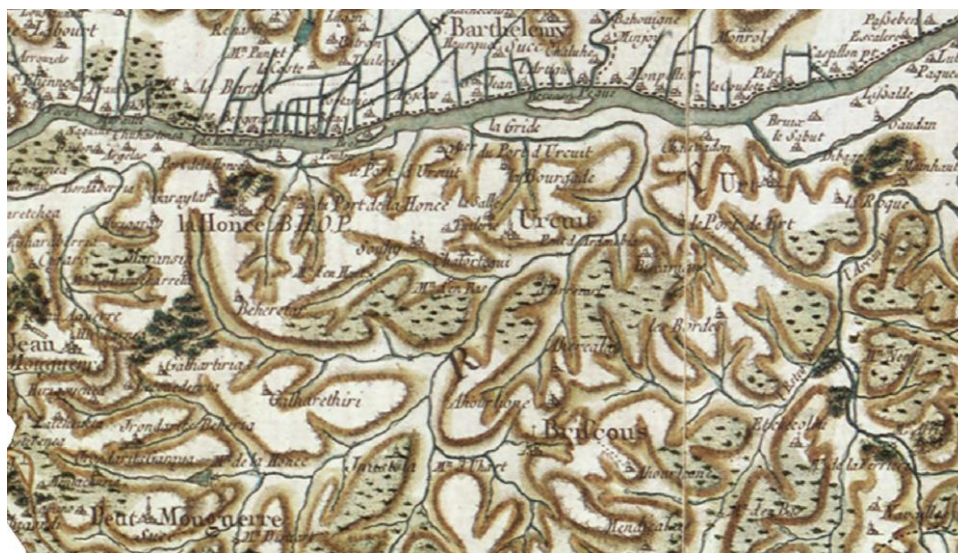


Fig7) Extrait d'une carte de Cassini

L'utilisation de la triangulation comme méthode de mesure des distances conférait à ce travail une grande précision sans précédent et fut la première grande enquête toponymique nationale. La « carte de Cassini » est constituée d'un ensemble de 181 feuilles à l'échelle du 1/86 400. Les cartes numériques couvrant le territoire du SAGE ont été géoréférencées sur la BD ORTHO.

Sur ces cartes ont été relevés en particulier tous les étangs. Y figurent aussi les informations relevant de la localisation des marais. Malheureusement, le figuré utilisé n'a pas permis de le distinguer d'autres figurés et donc de l'isoler. Seuls les étangs ont été délimités et constituent une couche d'information SIG.

Cette information est loin d'être négligeable. La plupart de ces étangs n'existent plus aujourd'hui. Mais cette localisation historique constitue une information sur les zones où il existe une potentialité de zones humides. Selon l'INRA, même si l'étang n'existe plus, d'un point de vue pédologique, des traces d'oxydoréductions doivent être présentes encore dans les sols.

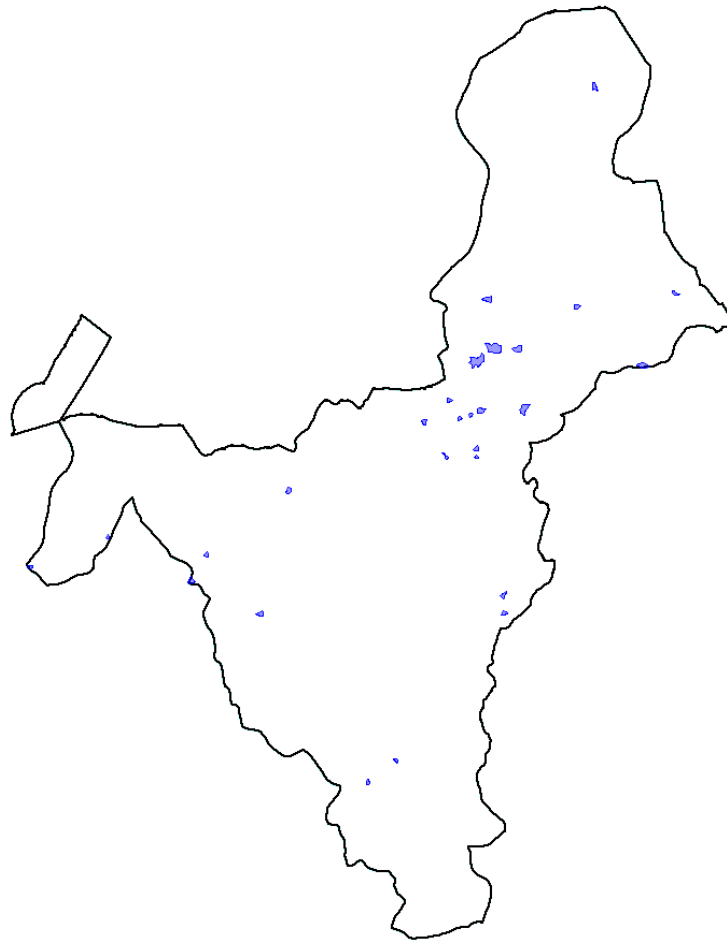


Fig8) Illustration de la couche complète de Cassini

Bien que ces cartes fassent preuve d'une très grande précision géographique pour l'époque, il existe néanmoins des décalages. Afin de pallier au décalage géographique entre ces cartes et la BD ORTHO, les étangs ont été repositionnés plus précisément par rapport à la BD ORTHO et la BD TOPO en tenant compte de la topographie.

Les décalages importants sur les cartes de Cassini nécessitent parfois de retrouver le site plus par la topographie que par les indications cartographiques. Le repositionnement s'effectue à l'aide du MNT.

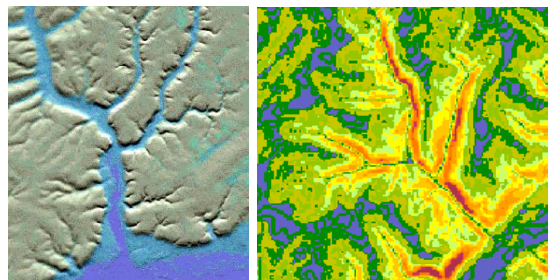


Fig9) Illustration de la génération d'ombrages et de pentes du MNT pour l'aide au repositionnement des étangs de Cassini

III) Les données issues des calculs numériques

III-1) Calcul de l'indice IBK

III-1-1) Le Modèle numérique de terrain (MNT)

Le MNT utilisé pour l'étude est initialement à une résolution de 5 mètres, mais ce pas de 5 mètres est difficilement exploitable dans le cadre de calculs d'indice, car il est important que les petits artefacts ne perturbent pas les calculs. C'est pourquoi il a été ré-échantillonné à 15 mètres.

Le MNT présente des artefacts de deux sortes :

- Les premiers correspondent à des erreurs plus ou moins ponctuelles, ou à des anomalies liées à l'intégration d'aplats sur des zones où l'on a des plans d'eau par exemple.
- Les seconds sont des extrusions ou creusements linéaires liés à la présence d'une route / autoroute ou d'une ligne de chemin de fer. Ces reliefs peuvent refléter la réalité topographique, mais dans ce contexte d'analyse du réseau hydrographique, ils sont gênants, car ils perturbent les écoulements théoriques et les pentes.

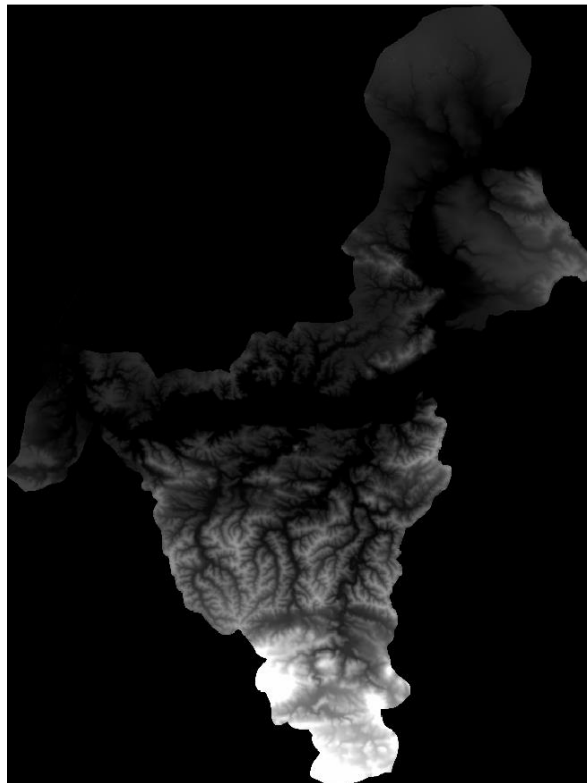


Fig 10) MNT ré-échantillonné à 15m sur la zone du SAGE Adour aval

II-1-2) Notion d'indice Beven-Kirkby

L'indice de Beven-Kirkby, du nom de son inventeur, est un modèle de calcul sur une surface numérique. Il s'agit d'un indice topographique d'estimation de la position des sols potentiellement saturés en eau (sols hydromorphes). Il représente la capacité d'un point à accumuler de l'eau en fonction de la quantité d'eau qui s'y déverse et qui s'en échappe. Un indice élevé correspond à une forte probabilité de présence de zones humides.

Deux hypothèses :

1 – les zones humides sont situées préférentiellement sur les sols hydromorphes

2 – les ruptures de pente et la surface drainée à l'amont indiquent la présence de sols hydromorphes

Formule : $IBK = \ln (a / \tan (b))$

a = surface drainée au point considéré

b = pente

L'indice topographique de Beven-Kirkby (IBK) permet de mettre en évidence des zones où la probabilité d'avoir une zone humide est importante. C'est une combinaison de la pente et de la surface drainée qui permet de déterminer là où l'eau a le plus de probabilité de rester plus ou moins temporairement

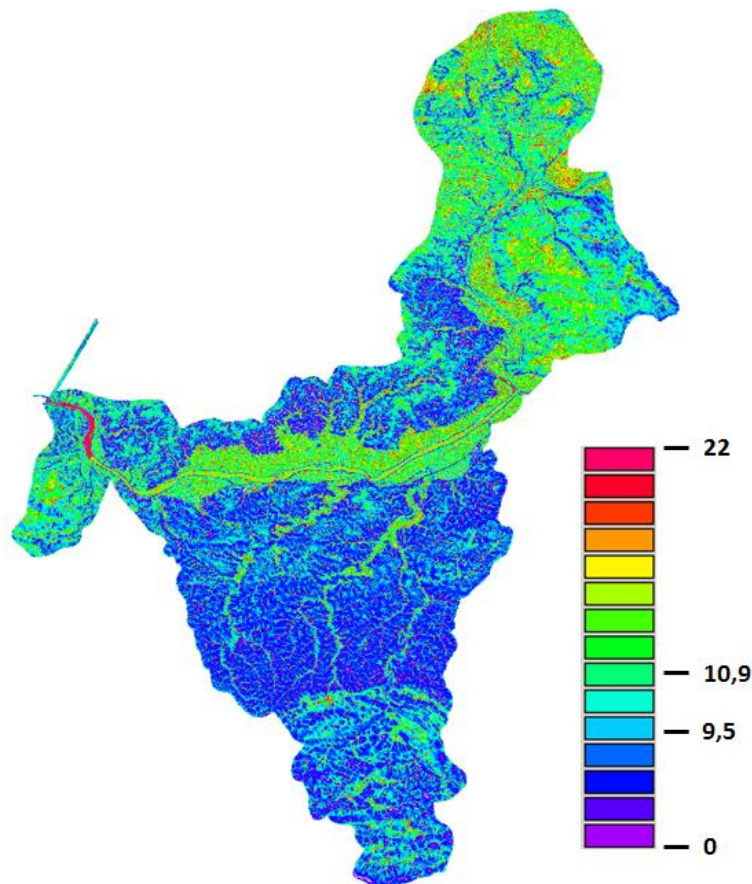


Fig11) Carte de l'Indice topographique de Beven-Kirkby (IBK)

II-1-3) Exploitation de l'IBK

Il s'agit de déterminer avec cet indice, là où l'eau a le plus de probabilité de rester plus ou moins temporairement et donc de présenter des zones humides. Des seuils de valeurs vont permettre de différencier le potentiel des zones à contenir des zones humides.

Toutefois, la méthode présente quelques limites :

- Il y a des problèmes d'identification de ZH perchées (d'origine géologique et non topographique).
- On observe une sous-estimation des zones humides dans les secteurs de vallées étroites.
- La proximité aux cours d'eau est un facteur déterminant.

Il est important de se rappeler que ce produit mathématique est directement lié à la qualité et la précision du MNT sur lequel il est calculé. Son utilisation ne peut être autre que l'indication d'une probabilité de présence, mais ne prend pas en compte le contexte de la zone. Ainsi, la probabilité peut être forte, mais dans les faits, dans une zone majoritairement agricole et drainée par exemple, on trouve peu de zones humides. Il est d'ailleurs possible de voir des surfaces imperméabilisées (en zone urbaine) se retrouver dans la classe initialement « forte » de l'IBK ce qui montre bien les limites de cette information car le produit mathématique ne prend pas en compte l'occupation du sol.

