



Document validé par la CLE le 10 mars 2014

Étude de prélocalisation des zones humides du périmètre du SAGE des deux Morin

PHASE 1 : prélocalisation des enveloppes de fortes probabilités de présence de zones humides

Bureau d'études

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



Floragis
59 bis rue du maréchal Leclerc
F57530 Courcelles-Chaussy
Tél . +33(0) 971 532 726



Earth Observation Consulting Services



SOMMAIRE

I) RESUME	6
Zone d'étude	7
II) SYNTHESE DES DONNEES EXISTANTES	7
1) Méthode d'analyse	7
A) Le géoréférencement	7
B) Traitement des données.....	8
2) Les données exogènes de délimitation à l'aide de critères de végétation	8
A) L'inventaire floristique du CBNBP (Conservatoire Botanique National du Bassin Parisien) – Base FLORA	9
B) L'inventaire floristique de l'IAURIF (ECOMOS)	12
C) Les données des inventaires des zones humides de la SNPN (Société Nationale de Protection de la Nature)	14
D) La cartographie des zones humides de l'AESN (Agence de l'Eau Seine Normandie)	16
E) La cartographie des zones humides de la DRIEE Champagne Ardenne	17
F) La cartographie des zones humides probables dans les zones agricoles de l'étude DRIEE IDF	18
3) Les données exogènes relatives à l'eau	19
A) Les données des inventaires des mares et plans d'eau de la SNPN (Société Nationale de Protection de la Nature)	19
B) Les données de la BD TOPO de l'IGN	20
a) Les plans d'eau.....	21
b) Les cours d'eau	21
C) Les données de la BD Carthage.....	22
4) Les données exogènes définies sur le critère pédologique	22
A) Inventaire des étangs de CASSINI.....	22
5) Les données issues de traitements de données	25
A) L'indice IBK	25
a) Le Modèle numérique de terrain (MNT).....	25
b) Notion d'indice Beven-Kirkby.....	26

c) Exploitation de l'IBK	28
B) Création d'une enveloppe d'alerte autour du réseau hydrographique linéaire et surfacique	29
a) Préparation et mise à jour de la couche hydrographique	29
b) Mise à jour de la BD ORTHO et de la BD Carthage.....	32
c) Transformation du linéaire en polygonal.....	35
d) Secteurs de présence potentielle de zones humides autour du réseau hydrographique linéaire	35
C) Intégration des inventaires CBNBP FLORA / ECOMOS / SNPN et photo-interprétations.....	38
D) Intégration des informations pédologiques et géologiques issues de l'étude DRIEE IDF.	40
E) Correspondance avec l'étude DRIEE IDF.....	41

III) TELEDETECTION 44

1) Imagerie BD ORTHO	44
2) Imagerie satellitale	45
A) Propriétés optiques des végétaux, de l'eau et du sol Notions de base de télédétection optique-infrarouge.....	45
B) Les données AVNIR (satellite ALOS)	45
C) Les prétraitements	47

IV) PHOTO-INTERPRETATION 47

1) Échelle de travail	47
2) Typologie de photo-interprétation	48
A) Définition de la nomenclature	48
B) Relation à la nomenclature SDAGE	50
C) Explications de la nomenclature utilisée lors de l'interprétation	51
3) Méthodologie de photo-interprétation	65
A) Méthodologie.....	65
B) Limites de la photo-interprétation	66
C) Intégration des éléments de Cassini	70
4) Contrôles de terrain	71
A) Pré-localisation	71
B) Phase de validation de terrain.....	72
C) Critère de végétation.....	72
D) Critère pédologique.....	74
5) Résultats de la photo-interprétation	79

V) ASSEMBLAGE DES COUCHES D'INFORMATIONS. 83

1) Méthodologie générale	83
2) Assemblage des couches "eau" et du " zone tampon eau" avec l'IBK	85
3) Homogénéisation des couches d'interprétation et des produits calculés	90
A) Regroupement des zones interprétées avec les enveloppes théoriques.....	90
B) Dénomination des différentes enveloppes et délimitations.....	93
C) Bilan	94

BIBLIOGRAPHIE 97

ANNEXE 1 : PREPARATION ET STRUCTURATION DES COUCHES VECTORIELLES..... 100

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.

La zone d'étude correspond à la limite du SAGE des deux Morin qui couvre une superficie de 1 800 Km² et recoupe trois départements : la Seine et Marne (103 communes), la Marne (67 communes) et l'Aisne (5 communes).



fig. 1) Illustration de l'emprise de l'étude

I) Résumé

La présente étude s'inscrit dans une démarche qui vise une prélocalisation des zones humides sur le territoire du SAGE des deux Morin 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. Elle a également pour objectif la mise en place d'une méthode de hiérarchisation de ces enveloppes afin de prioriser les inventaires terrain à réaliser (phase 2), puis de localiser les zones inondables et les potentialités d'expansion de crues (phase 3).

Dans une première partie, l'ensemble des données existantes susceptibles de contenir des informations sur les zones humides sera analysé et évalué par rapport à leur potentiel à caractériser des zones humides. Dans un second temps, une série de produits mathématiques seront réalisés 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 orthophotos complétera la base de données avant la fusion et la structuration de celle-ci.

Zone d'étude

Pour cette étude, seule la partie non réalisée lors de l'étude DRIEE IDF devait être à traiter, soit environ 1000 Km². Pour le travail réalisé sur la zone de l'IDF une OPTION devait permettre de reprendre ce travail afin de le rendre homogène avec la méthodologie actuelle.

Afin de rendre le travail plus homogène et parce qu'il était difficile d'assembler les deux méthodologies assez différentes, nous avons retraité la zone d'étude DRIEE IDF selon la même méthodologie de la partie Est en réutilisant les données initiales à l'exception des données déjà mises à jour (plans et cours d'eau) lors de cette première étude. Ainsi, le travail sur la partie DRIEE IDF incorpore des données non disponibles sur l'autre partie (notamment les données ECOMOS) mais le complément de photo-interprétation a été réalisé sur l'ensemble du territoire du SAGE de même que les calculs de l'IBK et des zones tampons sur le réseau hydrographique (dont les distances et contraintes de pentes étaient différentes sur la première étude).

Ainsi, le rapport ne distinguera pas les deux parties (tranche ferme et option) dans l'explication de la méthodologie puisqu'elle est identique.

II) Synthèse des données existantes

Toutes les données exogènes recueillies ont fait l'objet d'une analyse afin d'extraire les informations les plus pertinentes concernant les critères relatifs aux zones humides.

L'analyse de la pertinence du résultat de cette analyse a été effectuée sur l'ensemble du territoire du SAGE. Ces données ont ensuite été compilées sous Système d'Information Géographique (SIG).

1) Méthode d'analyse

A) 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

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

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.

B) Traitement des données

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
- 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 « IBK² » extraites du MNT (Modèle Numérique de terrain) ou les données relatives au réseau hydrographique.

2) Les données exogènes de délimitation à l'aide de critères de végétation

Ces données sont généralement issues de photo-interprétation, mais quelques-unes ont un certain nombre de parcelles vérifiées par une mission terrain. Toutefois, la photo-interprétation, comme il sera expliqué dans le chapitre IV expliquant la méthodologie de réalisation d'une photo-interprétation, n'est pas un inventaire et peut ne pas être confirmée par une observation réelle sur le terrain.

NOTE : le terme « inventaire » utilisé dans la description des couches suivante pourrait paraître inapproprié puisque la plupart d'entre eux ont été réalisés par photo-interprétation. Mais il permet de différencier plus facilement le travail réalisé dans cette étude des couches d'informations mises à disposition de l'étude.

² IBK : Indice Beven-Kirkby est une cartographie représentant le résultat d'un calcul mathématique de la capacité d'une zone à accumuler de l'eau. Cette représentation permet d'estimer la probabilité de présence de zones humides dans ces zones.

A) L'inventaire floristique du CBNBP (Conservatoire Botanique National du Bassin Parisien) – Base FLORA

Réalisée 2006 à 2013, cette donnée du CBNBP a été obtenue par diagnostics de végétation effectués sur les parcelles de l'Ecomos (diagnostics partiel sur le département 77). Les données fournies sont complétées avec la notion d'« Habitat de zones humides selon l'arrêté du 24 juin 2008 » selon la typologie CORINE Biotopes.

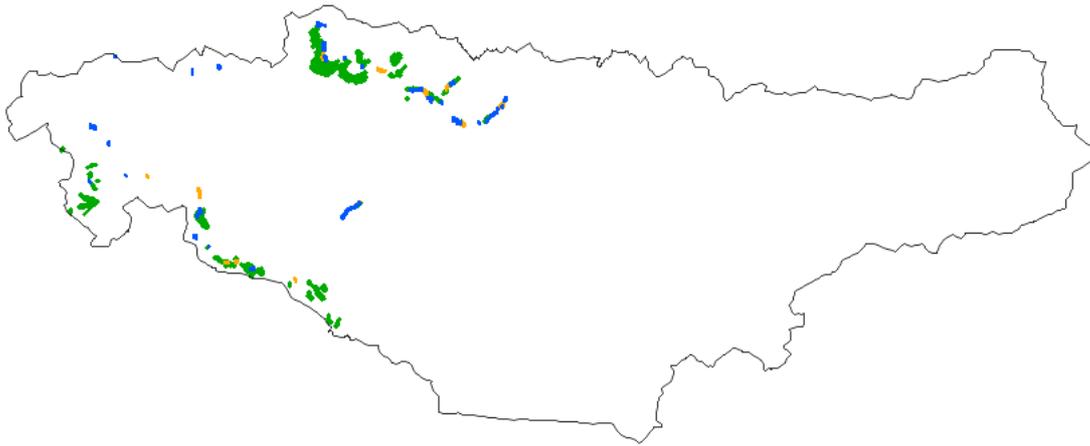


fig. 2) Illustration de l'emprise des données du CBNBP : les zones humides in situ en bleu, les zones humides ex-situ en orange et zone de transition en vert