Pour déterminer les seuils d'intérêt de l'IBK, il est préférable de disposer d'informations concernant les zones humides sur l'ensemble du SAGE pour ainsi corréliser les zones de présence effectives de zones humides avec les valeurs de l'IBK. Les informations issues des inventaires existants ne sont pas assez exhaustives sur l'ensemble du territoire. Baser les seuils sur ces secteurs risque d'engendrer un biais. Les seuils pourraient être adaptés à ces secteurs, mais pas à d'autres non représentés. Il a donc été décidé de réaliser la photo-interprétation et d'ajouter les zones humides à indice de confiance maximal aux inventaires pour fixer les seuils de l'IBK.

À partir des statistiques réalisées, on peut établir un seuil de 10.9 représentant la forte probabilité de présence de zones humides ainsi qu'un seuil de 9.5 représentant la probabilité moyenne de présence de zones humides.

III-2) Création d'une enveloppe d'alerte autour du réseau hydrographique linéaire et surfacique

La méthode consiste, une fois les différents tronçons de réseau extraits et triés, à appliquer une zone tampon (buffers) autour du réseau hydrographique (cours d'eau) ainsi qu'autour des limites polygonales des plans d'eau. Cependant, une simple « bufferisation² » n'est pas satisfaisante, car elle ne tient pas compte du facteur topographique. Cet élément est important, car il conditionne la présence de zones humides ce qui n'est pas totalement le cas de la distance à un point d'eau.

² Bufferisation : Génération automatique d'une enveloppe vectorielle autour d'un objet (ligne ou surface) selon une distance donnée. On parle également de « zone tampon ».

La première étape consiste en une génération d'une zone tampon de 100 mètres, étant donné que notre expérience nous apporte le fait qu'une grande majorité des zones humides s'y concentre généralement. Au final, une analyse de la corrélation entre la pente et la présence des zones humides d'après les données existantes a permis de définir des tailles de zones tampon provisoires. Le calcul des distances à un réseau est un procédé itératif qui va déterminer en chaque point la distance au réseau hydrographique le plus proche.

En ce qui concerne les plans d'eau, le résultat est très variable, car cela dépend beaucoup de l'encaissant. Ainsi, les surfaces en eau de petite taille (mares, étangs) peuvent avoir une plus grande influence qu'un grand plan d'eau. Toutefois, si l'on se base sur le critère pédologique et donc les traces d'oxydoréduction, la campagne de terrain sur le SAGE Loir a démontré que dans de bonnes conditions, l'influence s'observe jusqu'à 100 m du plan d'eau. C'est pourquoi il a été décidé de prendre cette base. Il ne faut pas oublier que la zone tampon, tout comme l'IBK, donne une enveloppe de probabilité de présence.

Il est préférable d'adapter la taille de la zone tampon à la configuration du terrain autour du cours d'eau. Dans la mesure où l'étude s'intéresse à la suspicion de présence de zone humide et non à la définition d'une potentialité d'inondation le débit et la largeur du cours d'eau ne sont pas obligatoirement représentatifs. En effet, un ruisseau sur un plateau peut être entouré d'une très large prairie humide tandis qu'une rivière de fond de vallée peut ne pas avoir de zones humides dans sa proximité. C'est pourquoi un deuxième algorithme est ensuite appliqué pour tenir compte du paramètre de la pente.

Dans un premier temps, on calcule une zone tampon de 100 m pour les cours d'eau et de 0 à 100 m pour les plans d'eau en fonction de leurs tailles :

Sup. à 1000 m² => zone tampon de 100 m

Sup. à 400 m² => zone tampon de 50 m

Sup. à 100 m² => zone tampon de 25 m

Inf. à 100 m² => rien

Ensuite, on applique une contrainte par la pente. On considère que la zone tampon a une taille de zéro lorsqu'il est au contact avec une pente supérieure à 5° et qu'il peut s'étendre sur 100 mètres sur une pente nulle.

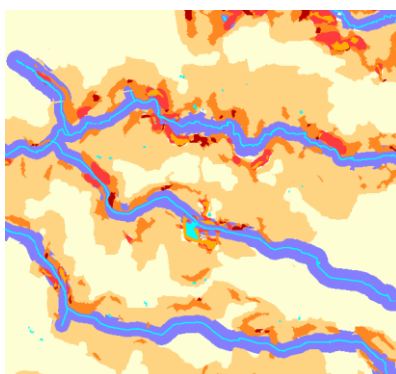


Fig12) Illustration du résultat du calcul de la zone tampon en fonction de la pente

Pente	Distance / cours d'eau	Distance / plans d'eau
= 0	100 m	100 m
> 0 à 1°	100 m	100 à 25 m
2 à 3°	50 m	50 à 25 m
4 à 5°	25 m	25 m
> 5°	Rien	Rien

Fig13) Tableau de méthodologie de calcul de la taille de la zone tampon en fonction de la pente

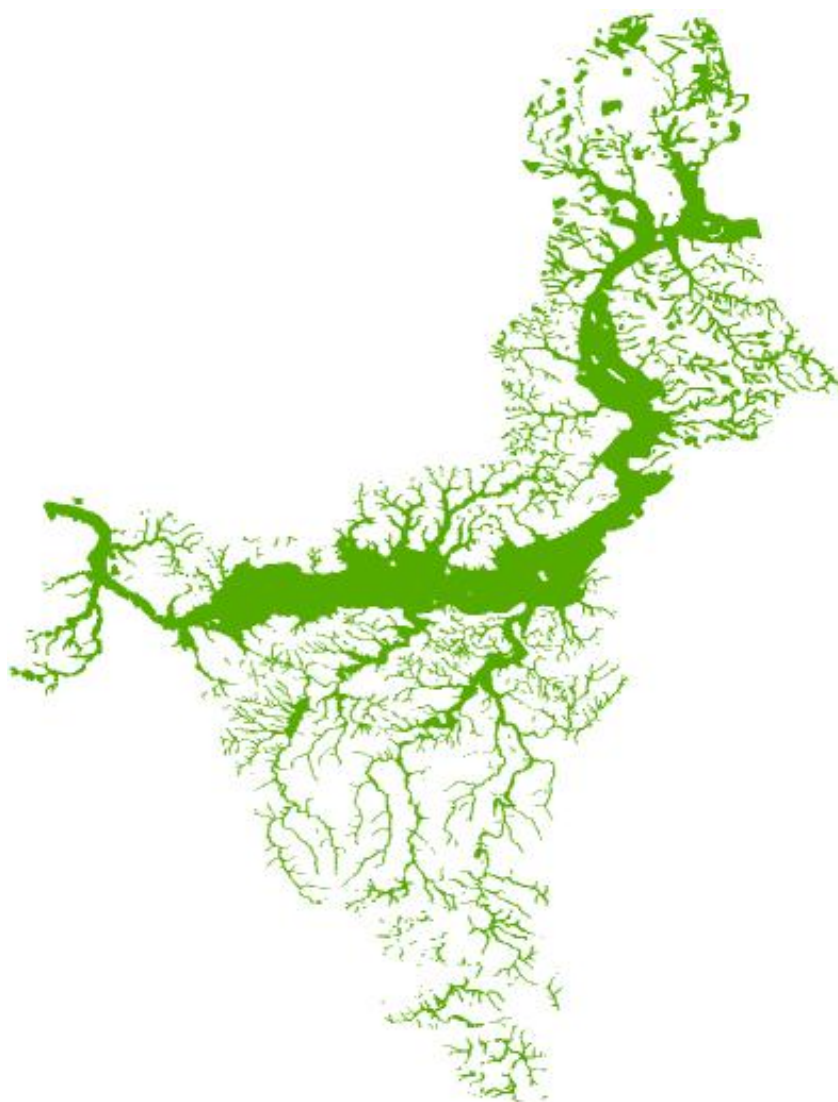


Fig14) Zone tampon en fonction de la pente sur la zone d'étude

VI) Cartographie des enveloppes de prélocalisation des zones humides par télédétection

VI-1) La BD-ORTHO utilisée

La télédétection est définie comme l'ensemble des techniques qui permettent l'étude de la surface terrestre à partir d'enregistrements provenant de capteurs embarqués à bord d'avions ou de satellites. Ces techniques autorisent la détermination à distance des propriétés des différents types de surfaces (cultures, végétation naturelle, sols, surfaces en eau...). Les capteurs présents sur les satellites ne se limitent pas au seul domaine du visible, mais s'étendent aussi à l'infrarouge et aux hyperfréquences (Guyot, 1993).

La télédétection est un outil indispensable pour donner un état des lieux des conditions environnementales. Elle permet de récolter de multiples données spatialisées sur de grandes superficies. Un système de télédétection ne génère pas une information directement utile; c'est avant tout un outil qui produit des données. Tout l'art de la télédétection consiste à transformer des mesures physiques obtenues sur des surfaces en informations utiles. Les données doivent être analysées conjointement avec d'autres types de données (de terrain, statistique, etc.) dans le but d'en extraire une information compréhensible pouvant être intégrée, la plupart du temps dans un Système d'Information Géographique.

Pour la réalisation du projet, une mosaïque de BD ORTHO acquises entre juin et août 2015 a été utilisée. Sa résolution spatiale est de 50cm.

La BD ORTHO de l'IGN est de qualité variable en fonction des départements, ceci est surtout lié à la date d'acquisition des photos. De plus, avec les capteurs numériques récents, la qualité est meilleure tant au niveau précision que radiométrique. De ce fait, la qualité fait qu'il est parfois difficile d'affirmer qu'il s'agit de surfaces en herbes ou en eau.

Aucune image satellite n'a pu être exploitée pour la réalisation de cette étude. En effet, les seules images gratuites imageant dans le visible et l'infrarouge ont une résolution spatiale de 10m. Aux échelles d'interprétation (1/3000), une résolution spatiale minimale de 3 mètres est nécessaire.

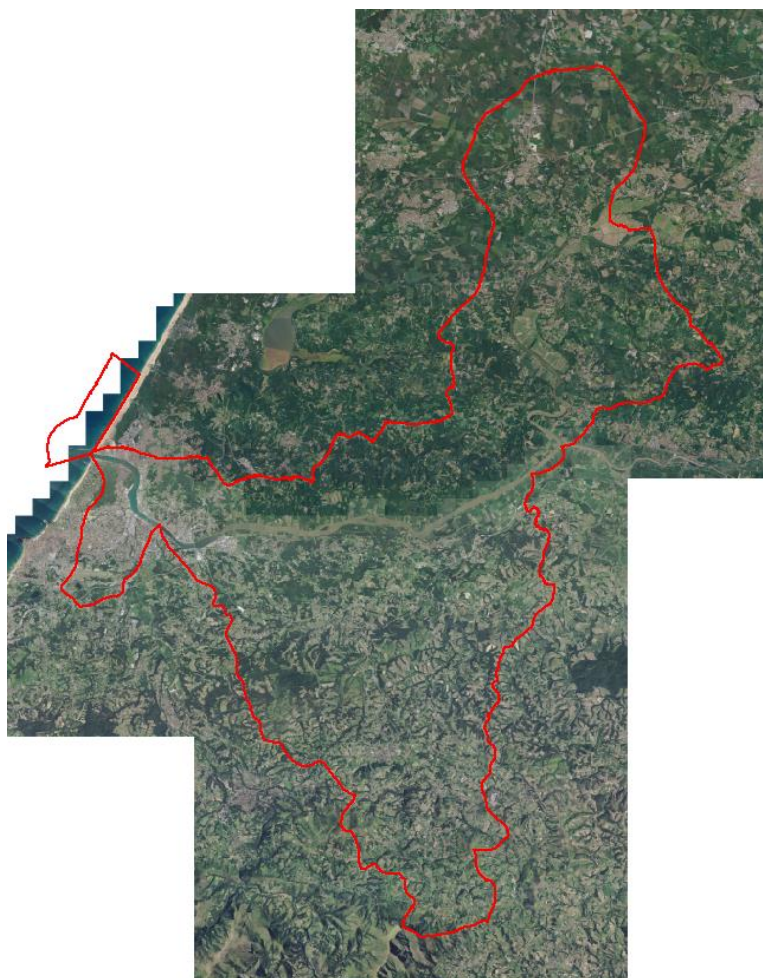


Fig15) Illustration de l'ensemble des BD ORTHO utilisées



Fig16) Illustration de la différence de qualités de 2 BD ORTHO

VI-2) La photo-interprétation réalisée sur tout le territoire du SAGE

VI-2-1) Échelle de travail

Nous avons travaillé à échelle constante afin de conserver une homogénéité de densité de polygones en utilisant les fonctions de zoom pour faciliter la détermination ou la délimitation plus précise d'un thème.

La photo-interprétation s'est effectuée en multi-fenêtrage sur poste tri-écran ce qui permet de consulter simultanément des documents cartographiques d'origine ou d'échelle différentes si besoin est. L'échelle a été fixée au 1/3000 pour le tracé des zones humides probables.

VI-2-2) Méthodologie de détermination des enveloppes de probabilité de présence des zones humides

La cartographie s'est effectuée de façon uniquement manuelle. Les images de références pour cette photo-interprétation sont les images issues de la base de données Ortho-Photo (BD-Ortho). La finalité de l'interprétation est de produire une couche vectorielle complémentaire des données exogènes indiquant la présence d'humidité en surface. L'interprétation permet de caractériser des zones humides dans les parties agricoles sur lesquelles on a généralement peu d'information. En effet, les traces d'humidité ayant une réponse spectrale faible sont détectables dans les zones de sols nus. Néanmoins, à certains endroits, la réponse spectrale dans les parcelles cultivées peut être légèrement différente et visible dans les zones de drainage ou dépressionnaires.