Dans le cadre de la présente étude DRIEE IDF, le Conservatoire Botanique a complété ses données en précisant si les habitats identifiés correspondent ou non à la notion d'« Habitat de zones humides selon l'arrêté du 24 juin 2008 ». Afin de permettre l'analyse des données du CBNBP à partir des critères modifiés par l'arrêté du 1er octobre 2009, le conservatoire a spécifié les critères « humide » et « pro parte » pour les habitats humides.

Le CBNBP a apporté des précisions sur la méthode d'observation. Ainsi les habitats ont été diagnostiqués de 2 manières :

. Expertise "in-situ": la caractérisation de l'habitat s'effectue sur le terrain grâce à un relevé floristique ou une interprétation in-situ (pas de relevé de végétation mais habitat parcouru). La qualité de l'information est optimale.

. Expertise "ex-situ": la caractérisation de l'habitat s'effectue au bureau car le site est inaccessible ou le site est de grande taille mais très homogène. Dans le premier cas, l'observateur renseigne l'habitat à minima. Dans le second cas, l'observateur a analysé l'habitat antérieurement et considère que les habitats distants possèdent les mêmes conditions stationnelles (géomorphologie, géologie, pédologie, altimétrie, exposition, pente) et relèvent du même groupement. La qualité de l'information est moins optimale que l'expertise "in-situ", mais reste malgré tout de qualité.

Au final, par rapport à leur potentiel en zone humide et la pertinence et précision de chaque donnée trois types d'information ont été isolés :

- **CBNBP – HUMIDE STRICT – *In situ*** : les parcelles de zone humide inventoriées *In situ* constituant l'information de référence en terme de fiabilité par rapport au critère floristique de l'arrêté du 24 juin 2008
- **CBNBP – HUMIDE STRICT – *Ex situ*** : les parcelles de zone humide inventoriées *Ex situ*
- **CBNBP – HUMIDE TRANSITOIRE – *In situ et Ex situ*** : les parcelles de zone humide partielle (pro parte) *In situ* et *Ex situ* qui sont des habitats de transition, pour lesquels la présence de zones humides est possible mais pas certaine.