L'identification des zones humides s'est faite selon divers critères visibles sur les images issues de la BD-Ortho en couleurs naturelles. Ces critères nous ont permis de repérer les zones à sensibilité humide, et d'attribuer un indice de confiance allant de 1 à 4. L'indice de confiance 1 correspondant à la confiance la plus élevée, et l'indice 4 à la confiance la plus faible. Il est cependant à noter que l'ensemble des critères utilisés en photo-interprétation ne permet pas de garantir à 100% que l'enveloppe cartographiée correspond à une zone effectivement humide sans vérification systématique par une reconnaissance terrain. En effet, la définition des zones humides par la pédologie et la flore n'est pas compatible avec les possibilités de la photo-interprétation, d'où la notion d'enveloppe de probabilité de présence des zones humides. Le travail de cartographie de ces enveloppes est donc également basé sur l'expérience des photo-interprètes.

Les principaux critères d'identification des zones humides par imagerie aérienne peuvent se différencier en 5 types de reconnaissance :

- Le premier critère correspond à la teinte (ou couleur) repérable sur les images, et plus particulièrement, les variations rapides de ces teintes localement. Les zones humides seront visibles grâce à des taches sombres liées à des dépressions, des écoulements ou des paléo-écoulements.

- Le deuxième concerne la forme et la répartition spatiale des éléments à proximité des cibles identifiées. La présence de cours d'eau, de plans d'eau ou de ripisylve ainsi que leur forme (méandre marqué) pourront indiquer la présence de zones humides probables aux alentours de ces objets. Le photo-interprète s'attardera sur ces zones dites sensibles, susceptibles de contenir des zones humides.
- Le troisième critère concerne la topographie. A l'aide du Modèle Numérique de Terrain et du fond topographique issu des San25, l'information sur les éléments topographiques sera prise en compte de façon primordiale. Les dépressions topographiques feront l'objet d'une attention particulière dans l'identification des zones humides. De même, les replats à proximité de cours d'eau seront analysés avec soin.
- Le quatrième critère prendra en compte la présence probable ou l'absence d'eau en relation avec le type de sol. En effet, en fonction de la pédologie, la présence d'un cours d'eau ou d'un plan d'eau aura une influence spécifique sur le sol et donc sur son environnement proche. Il sera donc primordial de connaître, lorsque possible, la pédologie locale, information qui sera croisée avec les cours d'eau et plans d'eau visibles sur les ortho-photos et présents sur la BD-Topo ainsi que sur la BD-Carthage.
- Le dernier critère concerne l'analyse des cours d'eau et des plans d'eau, qu'ils soient naturels ou non. La cartographie hydrographique revêt une importance majeure dans l'identification des zones humides probables. Il est évident que nombre d'entre elles sont connectées, de près ou de loin, à la présence d'eau libre sur le territoire du SAGE. Une analyse fine de la morphologie, de la localisation, de l'anthropisation ainsi que de l'interaction de l'ensemble de ces éléments, permet une identification pointue des enveloppes des zones humides probables.

La multitude de facteurs environnementaux pouvant conduire à l'existence d'une zone humide doit être prise en compte au moment de la photo-interprétation : les modifications paysagères en zones agricoles (labour, récolte, défrichage...) ou les conditions météorologiques récentes qui modifient les conditions micro-climatiques et changent le signal. La corrélation avec le réseau hydrographique doit être vérifiée lors de l'interprétation. Il semble que certaines zones humides aient un fonctionnement indépendant du réseau global et correspondent à des micro-dépressions.

Cette interprétation a pour but de délimiter des zones dont le caractère humide semble potentiel. Le caractère avéré ne peut être caractérisé que s'il y a un parallèle avec des données. Il faut bien avoir en tête que les images aériennes peuvent permettre de détecter de l'eau ou de l'humidité en surface sous certaines conditions, mais que cela ne veut pas dire que la zone en dessous présentent les caractéristiques des zones humides selon les critères pédologiques et floristiques mentionnés dans l'arrêté. De même, le fait qu'aucune information de surface n'apparaisse sur l'image ne signifie pas forcément que le sol ne présente pas d'humidité.

III-2-3) Limites de la photo-interprétation

Les photographies aériennes permettent d'apporter des éléments sur des zones potentiellement humides en fonction de la présence de traces d'humidité en surface détectées par télédétection. Néanmoins, ces zones potentiellement humides par photo-interprétation ne répondent pas forcément aux caractéristiques de zones humides selon les critères pédologiques et floristiques mentionnés dans l'arrêté sur la définition des zones humides. Le caractère humide ou non, ne peut être déterminé avec certitude sans effectuer une vérification terrain par sondage pédologique ou inventaire floristique.

Toutes ces traces observables au sol à partir des ortho-photos ne correspondent pas forcément à la présence d'humidité en surface. Par exemple, la formation de croûte de battance peut générer une stagnation de l'eau en surface, alors que la principale cause est la texture du sol. De même, un travail superficiel du sol ou un labour peut générer des semelles de labour ou des couches imperméables à faible profondeur, entraînant une retenue d'eau superficielle. A contrario, le fait qu'aucune information de surface n'apparaisse sur l'image aérienne ne signifie pas forcément que le sol ne présente pas d'humidité. L'analyse a montré que des confusions étaient possibles, sans qu'elles aient pu être quantifiées. Cependant, ces erreurs ou confusions peuvent être minimisées en faisant une corrélation avec des données exogènes (en particulier avec le réseau hydrographique, l'IBK ou d'autres données comme les cartes de Cassini). Néanmoins, en fonction de la précision de ces données, certaines confusions ne pourront être levées.

D'autre part, la télédétection est limitée aux zones présentant des sols nus ou faiblement végétalisés. À l'intérieur de ces zones agricoles, la détection est dépendante de l'assolement. Il existe rarement une période où toutes les parcelles de culture présentent un sol nu. Il est donc nécessaire de travailler avec des images de plusieurs dates d'acquisition afin d'essayer d'obtenir au final un continuum et de limiter les erreurs d'interprétation.

Il est aussi à noter qu'il existe quelques limites à l'analyse par photo-interprétation lors de la détection de zones humides sous couvert forestier. L'opérateur n'ayant pas accès à l'information radiométrique du sol, il ne pourra pas l'expertiser avec les images, et sera dans l'impossibilité d'en déduire une présence potentielle de zone humide. Toutefois, une exception existe lors d'une identification de zones humide sous couvert végétal. Il est possible, dans certain cas, tel que pour la présence de ripisylves ou de peupleraies, de réaliser un repérage des zones humide grâce à la morphologie et la radiométrie particulière de la canopée. Pour exemple, les arbres à feuillages « blancs », les plantations de feuillus identifiées par du boisement organisé aménagé, le linéaire arboré en bordure de plans d'eau ainsi que les arbres formant une zone tampon le long des cours d'eau ont été pris en compte, car ce sont des indicateurs d'essences hydrophiles, mais ce n'est pas systématique.

Concernant les peupleraies, y sont regroupées les jeunes peupleraies et les peupleraies matures. Elles se différencient par leur canopée souvent reconnaissable ainsi que leurs grandes ombres portées au sol. Il est possible que certaines parcelles ne soient pas composées de peupliers, mais le plus souvent, il s'agit d'autres essences dont l'utilisation semble être liée à l'assèchement de la zone.

Les ripisylves correspondent aux linéaires arborés que l'on trouve de part et d'autre des cours d'eau. Cependant, en l'absence de terrain, il est parfois difficile d'affirmer que ce soient bien des ripisylves. En effet, la couronne masquant le sol, il est possible qu'aucun cours d'eau ne soit présent en dessous. Les tronçons du réseau hydrographique ont donc été codés en fonction de la présence ou non de linéaire arboré présent de part et d'autre. Ce code est fonction du nombre de

rangées estimées d'arbres. En fonction de ce code, une zone tampon a été générée pour correspondre au mieux aux zones de ripisylves.

Il est nécessaire de préciser que les polygones réalisés à partir de la photo-interprétation ne correspondent pas à une délimitation précise de zones humides. Les limites sont donc floues et représentent une globalisation des réponses spectrales liées à la présence d'humidité de surface et entachées de critères de délimitation subjectifs propres au photo-interprète.

Pour pallier à ces divers problèmes, un indice de confiance a été ajouté lors de la photo-interprétation. Un indice de confiance est attribué pour chaque polygone interprété. Les codes de confiance ont pour vocation de préciser (selon l'avis du photo-interprète en fonction de ce qu'il voit et des données exogènes à disposition) le degré de doute qu'il avait au moment de délimiter la zone. Il est rappelé que même les zones délimitées par PIAO restent du domaine de la probabilité et qu'il ne s'agit en aucun cas d'affirmer ou non qu'il s'agit d'une zone humide réelle.

- **Indice de confiance 1** = Zone humide très probable.

Cet indice est associé à toute zone dont l'interprétation est fiable (croisements de données entre la BD ORTHO et les différentes données à disposition). Ces zones sont souvent en contact avec le réseau hydrographique et présentent au moins deux de ces caractéristiques:

- *une végétation différente*
- *des traces d'écoulements connectées au réseau*
- *des traces radiométriques sombres (stagnation +/- temporaire d'eau)*
- *un réseau de drainage*
- *zone provenant d'un inventaire issu des ZHE*

Concernant le degré de confiance des données issues de la base de données des ZHE, il a été affecté majoritairement 1. Parfois, le photo-interprète peut être amené à le descendre s'il a un doute par rapport au contexte topographique par exemple, ou de part toute autre information visible sur l'image.

- **Indice de confiance 2** = Zone humide probable.

Cet indice est attribué aux zones dont l'emprise, la localisation ou la terminologie ne sont pas certaines – interprétation moins fiable.

- *Zones en queue de réseau présentant une végétation différente, mais aussi des traces d'écoulements connectées au réseau*
- *Zones en bordure de réseau présentant une végétation différente et une radiométrie plus sombre, mais pas réelle*

Zones en bordure d'un réseau important présentant une végétation différente et des paléo traces de réseau

- *Zones en bordure de réseau présentant des traces d'écoulements connectés au réseau et une radiométrie légèrement plus sombre*
- *zones provenant d'un inventaire issu des ZHE*

Il peut également s'agir d'une zone d'inventaire dont le photo-interprète n'a retrouvé de trace censée être très fiable sur les photos aériennes.

- o **Indice de confiance 3** = Doute de présence de zone humide.

Cet indice est associé aux zones douteuses qui devraient être humides au regard de la situation topographique et géographique, mais peu visible à la photo-interprétation.

- *Zones isolées ou en queue de réseau présentant une végétation différente, mais peu significative*
- *Zones en bordure d'un réseau important présentant une végétation légèrement différente, mais pas de traces radiométriques*
- *Zones en queue de réseau présentant une végétation différente, mais aussi une accumulation possible liée à la structure (route, talus, haies)*
- *Zones isolées présentant une végétation peu significative, mais aussi des traces radiométriques légères*
- *zone provenant d'un inventaire issu des ZHE, dont la localisation semble peu fiable au regard de l'échelle de photo-interprétation*

D'une manière générale, peu de zones identifiées dans les parties agricoles ont un indice inférieur à 3 car la photo-interprétation est peu fiable sur les surfaces cultivées. Mais le photo-interprète peut être amené à avoir une information complémentaire comme l'indication de dépressions sur le scan25 et le MNT.

- o **Indice de confiance 4** = Zones à traces pédologiques probables.

Cet indice est appliqué aux zones qui devraient être humides au regard de la situation historique (étangs de Cassini ou indiqués sur le Scan25 qui ne sont plus présents actuellement), ainsi que les zones à traces pédologiques probables, telles que des traces de paléo-écoulement dans les champs et prairies. Certaines zones issues des inventaires des ZHE peuvent se voir obtenir un indice de confiance 4, ceci étant dû à l'échelle de travail (1/3000) qui est beaucoup plus fine que l'échelle de réalisation de certaines ZHE.

CONFIANCE	Labels
0	Pas d'indice
1	Zone humide très probable
2	Zone humide probable
3	Doute de présence de zone humide
4	Zones à traces pédologiques probables

Fig16) Labels correspondant aux indices de confiance

NOTE : L'indice de confiance est relatif à la photo-interprétation. Néanmoins, lorsque nous avons reporté les Zones Humides Effectives (ZHE) et les Zones Humides Suivies (ZHS), nous avons également attribué un indice de confiance à ces zones, qui ne remet pas en cause leur validité, mais indique que sur les critères utilisés en PIAO, la zone est plus ou moins visible ou identifiable.

VI-2-4) Résultats de la photo-interprétation

L'ensemble des polygones interprétés en tant que zones humides probables avoisine les 1675 objets. Ils se divisent en 4 classes selon leur indice de confiance. Au sein de ces classes, nous observons certaines différences de représentativité statistiques.

Leurs représentativités en % de surface ainsi qu'en % d'occurrences sont indiquées dans le tableau suivant.