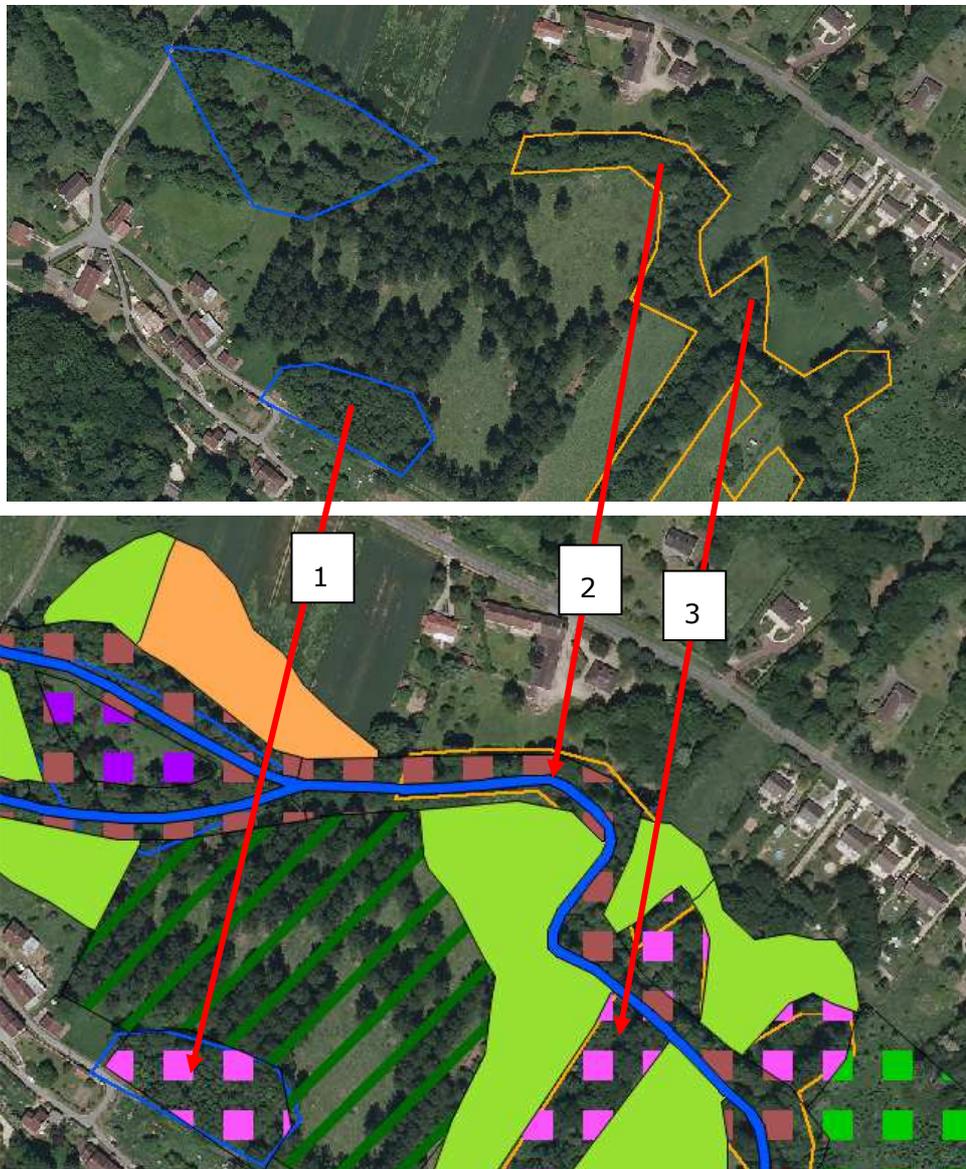


fig. 3) Illustration de la redélimitation ou segmentation des polygones CBNBP (en haut) lors de la photo-interprétation (en bas).

Cette base de données vectorielle, comme le montre l'exemple ci-dessus, a été intégrée dans la couche finale. L'intégration s'est faite lors de la photo-interprétation et les limites ont été redessinées lorsque la précision du tracé pouvait être améliorée au 1/3000 comme c'est le cas dans l'exemple 1 où le tracé a été rectifié sur la route. Parfois, la nomenclature utilisée pour la photo-interprétation nécessitait de segmenter les polygones CBNBP comme c'est le cas en 2 et 3. La segmentation peut également provenir de l'intégration des cours d'eau dans la couche finale. Toutefois, afin de garder une traçabilité, nous avons reporté les numéros d'identifiants des polygones CBNBP dans les polygones de la couche finale.



fig. 4) Autre illustration de la redélimitation des polygones CBNBP (polygone rouge) lors de la photo-interprétation par rapport à la réalité de la BD Ortho

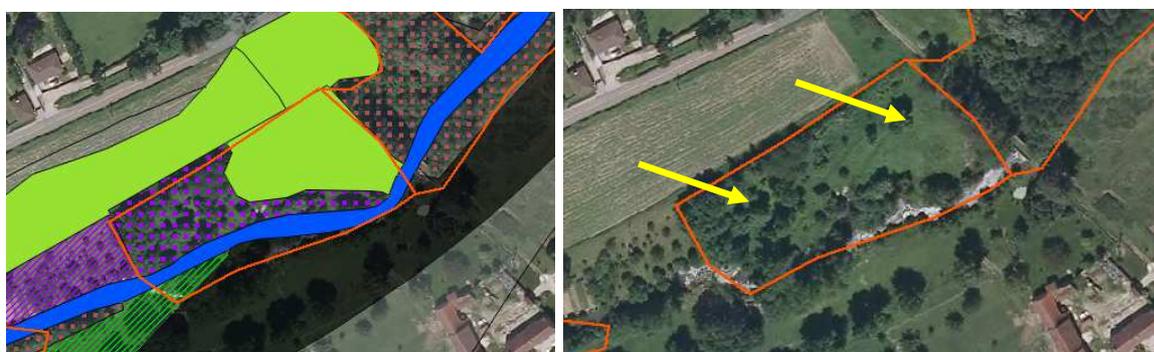


fig. 1) Illustration de la segmentation des polygones CBNBP (polygones rouges) lors de la photo-interprétation pour caler à la nomenclature qui sépare les surfaces en herbe ces surfaces arborée : flèches jaune

Donc, comme un même polygone du CBNBP peut délimiter une zone en bordure de cours d'eau avec une zone arborée et une prairie à côté. Nous avons donc resegmenté le polygone pour pouvoir classer séparément selon la nomenclature retenue la surface en herbe et la zone arborée. Il s'agit juste d'une subdivision imposée par la nomenclature. Toutefois, les polygones des inventaires (CBNBP et SNPE) ont un ID unique et cet ID a été reporté dans le champ DIAGNOSTIC. Il est donc facile de faire la corrélation et même de récupérer les informations des différentes tables d'origine.