	Indice de confiance :	Surfaces (ha)	% de surface / total ZHP
Zone humide à très forte probabilité	1	198.5	9.39
Zone humide à forte probabilité	2	534.2	25.27
Zone humide à probabilité moyenne	3	889.7	42.09
Zone humide à faible probabilité	4	491.3	23.24

Fig17) Tableau de représentativité des surfaces de zones humides probables par indice de confiance.

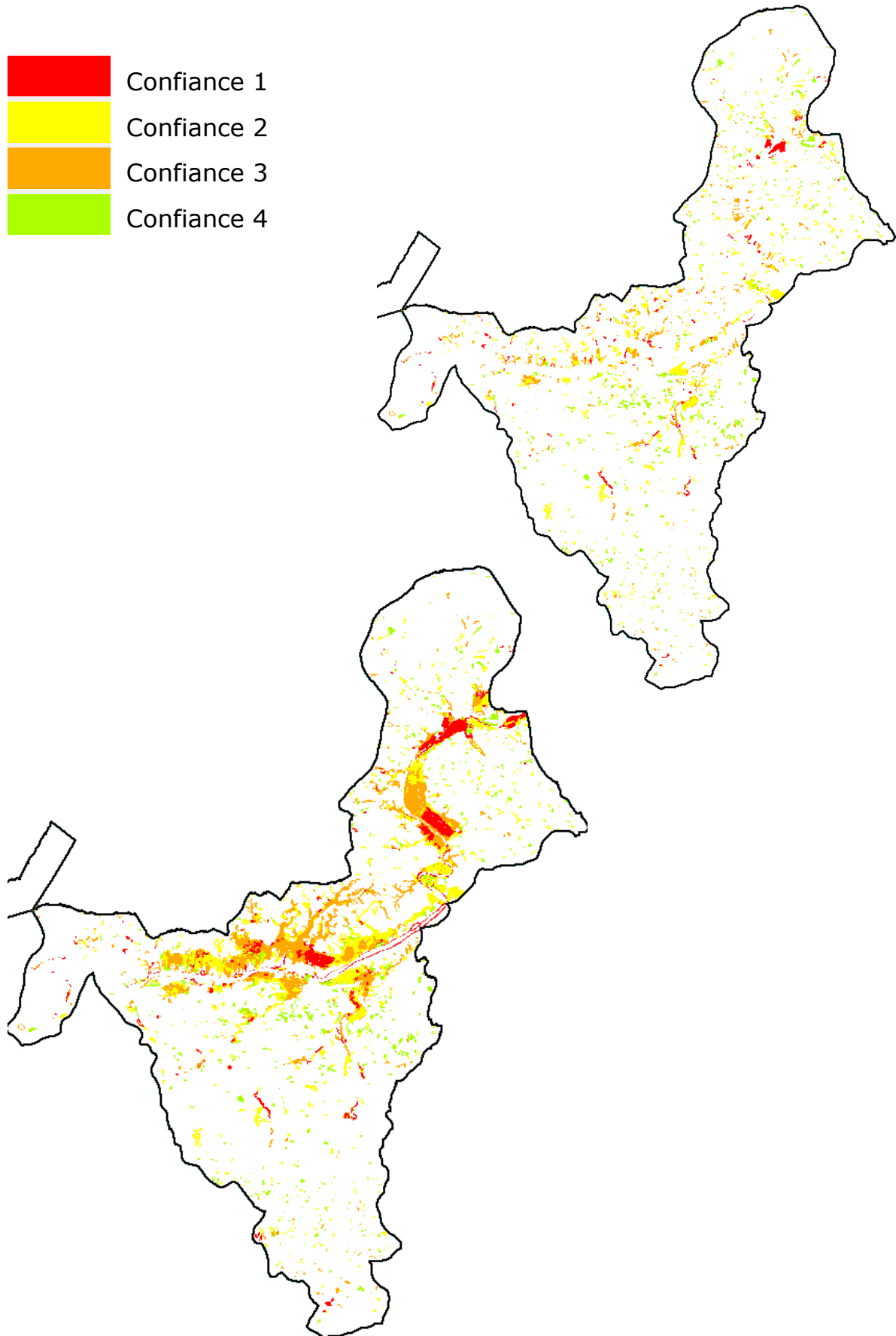


Fig17) Représentation de l'indice de confiance pour le PIAO (image du haut) et la PIAO et les ZHP & ZHS (image du bas)

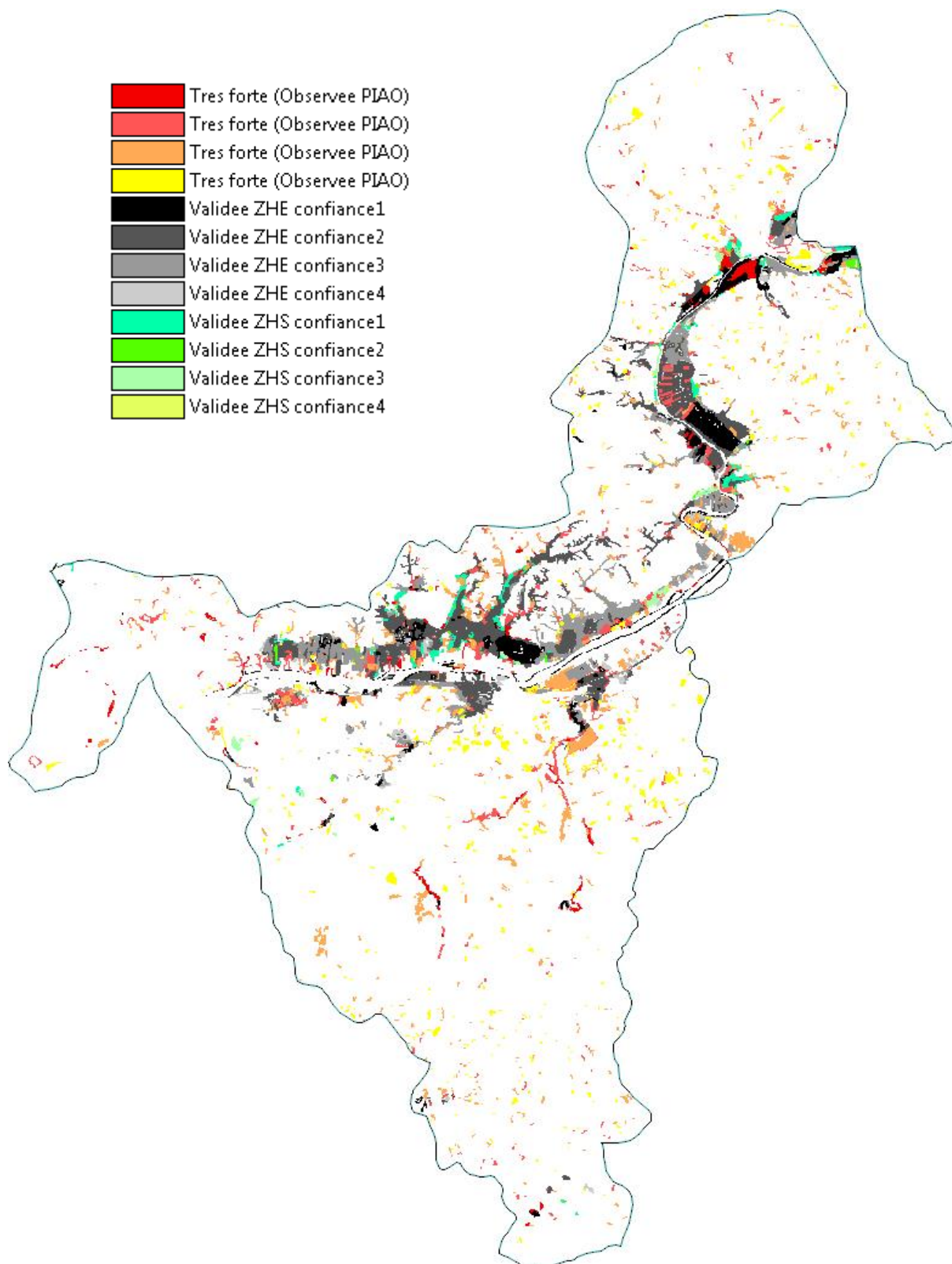


Fig18) Répartition des zones humides avec les ripisylves et plans d'eau.

V) Assemblage des couches d'informations

Le croisement de toutes les données est une opération délicate étant donné les origines très hétérogènes des couches d'information, surtout dans un processus de fusion où les précisions des données sont différentes.

D'un point de vue technique et topologique, l'ordre de fusion des couches ne suit pas forcément l'ordre de priorité thématique des enveloppes (qu'elles soient issues de la PIAO ou des calculs théoriques). On part des couches les plus complexes et l'on intègre après les couches les moins complexes en tenant compte de leur priorité par rapport au type d'enveloppe et l'on réaffecte les codes appropriés pour les polygones d'intersection en fonction de leur priorité.

V-1) Méthodologie générale

Nous sommes partis, en priorité, de la classe contenant tous les éléments en eau que l'on ne considère pas comme humide : les plans d'eau et les cours d'eau dont l'emprise n'est pas discutable, car, réellement observés sur la BD ORTHO. En second, la zone tampon autour des plans d'eau et des cours d'eau fusionnés avec l'IBK et les plans d'eau historiques provenant de la cartographie des cartes de Cassini. Puis le regroupement des « inventaires » collectés et des zones photo-interprétées viennent terminer l'assemblage de la couche.

Explication des priorités des couches les unes par rapport aux autres dans l'assemblage :

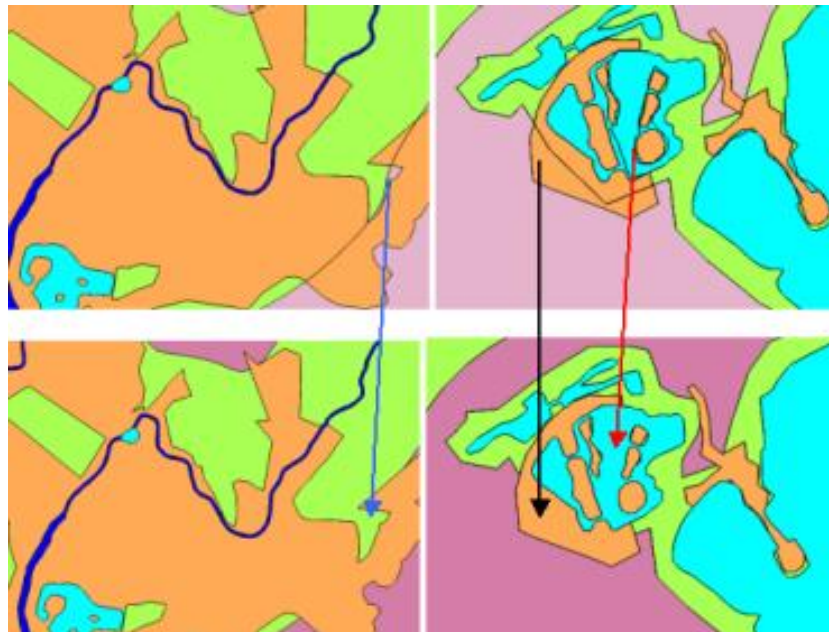


Fig19) Illustration du type de traitements à réaliser sur les couches plans d'eau + « zone tampon » et inventaires fusionnés

- **Cas 1 (flèche noire)** : les limites du « zone tampon-eau » contenues dans les polygones d'inventaire doivent disparaître, car ces derniers sont prioritaires.
- **Cas 2 (flèche bleue)** : En raison des limites imprécises de certaines couches, il n'est pas rare que de petits « vides » se forment, ils sont alors réaffectés au polygone le moins prioritaire dans la limite de 1500 m² soit environ 2.5 mm² sur une carte au 1/25 000.
- **Cas 3 (flèche rouge)** : les limites de la couche « inventaire » contenues dans les polygones "cours d'eau" et "plans d'eau" doivent disparaître. Le plus souvent, ces limites apparaissent à cause de la différence d'échelle des données. Ici, le tracé des « inventaires » étant moins précis que la délimitation des plans d'eau, fait que la zone délimitait une seule île dans le plan d'eau alors qu'en réalité, il y en a trois. Le polygone d'inventaire est donc redécoupé en utilisant les limites des plans d'eau. On voit bien ce travail sur l'exemple ci-dessous.

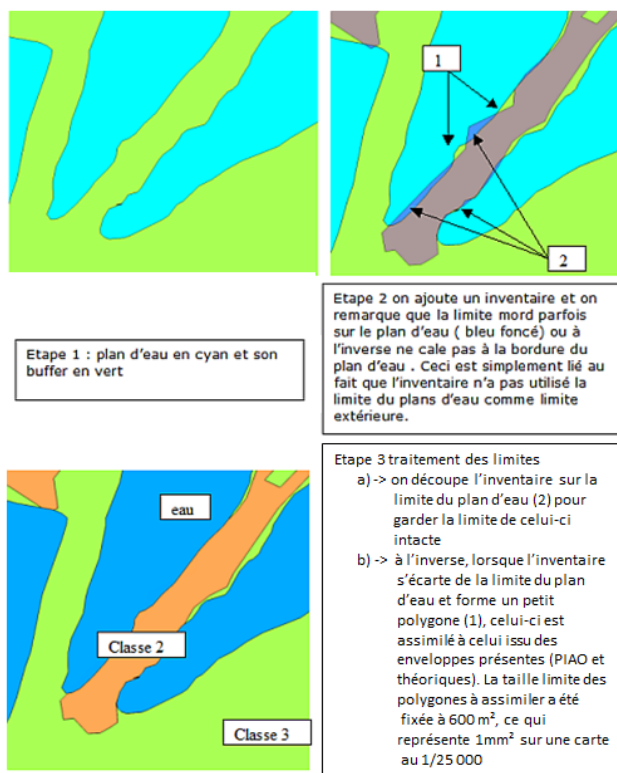


Fig20) Illustration du type de traitements à réaliser pour éliminer les micro-polygones

Un contrôle visuel est nécessaire aussi à la fin de cette étape pour traiter les cas particuliers. On se rend compte, à travers ces procédures, qu'il ne s'agit pas seulement d'effectuer une simple opération de fusion de polygones d'une couche à une autre. Mais, étant donné l'hétérogénéité très forte des données, les différences de précisions de délimitation des polygones et le fait que les études aient été réalisées de façon indépendante les unes par rapport aux autres, cela engendre un résultat très complexe (multitudes de petits polygones qu'il faut soit éliminer, soit attribuer) qui nécessite d'être simplifié pour le rendre cohérent et exploitable.

V-2) Assemblage des couches "eau" et "zone tampon eau" avec l'IBK

La couche "plan d'eau" intègre tous les plans d'eau nécessaires à l'étude. Ils proviennent de la synthèse des tronçons issus de la BD-Topo et de la BD Carthage, corrigée sur la BD-Ortho par photo-interprétation. Cette couche vectorielle contient ces trois informations suivantes :

- A – les cours d'eau larges (en polygones)
- B – les plans d'eau
- C – les plans d'eau de gravières et carrières

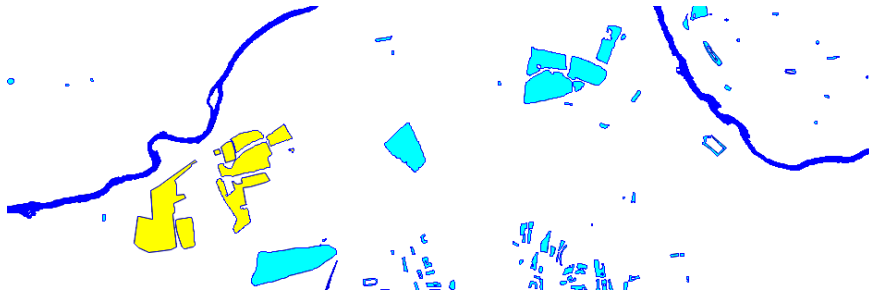


Fig21) Illustration de la couche "plan d'eau" intégrant les trois types d'objets

Les deux dernières informations seront préservées dans la couche finale alors que la première sera fusionnée avec les cours d'eau sous forme polygonale.

La zone tampon des plans d'eau et cours d'eau est une couche vectorielle binaire sous forme polygonale. Elle correspond à une zone tampon qui est contrainte par la pente pour chacun des éléments plans d'eau et cours d'eau.

La couche IBK avec 3 niveaux de probabilité de présence (0, 1, 2) a préalablement été corrigée afin d'éliminer les effets produits par les courbes de niveau ainsi que les micros polygones produits par la transformation d'image en vecteur.

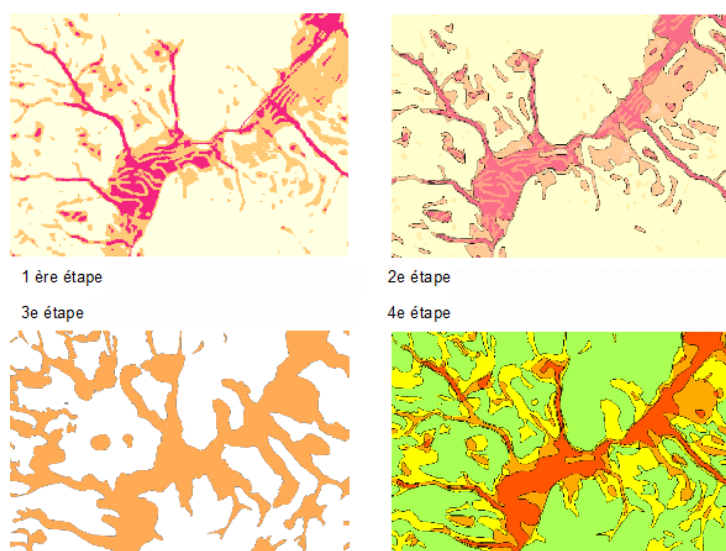


Fig22) Exemple des étapes des traitements sur une couche IBK

- 1 ère étape : seuillage de l'IBK et différenciation des classes fortes et moyennes
- 2e étape : nettoyage des artefacts
- 3e étape : intégration de la zone tampon réseau hydrographique
- 4e étape : création des enveloppes de probabilités

La fusion de la zone tampon "cours d'eau" et de l'IBK permet de générer une couche de probabilité de présence. La combinaison de ces deux couches génère une grande quantité de petits polygones nuisibles à la lecture du document et à la suite des traitements.

La fusion des couches a été faite en respectant ces règles:

IBK (3 niveaux)	ZONE TAMPON EAU (binaire)	INDICE FINAL
0	non	0 (probabilité quasi nulle)
0	oui	1 probabilité faible
1	non	1 probabilité faible
1	oui	2 probabilité moyenne
2	non	2 probabilité moyenne
2	oui	3 probabilité forte

Fig23) Table des indices retenus pour la fusion des deux informations

On obtient donc un zonage théorique à 4 niveaux de probabilité de présence. S'agissant de probabilité sur un calcul mathématique, il est évident qu'aucun indice de fiabilité ne peut être associé à cette couche.

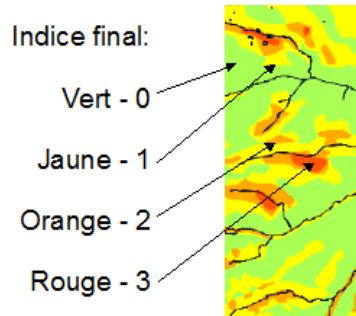


Fig24) Illustration du résultat de fusion de la couche IBK avec la zone tampon plan d'eau

Dans cette fusion, l'eau est prioritaire par rapport à l'information théorique, elle ne peut donc être modifiée afin de ne pas en altérer les limites.

La fusion des enveloppes théoriques et de la couche eau, génère également une grande quantité de petits polygones nuisibles à la lecture du document et à la suite des traitements. Ils sont donc éliminés dans la mesure du possible suivant des règles de surface et de priorisation de l'information.

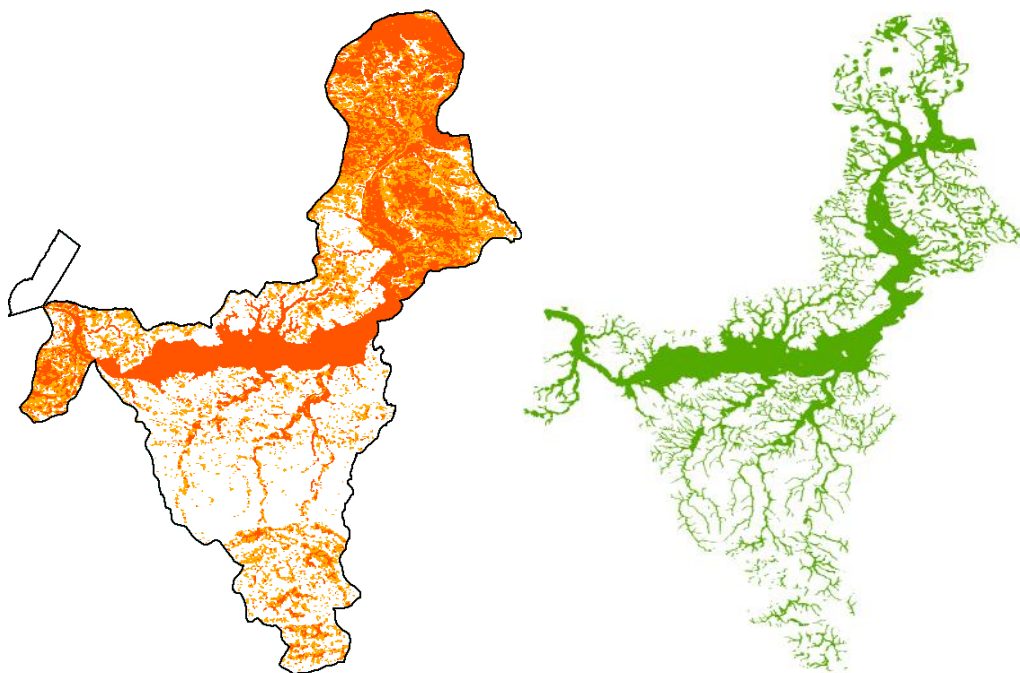


Fig25) Illustration des couches à fusionner (IBK à gauche ; buffer à droite)

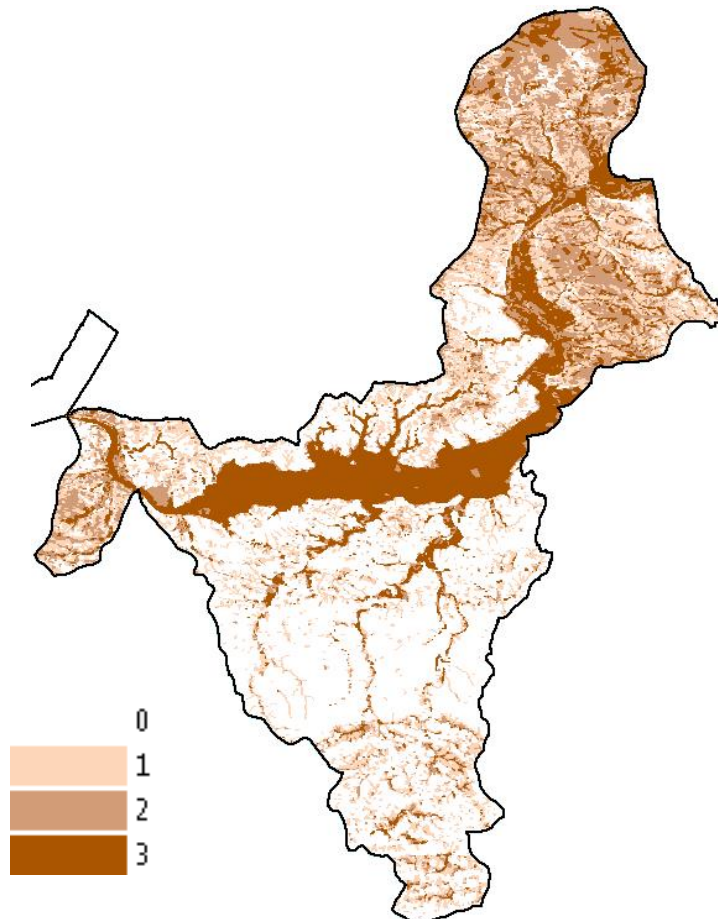


Fig26) Illustration du résultat de la fusion avec l'indice de probabilité de présence de ZH de 0 à 3

Ensuite, les éléments issus de la cartographie digitale des cartes de Cassini ont été de même intégrés. Cependant, les informations issues des cartes de Cassini seront moins prioritaires par rapport aux autres données en entrée. Le résultat final est donc une couche unique en mode polygonale, avec respect des règles de topologie puisqu'aucun trou ni recouvrement n'est présent.

CODE TYPO	PROBABILITE	LB_TYPOLOGIE	DIAGNOSTIC
103	Forte - Calcul théorique	Enveloppes théorique de niveau 3	Combinaison IBK + zone tampon + Cassini
102	Moyenne - Calcul théorique	Enveloppes théorique de niveau 2	Combinaison IBK + zone tampon + Cassini
101	Faible - Calcul théorique	Enveloppes théorique de niveau 1	Combinaison IBK + zone tampon + Cassini
20	Forte - Observation et calcul	Ripisylves	PIAO
10	Très forte - Observation	Plan d'eau	PIAO
0	0	Enveloppe de probabilité (Nulle)	Combinaison IBK & zone tampon + Cassini

Fig27) Table de correspondance entre les codes et les différents champs indiqués de la table attributaire

V-3) Assemblage des couches d'interprétation et des produits calculés

V-3-1) Regroupement des zones interprétées avec les enveloppes théoriques

Comme cela a été fait pour l'ensemble des fusions réalisées précédemment, la fusion a priorisé certaines classes par rapport à d'autres. Ainsi, l'eau est restée prioritaire, puis en second la PIAO (photo-interprétation) et enfin le zonage théorique calculé (IBK + zone tampon + Cassini). Les tables attributaires ont gardé l'héritage de chaque couche.