B) L'inventaire floristique de l'IAURIF (ECOMOS)

Cette étude réalisée en 2000 est régulièrement mise à jour. Les milieux naturels sont issus d'une ré-interprétation des postes « Naturels » du MOS à partir de photographies aériennes acquises entre 1999 et 2000 et d'images Landsat.

En fonction des descriptifs des 4 niveaux de classification de l'étude IAURIF (CLC3/CLC4/CLC5/CLC6), un regroupement a été choisi en fonction du caractère humide mentionné dans les intitulés des classes d'ECOMOS.

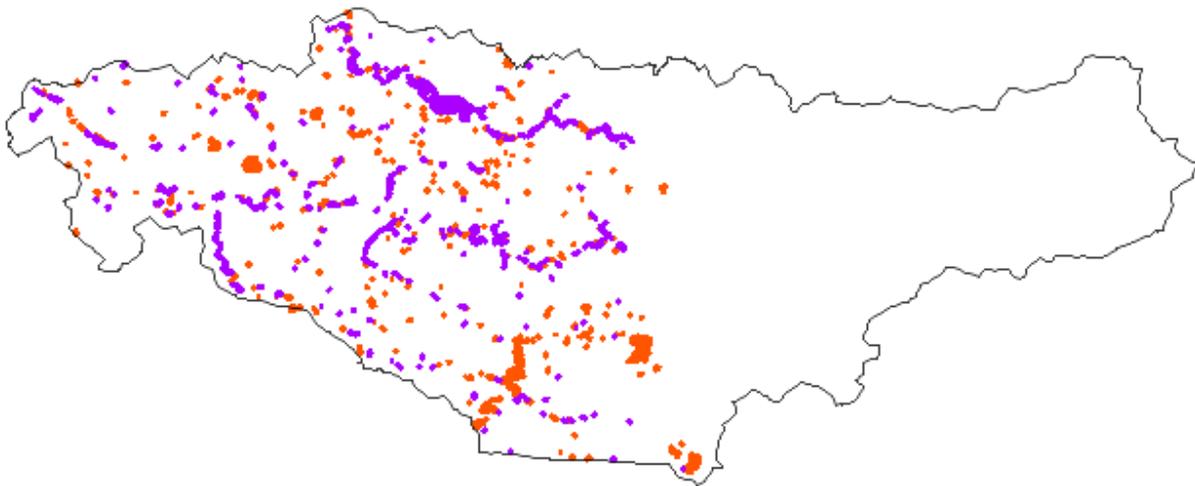


fig. 2) Illustration de la base de données ECOMOS avec les zones humides en violet (479 polygones), les zones potentiellement humides en orange (522 polygones).

Lors de l'étude DRIEE IDF, en fonction des descriptifs des 4 niveaux de classification à notre disposition (CLC5/CLC6), deux regroupements ont été choisis en fonction du caractère humide mentionné dans les intitulés des classes d'ECOMOS:

- **Caractère « humide »** (code « hum » dans le tableau ci-dessous)
– Ce caractère « humide » d'ECOMOS.
- **Caractère « potentiellement humide »** (code « pothum » dans le tableau ci-dessous) appliqué aux classes faisant références à une espèce arborée.

Prélocalisation des zones humides – SAGE des 2 Morin

Occupation	Description	CLC5	Intitulé5	CLC6	Intitulé6	Car. HUMIDE
coupe	dans les peupliers	31175	coupe en peupleraie	311750	coupe en peupleraie	pothum
peupleraie rasée	tempete	31174	peupleraie rasée	311740	peupleraie rasée	pothum
peupleraie claire	tempete	31173	peupleraie claire	311732	peupleraie claire, suite e la tempete	pothum
peupleraie claire		31173	peupleraie claire	311731	peupleraie claire	pothum
peupleraie jeune		31172	peupleraie jeune	311721	peupleraie jeune	pothum
peupleraie		31171	peupleraie dense	311710	peupleraie dense	pothum
peupleraie jeune	sur megaphorbiaie	31172	peupleraie jeune	311722	peupleraie jeune sur megaphorbiaie	hum
plan d'eau	mouillere	51240	mouillere	512400	mouillere	hum
tourbiere		41200	tourbiere	412000	tourbiere	hum
marais intérieurs	avec arbustes ou arbres =< 30%	41163	vegetation humide, avec arbres	411630	vegetation humide, avec arbres	hum
marais intérieurs	avec arbrisseaux =< 30%	41162	vegetation humide, avec arbustes	411620	vegetation humide, avec arbustes	hum
marais intérieurs	bassin de decantation	41161	vegetation humide basse	411613	vegetation humide en bassin de decantation	hum
marais intérieurs	bassin de decantation en plein air	41161	vegetation humide basse	411612	vegetation humide en bassin de decantation	hum
marais intérieurs	au bord des routes	41161	vegetation humide basse	411612	vegetation humide en bassin d'infrastructure	hum
marais intérieurs		41161	vegetation humide basse	411611	vegetation humide basse	hum
marais intérieurs	avec des saules	41150	zone marecageuse avec saules	411500	zone marecageuse avec saules	hum
marais intérieurs	megaphorbiaie	41140	megaphorbiaie	411400	megaphorbiaie	hum
marais intérieurs	magnocaricaie	41130	magnocaricaie	411300	magnocaricaie	hum
marais intérieurs	roseiere	41120	roseiere	411200	roseiere	hum
marais intérieurs	greve	41110	greve d'etang	411100	greve d'etang	hum
lande	lande humide	32230	lande humide	322300	lande humide	hum
forêt humide claire	foret marecageuse	31163	foret marecageuse claire	311630	foret marecageuse claire	hum
forêt humide jeune	foret marecageuse	31162	foret marecageuse jeune	311620	foret marecageuse jeune	hum
feuillus humides	ligne edf	31161	foret marecageuse dense	311612	THT	hum
feuillus humides	foret marecageuse	31161	foret marecageuse dense	311611	foret marecageuse dense	hum
forêt humide rasée	tempete	31154	foret humide rasée	311540	foret humide rasée	hum
forêt humide claire	tempete	31153	foret humide claire	311532	foret humide claire, suite e la tempete	hum
forêt humide claire		31153	foret humide claire	311531	foret humide claire	hum
forêt humide jeune	ligne edf	31152	foret humide jeune	311522	foret humide dense, sous ligne HT ou THT	hum
forêt humide jeune		31152	foret humide jeune	311521	foret humide jeune	hum
feuillus humides		31151	foret humide dense	311510	foret humide dense	hum
friche herbacée	cressonniere	23140	friche humide sur ancienne cressonniere	231400	friche humide sur ancienne cressonniere	hum
prairie humide	30%, en foret	23123	prairie humide avec arbres	231232	prairie humide avec arbres, en foret	hum
prairie humide	30%, en foret	23123	prairie humide avec arbres	231231	prairie humide avec arbres	hum
prairie humide	en foret	23122	arbrisseaux	231222	prairie humide avec arbrisseaux, en foret	hum
prairie humide	avec arbrisseaux =< 30%	23122	arbrisseaux	231221	prairie humide avec arbrisseaux	hum
prairie humide	bassin de decantation	23121	prairie humide "propre"	231214	decantation	hum
prairie humide	le long des voies de communication et autour des	23121	prairie humide "propre"	231213	prairie humide "propre", lie e des infrastructures de transport	hum
prairie humide	prairie en foret	23121	prairie humide "propre"	231212	prairie humide "propre", en foret	hum
prairie humide	prairie humide	23121	prairie humide "propre"	231211	prairie humide "propre"	hum
plan d'eau	avec nenuphar	51230	plan d'eau avec nenuphar	512300	plan d'eau avec nenuphar	hum
plan d'eau	avec vegetation aquatique (glycerie, renouee, etc.)	51220	plan d'eau avec vegetation aquatique	512200	plan d'eau avec vegetation aquatique	hum

fig. 3) Tableau de la classification ECOMOS

Cette base de données vectorielle a été intégrée dans la couche finale. L'intégration s'est faite lors de la photo-interprétation et les limites ont été redessinées lorsque la précision du tracé pouvait être améliorée au 1/3000. Cela s'avère nécessaire car la donnée initiale est principalement délimitée en fonction du parcellaire sans tenir compte du zonage à l'intérieur de ces parcelles.