CODE	PROBABILITE	LB_TYPOLOGIE	DIAGNOSTIC
103	Forte - Calcul théorique	Enveloppes théorique de niveau 3	Combinaison IBK + zone tampon + Cassini
102	Moyenne - Calcul théorique	Enveloppes théorique de niveau 2	Combinaison IBK + zone tampon + Cassini
101	Faible - Calcul théorique	Enveloppes théorique de niveau 1	Combinaison IBK + zone tampon + Cassini
20	Forte - Observation et calcul	Ripisylves	PIAO
10	Très forte - Observation	Plan d'eau	PIAO
4	Très forte - Observation	Enveloppe de probabilité (supposée)	PIAO
3	Très forte - Observation	Enveloppe de probabilité (Faible)	PIAO
2	Très forte - Observation	Enveloppe de probabilité (Moyen)	PIAO
1	Très forte - Observation	Enveloppe de probabilité (Fort)	PIAO
0	0	Enveloppe de probabilité (Nulle)	Combinaison IBK & zone tampon + Cassini

Fig28) Table résumant la nomenclature finale et les valeurs qu'il est possible de rencontrer dans les différents champs de la table attributaire

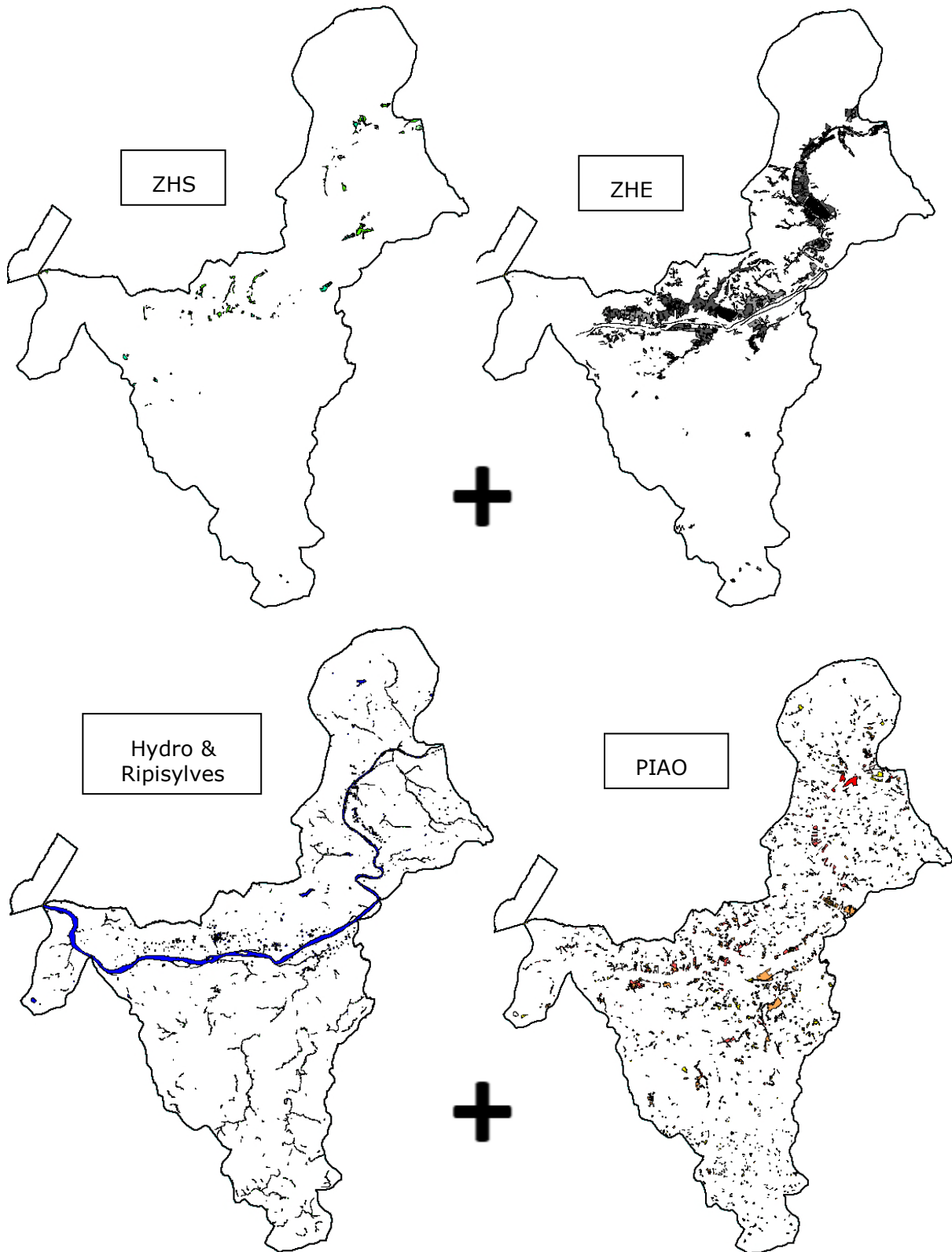


Fig29) Figure schématisant la concaténation des ZHS, ZHE, surfaces en eau, ripisylves et de la PIAO pour obtenir la cartographie finale

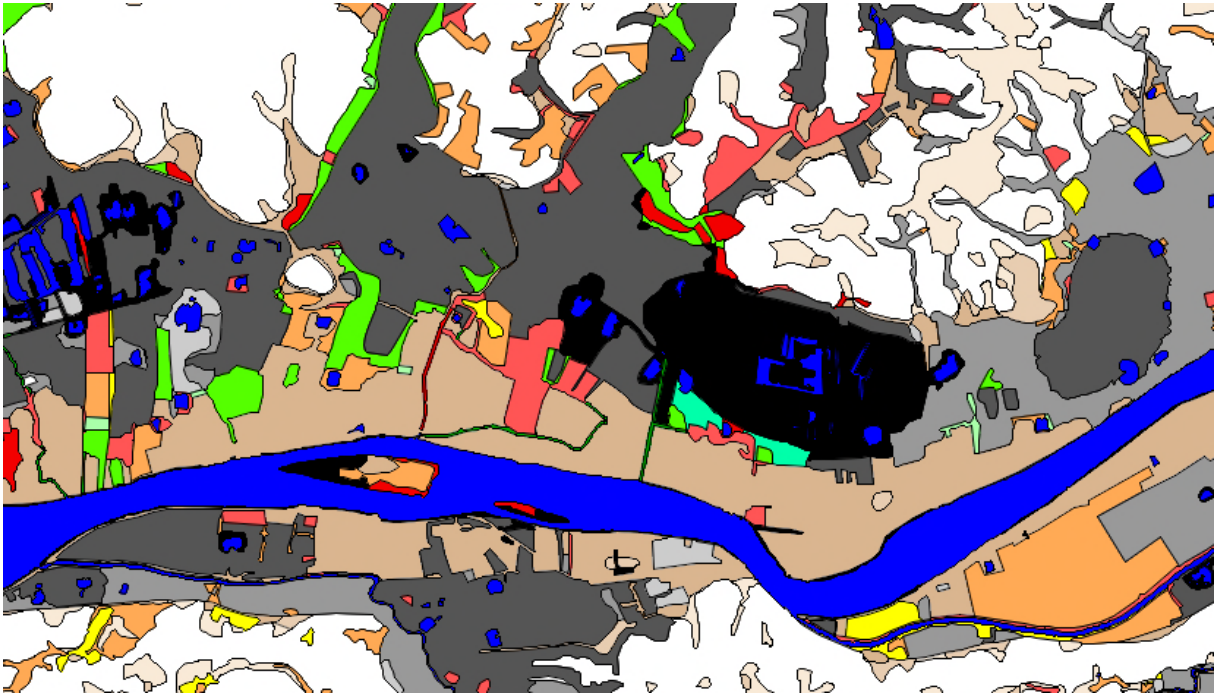


Fig30) Illustration du détail de la couche globale en restitution au 1/25 000



Fig31) Illustration du détail de la couche globale en restitution au 1/5 000 en transparence sur BD Ortho

De très nombreux petits polygones ont été générés par cette ultime fusion, ces polygones ont été traités par une succession de 7 requêtes essayant de traiter les

cas particuliers en respectant des surfaces minimales et des priorités différentes entre toutes les classes en fonctions des polygones voisins.

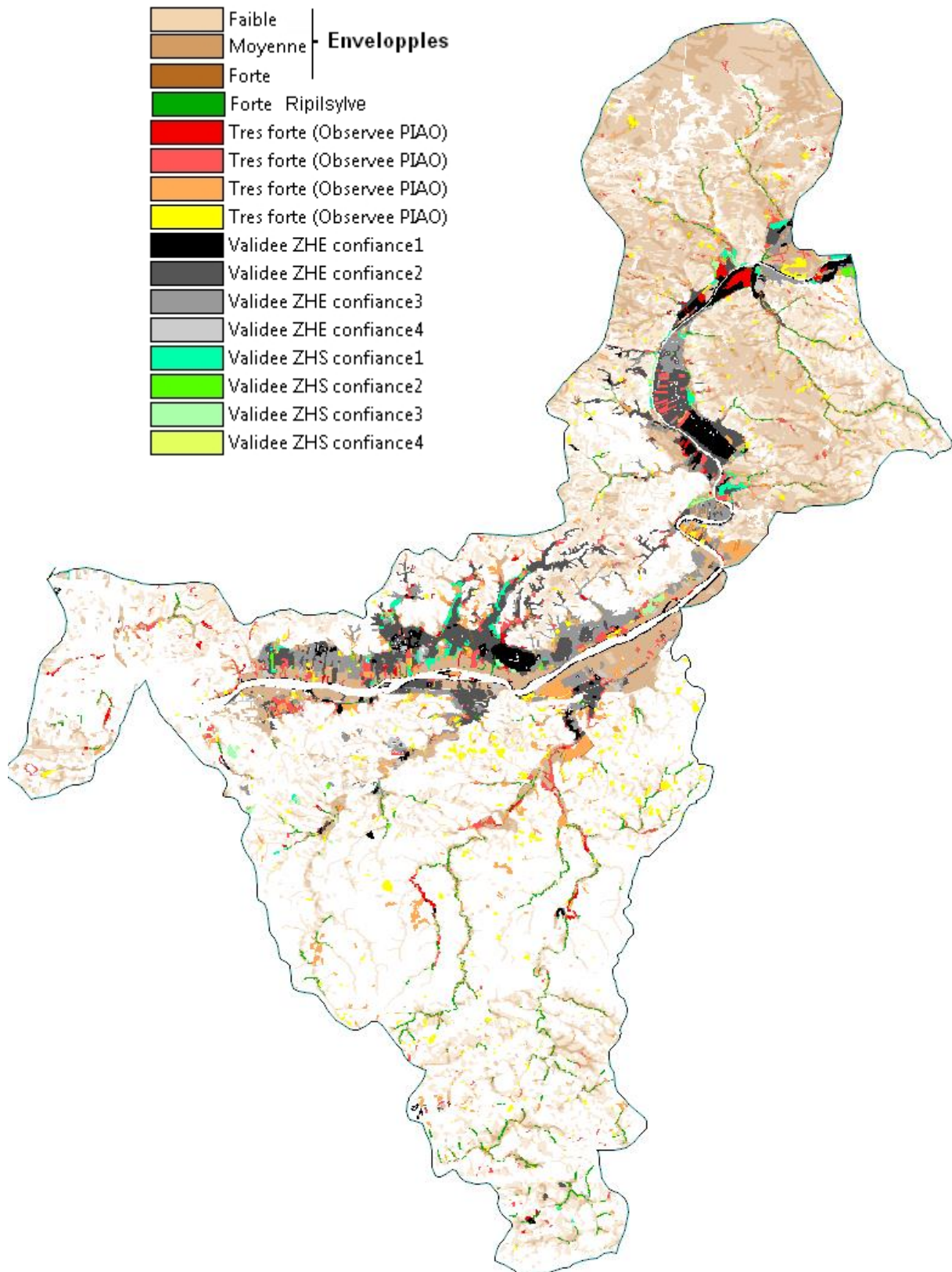


Fig32) Illustration de la couche globale fusionnée

V-3-2) Dénomination des différentes enveloppes et délimitations

L'attribut « proba_ZH » présent dans la couche vectorielle finalisée, correspond à un indice de probabilité des enveloppes finalisées. Ces enveloppes étant le fruit de la concaténation des vecteurs issus de la photo-interprétation (incluant les ripisylves), des vecteurs issus des zones d'eau libre, des vecteurs issus de l'intégration des informations des cartes de Cassini, et des vecteurs issus des calculs théoriques.

L'attribut « proba_ZH » est donc différent de l'indice de probabilité affecté aux enveloppes issues de la photo-interprétation, bien qu'il en tiendra compte. Ce champ attributaire sera renseigné par 6 attributs qualifiant la probabilité: Validée, Très forte, Forte, Moyenne, Faible et Nulle.

L'attribut « **Validée** » correspondra aux enveloppes issues de de la base de données des ZHE recalées par la photo-interprétation. En effet, les limites des enveloppes issues des ZHE ne correspondaient que rarement à la réalité de l'image à l'échelle d'interprétation. Elles ont alors été recalées ou réinterprétées sur la BD-Ortho.

L'attribut « **Très forte** » correspondra à l'ensemble des enveloppes issues de la photo-interprétation (Phase 2) auxquelles est associé un indice de confiance de 1 à 4 (mis à part celles provenant des ZHE). La validation terrain devra se faire pour cette classe, avec possibilité de tri entre les indices issus de la PIAO allant de 1 à 4.