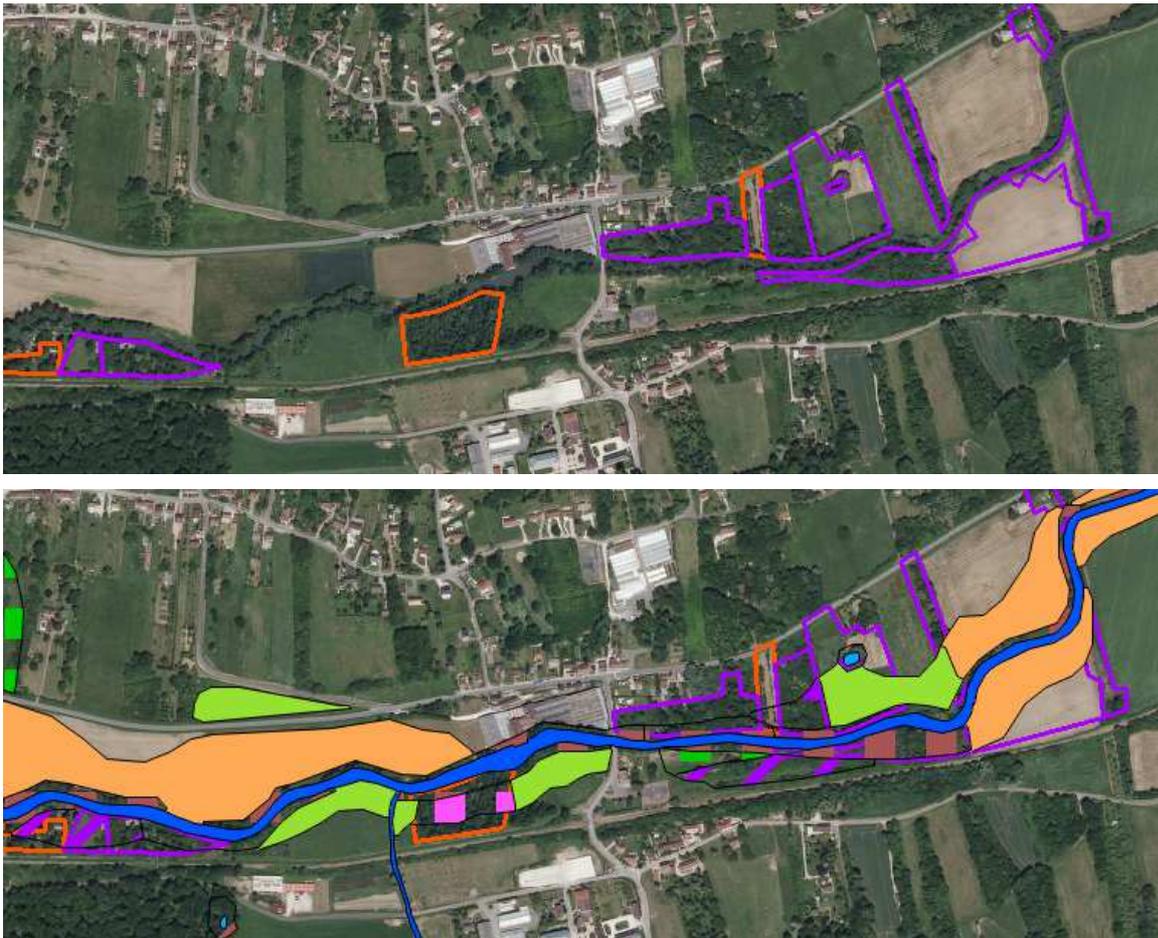


fig. 4) Illustration de la redélimitation des polygones ECOMOS (en haut) lors de la photo-
interprétation (en bas).

C) Les données des inventaires des zones humides de la SNPN (Société Nationale de Protection de la Nature)

Un inventaire des zones humides sur le département 77 a été mis à disposition de l'étude par la SNPN. Cette base de données est vectorielle sous forme polygonale et en partie ponctuelle.

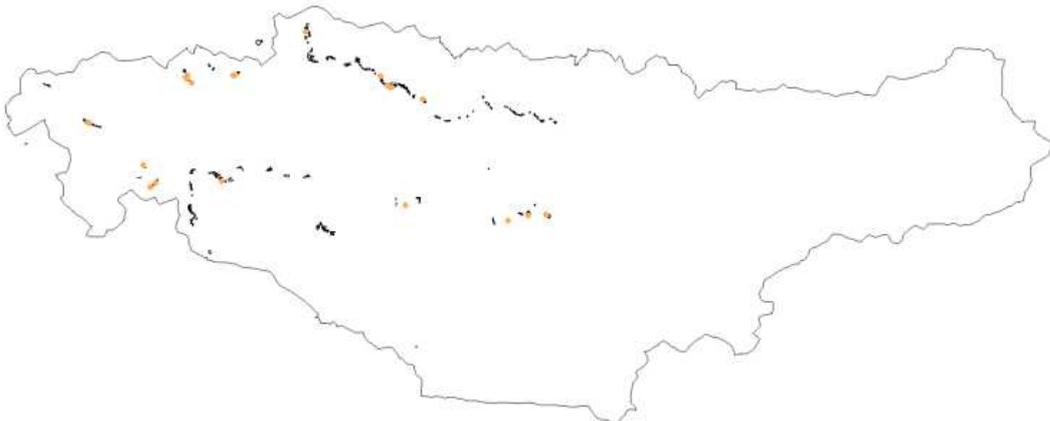


fig. 5) Illustration des délimitations issues de la base de données SNPN (297 polygones)

Cette base de données vectorielle a été intégrée dans la couche finale. L'intégration s'est faite lors de la photo-interprétation et les limites ont été redessinées lorsque la précision du tracé pouvait être améliorée au 1/3000. Cela s'avère nécessaire car la donnée initiale est principalement délimitée en fonction du parcellaire sans tenir compte du zonage à l'intérieur de ces parcelles.