Les attributs « **Forte** », « **Moyenne** » et « **Faible** » vont correspondre aux enveloppes théoriques issues des calculs IBK, des zones tampons et de l'apport des cartes historiques de Cassini. Nous avons vu qu'à l'IBK correspond 3 valeurs 0, 1 et 2. La valeur 0 étant nulles, les valeurs 1 et 2 étant les deux seuils d'intérêt pour cette étude, avec la valeur 2 indiquant une plus forte probabilité d'humidité présente dans le sol. Les zones de buffers ainsi que les enveloppes issues des cartes de Cassini sont des informations binaires : 0 correspondra à l'absence d'information, et 1 correspondra à la présence d'une enveloppe.

De ce fait, nous avons procédé à une addition de ces valeurs pour en déduire la force de probabilité d'une zone. En cela, une zone ou sera superposée une enveloppe de buffer et une enveloppe d'IBK de valeur 2 obtiendra la valeur 3. Concernant les enveloppes issues des cartes de Cassini, celles-ci n'apporteront qu'une unité de valeur dans la limite d'une somme égale à 3. Si trois unités de valeurs sont présentes et qu'en plus une enveloppe de Cassini y est superposée, alors la valeur finale pour la qualification de la probabilité restera à 3 et ne montera pas à 4. Ceci étant dû au fait que trop peu d'enveloppes issues des cartes de Cassini croisent les enveloppes théoriques (2 croisements recensés), mais aussi au fait que les informations des cartes historiques sont très anciennes et doivent être intégrées avec précaution.

Le tableau suivant résume l'attribution de la qualification de probabilité pour les enveloppes théoriques.

Prélocalisation des zones humides – SAGE Adour aval

Probabilité	Valeur IBK	Valeur des Buffers	Valeur Cassini	Total
Forte	2	1	1	3
Forte	2	1	0	3
Forte	2	0	1	3
Forte	1	1	1	3
Moyenne	2	0	0	2
Moyenne	1	1	0	2
Moyenne	1	0	1	2
Moyenne	0	1	1	2
Faible	1	0	0	1
Faible	0	1	0	1
Faible	0	0	1	1
Nulle	0	0	0	0

Fig33) Table résumant l'attribution de la qualification de probabilité pour les enveloppes théoriques

Ci-après le tableau récapitulatif du nombre et de la surface pour chaque enveloppe de probabilité.

CLASSE DE PROBABILITE	Surface km ²	Nbr	% de superficie
FAIBLE	90.65	2944	32.57
MOYENNE	71.65	2168	25.74
FORTE	51.34	1492	18.44
TRES FORTE	21.14	1675	7.59
VALIDEE	43.57	834	15.65
TOTAL	278.34	9113	100.00%

Fig34) Table des nombres et surfaces de chaque classe de probabilité
NOTE : superficie du SAGE : 623 Km²

Le tableau de la figure 34 nous indique, entre autre, que la classe de probabilité « très forte » a une surface de 21,14km². C'est au sein de cette classe que seront déterminées prioritairement les zones de prospection de terrain.

Prélocalisation des zones humides – SAGE Adour aval

		Surfaces				
		en h	en km ²	Total en ha	Probabilité	Total en ha
Surface en eau		1520.27	15.203	1520.27	Faible	9064.83
Enveloppe de probabilité de présence	Nulle	33009.53	330.095	54062.09	Moyenne	7164.66
	Faible	9064.83	90.648			
	Moyenne	7164.66	71.647			
	Forte	4823.07	48.231			
Ripisylves		310.63	3.106	310.63	Forte	5133.70
ZHP Très forte	Confiance 1	198.55	1.986	2113.71	Très forte	2113.71
	Confiance 2	534.19	5.342			
	Confiance 3	889.66	8.897			
	Confiance 4	491.30	4.913			
ZHS Validée	Confiance 1	104.09	1.041	368.54	Validée	4357.39
	Confiance 2	228.76	2.288			
	Confiance 3	35.04	0.350			
	Confiance 4	0.65	0.007			
ZHE Validée	Confiance 1	719.54	7.195	3988.85	Validée	
	Confiance 2	1823.28	18.233			
	Confiance 3	1293.59	12.936			
	Confiance 4	152.43	1.524			
TOTAL SAGE		62364.10	623.641			

Fig35) Synthèse des surfaces des différentes entités de la prélocalisation.

ANNEXE 1 : Préparation et structuration des couches vectorielles

Dans le contexte de l'étude, l'utilisation de multiples données dans le but de les fusionner et/ou de les recouper nécessite une topologie parfaite de ces couches vectorielles.

La topologie définit l'expression des relations entre les objets. Les SIG qui gèrent la topologie identifient tous les objets les uns par rapport aux autres et le sens de la saisie est par exemple enregistré. Lorsque l'information vectorielle est constituée de polygones, on parle de topologie polygonale.

Le vecteur en mode polygonal intègre la notion de nœud et des relations topologiques entre les lignes, les nœuds, et les polygones. Il y a donc orientation des lignes et notion de polygone à droite, et polygone à gauche d'une ligne. Ce mode est le plus complexe des modes topologiques, mais aussi celui qui permet le plus de possibilités d'analyse.

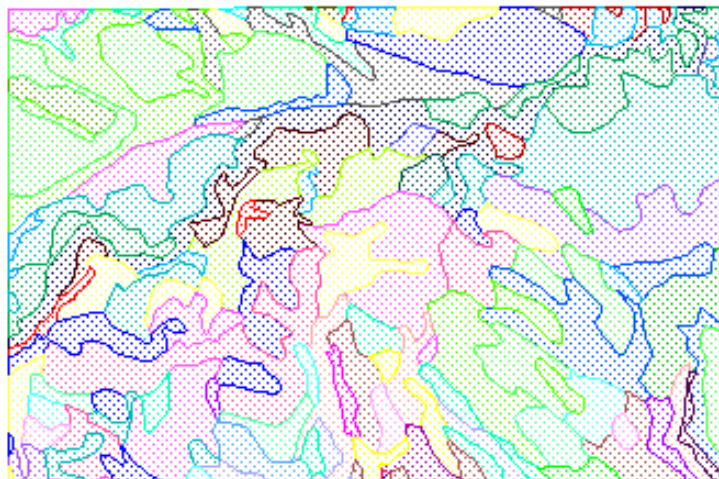


Illustration d'exemple d'une topologie de type polygonal

En mode polygonal, la vérification des règles suivantes permet de valider la topologie de la couche vectorielle :

- Absence de nœuds inutiles
- Intersection automatique des lignes
- Relations polygones / lignes / nœuds
- Attributs possibles sur polygones / lignes / nœuds / points
- Notion d'orientation des lignes
- Absence de codes non conformes

Le procédé de combinaison vectorielle se traduit par le transfert d'une information géographique (intégralement ou partiellement) dans une seconde couche vectorielle contenant déjà une information cartographique. Le but d'une telle opération est de mixer les deux informations soit pour produire une nouvelle information, soit parce que les deux informations initiales sont complémentaires.

Les analyses par combinaisons vectorielles sont complexes du fait d'une précision des limites et d'échelles différentes entre les entités de chaque couche. Il est important que ces couches soient propres et c'est pourquoi chacune d'entre elles est vérifiée, validée et corrigée si nécessaire

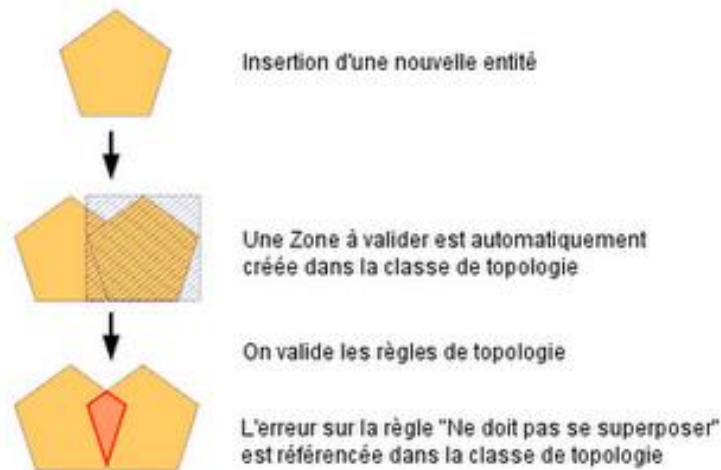


Schéma de correction topologique vectorielle

La validation géométrique des couches vectorielles est nécessaire pour réaliser des calculs comparatifs.

Structuration de la couche finale par rapport aux informations des couches originales.

Après la validation et les corrections topologiques, sur chaque couche vectorielle d'inventaire, les entités surfaciques sont reliées à une table unique qui contient un enregistrement (ligne) par polygone. Cette table contient les informations typologiques et de métadonnées.

Le vecteur en mode polygonal intègre la notion de nœud et des relations topologiques entre les lignes, les nœuds, et les polygones. Il y a donc orientation des lignes et notion de polygone à droite, et polygone à gauche d'une ligne. Ce mode est le plus complexe des modes topologiques, mais aussi celui qui permet le plus de possibilités d'analyse. Nous avons donc structuré toutes les couches de données sur le logiciel TNT Mips qui est un SIG topologique natif afin d'établir les relations entre objets et de traiter les micro-polygones. Les tables d'attributs ont été converties en mode relationnel « un pour un » afin d'éviter les polygones orphelins ou d'avoir plusieurs éléments attributaires reliés à un même polygone.

MODE RELATIONNEL "UN POUR UN" :

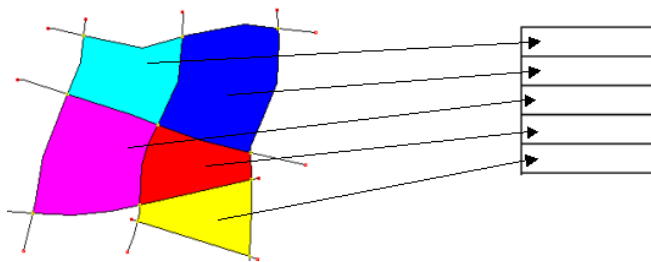


Schéma de la relation entre la table attributaire et les polygones de la couche vectorielle

- ❖ ·Il ne peut y avoir un nombre différent de polygones et d'enregistrements attributaires.
- ❖ ·Il ne peut pas exister de polygones sans enregistrements attributaires attachés. Il ne peut pas exister d'enregistrements attributaires sans polygones attachés.
- ❖ ·Un polygone ne peut être attaché qu'à un seul enregistrement attributaire. Un enregistrement attributaire ne peut être attaché qu'à un seul polygone.

Il est important dès ce stade d'avoir une idée précise de la structure de la base de données finale afin de savoir quels éléments attributaires conserver ou transformer pour ensuite avoir le minimum de problème durant la fusion de toutes les informations.

ANNEXE 2 : Résultats du test de terrain

Localisation des couches expertisées

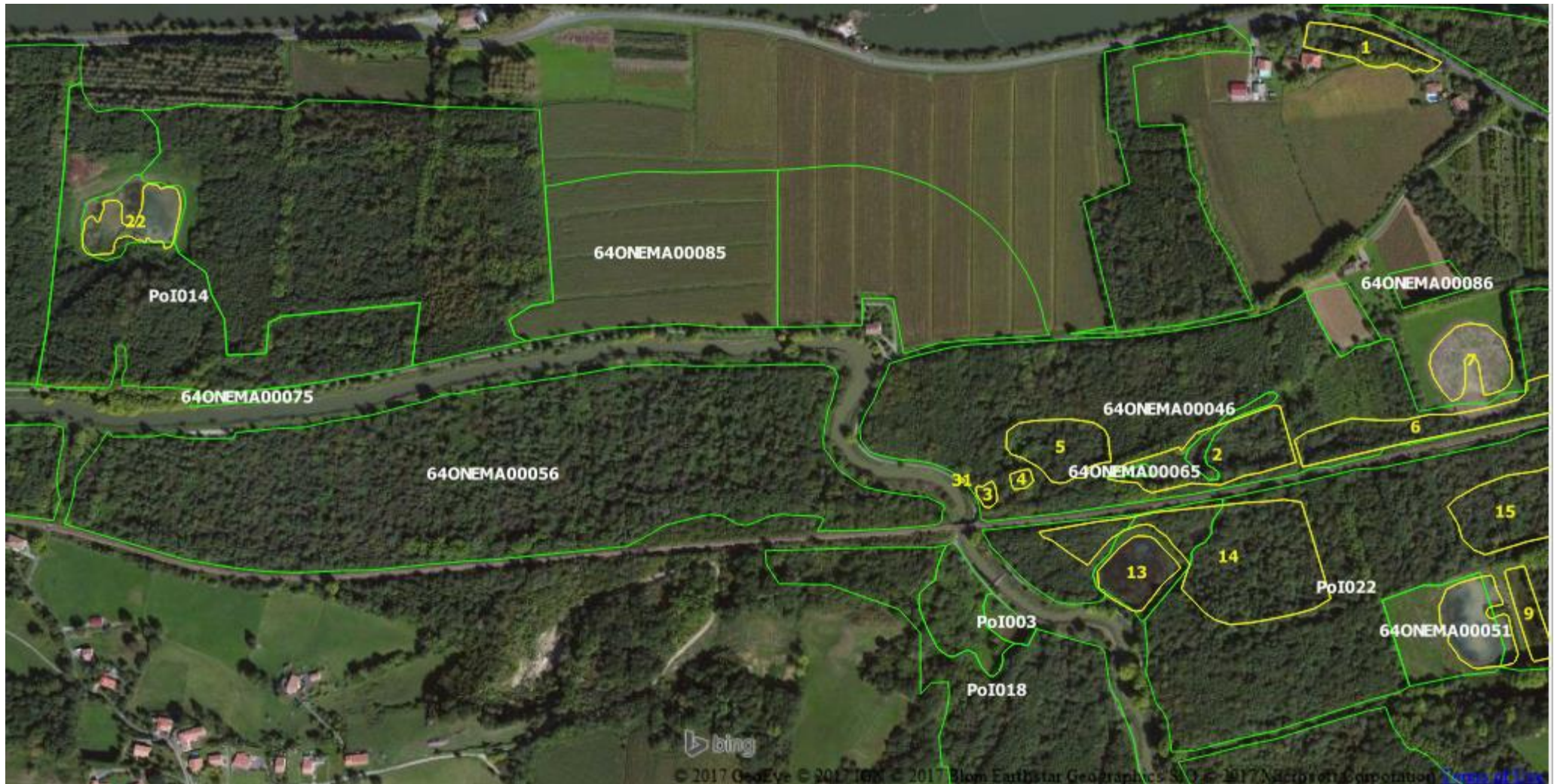


Couche : Sites_ZH_CEN_BVAdour (ZHP sélectionnées) (rouge)



Vue d'ensemble des couches PerZH64_v3 (vert) et zone humide (jaune)

Codification des polygones expertisés







Rappel de la mission

Suite à la mise en place du SIG sur les ZHP, il était convenu de réaliser un contrôle qualité de la sélection des vecteurs.

Trois couches ont été choisies pour ce test de terrain :

1. La table « **Sites_ZH_Cen_BVAdour** » des données ZH, ici uniquement ZHP du CEN Aq.
2. La table « **zone_humide** » du dossier Pdg Aran Ardanavy / pdg barthes aran-ardanavy / SIG / Infos et Biblio / Données_Syndicat_Berges
3. La table « **PerZH64_v3** » de l'atlas dpt 64

Les expertises sur site ont été menées les lundi 8 et mardi 9 mai 2017.

Objectifs du test

L'objectif du test de terrain est de vérifier :

- s'il y a bien des ZHE dans les périmètres ZHP retenus,
- et le cas échéant, d'évaluer la qualité de leur délimitation.

In fine, au vu des ZHE avérées par l'expertise de terrain, nous serons en capacité d'évaluer la sélection des ZHP retenues dans le SIG.

Résultats de l'expertise

ZH du CEN Aquitaine (limite rouge)

La zone testée correspond à un vaste périmètre (identifiant du polygone : X40EP94002TM) englobant le Grand Moura de Montrol au sud de la commune de Saint-Laurent-de-Gosse, en rive droite de l'Adour. A l'évidence le tracé du périmètre n'a pas été fait par photo-interprétation mais plutôt directement sur le **Scan25**. En effet, il englobe le vaste marais tel qu'il figure sur le fond IGN et suit le réseau hydrographique, comme l'illustre le décroché à angle droit au sud. Ainsi, le périmètre coupe par exemple en deux des tonnes de chasse. Il s'agit donc d'un **tracé grossier**.

A l'intérieur du périmètre, tous les milieux expertisés correspondent bien à des ZHE. Au vu de l'étendue du site, une grande diversité de milieux humides est présente à l'intérieur de ce périmètre. Pour l'essentiel, il s'agit d'une tourbière bombée dégradée où la molinie domine (CCB 51.2). Sur le pourtour du bombement, on trouve divers faciès de colonisation, comme par exemple des fourrés à Piment royal (*Myrica gale* – CCB 51.142) ou des saulaies pionnières (CCB 44.93).

A cheval de part et d'autre du périmètre, on trouve des zones humides et des tonnes de chasse qui occupent les parties topographiquement les plus basses ; en cela, le périmètre aurait pu être largement plus étendu. Ce sont des groupements aquatiques, hygrophiles ou au pire mésohygrophiles : tonnes de chasse (CCB 22.12), prairies hygrophiles à hautes herbes où *Oenanthe crocata* tient bonne place (CCB 37.1), bas-marais à *Carex riparia* (CCB 53.213) et/ou à *Carex elata* (CCB 53.2151) et boisements marécageux à Aulne glutineux et Saule roux (CCB 44.9111).

L'extension au sud de ce périmètre pourrait englober une large partie des grandes cultures (essentiellement du maïs). Il est probable que les zones humides ne s'étendent pas jusqu'à l'Adour et que le bourrelet alluvial forme une bande sans zone humide. Le trait précis reste à caler.

A l'Est, comme à l'Ouest, le périmètre peut être aussi largement étendu. A l'Est, il est à caler au plus près de la RD 12 qui ne forme qu'une faible discontinuité avec la

barthe de Histis. De part et d'autre de la RD 12, ce sont de grandes étendues de boisements marécageux (CCB 44.9111).

Au Nord, la limite est plus proche de la réalité car on rencontre un relief plus marqué, mais le tracé est très grossier et englobe par endroit des zones mésophiles qui ne sont pas des zones humides ; et inversement, certaines prairies mésohygrophiles n'ont été que très partiellement englobées dans le périmètre proposé. A noter, au pied de la colline de Montrol, la présence d'une cladiaie de faible superficie (CCB 53.3) qui occupe la dépression qui marque la transition vers la tourbière bombée.

En conclusion, la ZHP du CEN Aquitaine ne contient que des ZHE et sa délimitation grossière aurait pu être largement étendue aux barthes voisines. Elle met en évidence un travail uniquement cartographique sans terrain associé.

ZH du PDG Aran Ardanavy (limite jaune)

Le vecteur testé est constitué par un ensemble de petits polygones dispersés dans les barthes d'Etchepette et leurs alentours, à l'Ouest du village d'Urt, en rive gauche de l'Adour. Nous reprenons ici les identifiants que l'on a créés de manière automatique (1, 2, 3,...) car la couche « zones_humides » ne contenait pas de données attributaires et donc d'identifiants pour chaque polygone.

Polygone n° 1 : boisement marécageux entourant une mare peu profonde (CCB 44.9111).

Polygone n° 2 : boisement marécageux en eau toute l'année (CCB 44.9111).

Polygone n° 4 : boisement marécageux en eau toute l'année entourant une petite dépression forestière (CCB 44.9111).

Polygone n° 5 : boisement marécageux en eau toute l'année (CCB 44.9111).

Polygone n° 6 : boisement marécageux en eau toute l'année occupant la dépression longeant la voie ferrée (CCB 44.9111).

Polygone n° 7 : tonne de chasse (CCB 22.12).

Polygone n° 9 : tonne de chasse (CCB 22.12), et à l'Est, une dépression occupée par une prairie hygrophile à hautes herbes où les grandes laïches dominent par place (CCB 37.1 x 53.213 x 53.2151).

Polygone n° 10 : boisement marécageux entourant une mare peu profonde (CCB 44.9111).

Polygone n° 11 : boisement marécageux en eau toute l'année occupant une dépression comprise entre la voie ferrée et la RD 261 (CCB 44.9111).

Polygone n° 12 : boisement marécageux entourant une mare peu profonde colonisée par un roncier dense (CCB 44.9111 x 31.831).

Polygone n° 13 : tonne de chasse (CCB 22.12).

Polygone n° 14 : boisement marécageux en eau toute l'année (CCB 44.9111) ; à noter la présence de la Cistude d'Europe.

Polygone n° 15 : boisement marécageux en eau toute l'année (CCB 44.9111).

Polygone n° 22 : tonne de chasse (CCB 22.12). Une large roselière à Baldingère et une prairie hygrophile (CCB 37.1) entourent la tonne de chasse et auraient pu être facilement englobées lors de la délimitation de cette ZHP.

Polygone n° 31 : boisement marécageux en eau toute l'année entourant une petite dépression forestière (CCB 44.9111).

En conclusion, la ZHP du PDG Aran Ardanavy ne contient que des ZHE. Le travail cartographique est précis mais se limite aux zones où l'eau est présente toute

l'année ZHE aquatiques et/ou hygrophiles. Ce sont les ZHE les plus évidentes de ces barthes. De vastes secteurs alentours sont aussi des ZHE.

ZH de l'atlas départemental 64 (limite verte)

Ce vecteur couvre un secteur géographique trop important pour être testé exhaustivement. Nous avons donc restreint notre test au secteur des barthes situées à l'Ouest d'Urt, c'est-à-dire le même secteur expertisé précédemment pour le PDG Aran Ardanavy. Nous reprenons ici les identifiants de la table attributaire de ce vecteur et en ajoutant quelques identifiants pour les polygones en étant dépourvus notamment pour les données provenant de la DAEE.

Secteur de l'île

Il s'agit du secteur compris entre l'Aradanavy et l'Adour, au Nord de la voie ferrée.

- Polygone DAEE1 : vaste polygone englobant pour ses 2/3 sud des boisements marécageux (CCB 44.9111) et pour son 1/3 nord des boisements alluviaux mésohygrophiles à frais (CCB 44.311). Les peupleraies alluviales situées plus au nord, au plus près de la route longeant l'Adour, auraient dû être englobées car ce sont aussi des ZH.
- Polygone PoI014 : même commentaire que précédemment. Situation identique plus à l'Ouest avec un contexte alluvial au nord près de l'Adour et un contexte marécageux au plus près de l'Aradanavy.
- Polygones DAEE2 et 64ONEMA00085 : ces grandes cultures (CCB 82.11) occupent la même position topographique que les polygones précédents. Elles sont toutefois drainées par de profonds fossés ce qui permet un assainissement des terres durant la période de basses eaux. Le contexte y est donc plus mésohygrophile qu'hygrophile. Ces polygones auraient pu être étendus jusqu'à la route (contexte seulement frais). En effet, l'analyse des sols dans la prairie artificielle semée en Ray grass hybride (*Lolium x boucheanum*) conclut à la présence d'une ZHE en situation alluviale (CCB 81.2), avec des traces rédoxiques au-delà de 25 cm se densifiant en profondeur jusqu'à la présence de la nappe alluviale à moins d'un mètre.
- Polygone DAEE3 : ce boisement en cours d'exploitation est un lambeau de forêt alluviale (CCB 44.311). On y observe le même gradient que dans les parcelles voisines de l'île : un contexte mésohygrophile au sud jusqu'à un contexte frais au nord, mais toujours en situation alluviale, et donc en ZHE.

Dans le secteur de l'île, ces ZHP sont toutes des ZHE. Les secteurs non délimités auraient pu l'être car ils sont tous dans un contexte alluvial marqué. Tout le secteur de l'île est donc en ZHE.

Secteur de l'Hillot

- Polygone 64ONEMA00046 : ce vaste polygone englobe essentiellement des boisements marécageux, surtout dans la partie au plus près de la voie ferrée (voir précédemment les polygones du PDG Aran Ardanavy). Au nord, pour les parcelles qui longent la petite route qui sépare ce secteur du secteur de l'île, le contexte est mésohygrophile à frais, mais dans tous les cas en ZHE.

Dans le secteur de l'Hillot, toutes les ZHP sont des ZHE. L'ensemble de ce secteur est en ZHE.

Secteur des Barthes d'Etchepette

- Polygones DAEE5-13-14-15-16 et PoI022-42 : tout ce secteur au sud de la voie ferrée est largement couvert par des boisements marécageux (CCB 44.9111)
- Polygone 64ONEMA00051 : il s'agit d'un découpage différent de la parcelle décrite plus haut (polygone n° 9) où cette fois-ci c'est la prairie humide (CCB 37.1) à l'Ouest de la tonne de chasse qui a été englobée dans le périmètre, et non la dépression située derrière la tonne. Dans tous les cas, il s'agit bien d'une ZH.

Tout le secteur des Barthes d'Etchepette est en ZHE.

Secteur des Salines

A l'évidence la partie sud des Salines qui joute la RD 261 correspond à un secteur en contexte alluvial. Au nord, les Salines reposent sur un large bourrelet alluvial qui n'est pas une zone humide. Un test pédologique montre que les traces rédoxiques n'apparaissent pas avant 60 cm de profondeur. La limite entre ces deux zones (humide / non humide) nécessite d'autres investigations pédologiques pour être précisément calée.

Le secteur des Salines englobe bien des ZHE mais la délimitation précise des ZHE reste à faire.

L'Atlas départemental 64 compile donc des sources de qualité qui lesquelles les ZHP sont systématiquement des ZHE. En revanche, la généralisation du caractère humide aux parcelles voisines dépend du secteur. Dans les secteurs de l'île, de l'Hillot ou des Barthes d'Etchepette, le caractère humide peut être généralisé ; alors que dans le secteur des Salines, un travail complémentaire de terrain doit être réalisé afin de caler précisément la limite entre zone humide et zone non humide.

Conclusion :

Les trois vecteurs testés permettent d'avancer que la sélection retenue pour construire le SIG de ZHP a été pertinente. Toutes les ZHP contiennent des ZHE, certains vecteurs de ZHP ne contenant même que des ZHE.