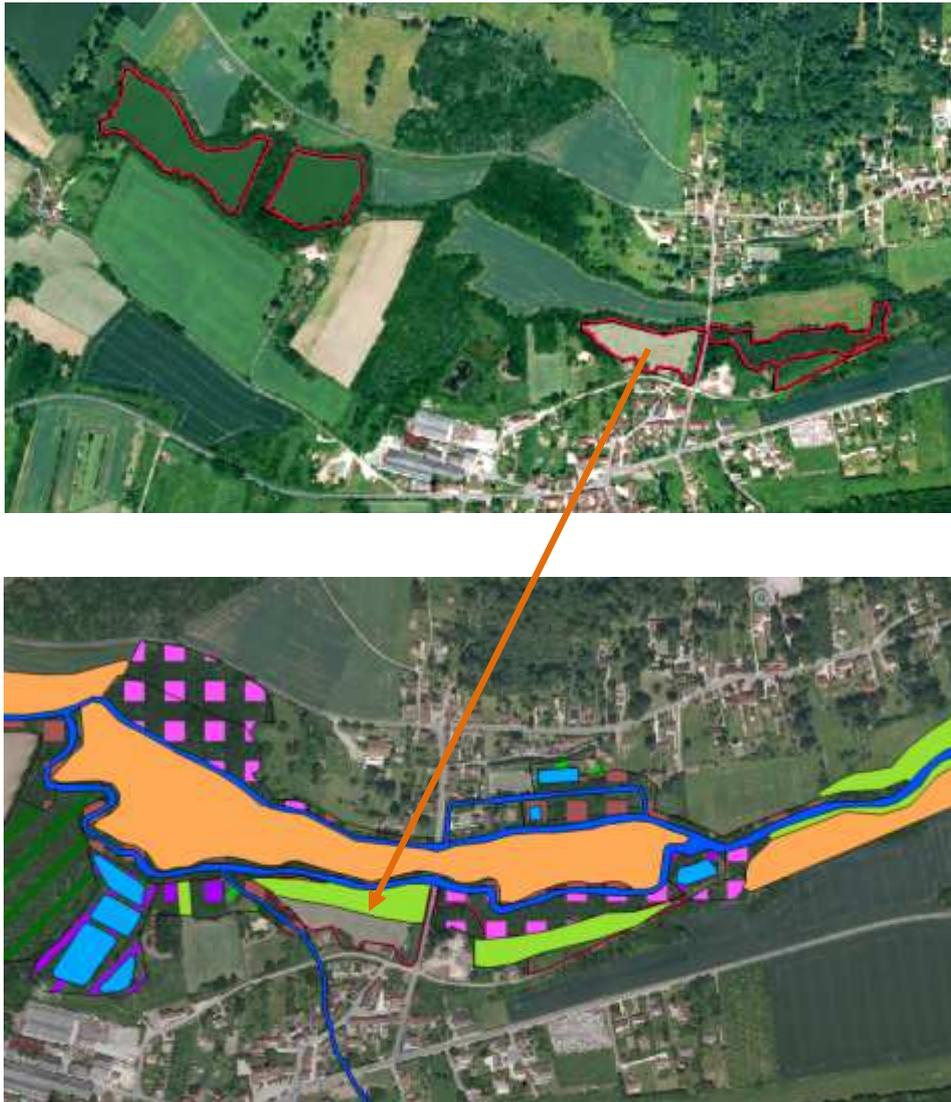


fig. 6) Illustration de la redélimitation des polygones SNPN (en haut) lors de la photo-interprétation (en bas).

Les polygones de la base de données sont reliés à une table attributaire contenant notamment un ID_HABITAT. Cet ID a été reporté dans la couche finale lorsqu'elle n'était pas recoupée par une autre information ou qu'elle était plus fiable (in situ).

ID_HABITAT	NATURE_OBS	COR_COMP
AH_77_00005	In situ	37.21 : Prairies humides atlantiques et subatlantiques
AH_77_00006	A distance	38.22 : Prairies de fauche des plaines médio-européennes
AH_77_00007	In situ	38.22 : Prairies de fauche des plaines médio-européennes

fig. 7) Illustration de la table attributive de la base de donnée SNPN

De la même manière, les 22 points de la couche « Habitats ponctuels » ont été contrôlés. Aucune zone tampon n'a été utilisée pour les données ponctuelles car le photo-interprète affichait la couche de point et délimitait en fonction de l'information présente sur les images. Pour les mares les plus petites, il utilise parfois l'outil cercle, car il lui est impossible au 1/3000 de délimiter finement à la souris de petites surfaces.

D) La cartographie des zones humides de l'AESN (Agence de l'Eau Seine Normandie)

Cette étude cartographique des zones à dominante humide a été finalisée en 2006 et avait comme objectif de dépeindre une situation générale de référence quant aux zones à dominante humide existantes afin de servir d'appui à des travaux de terrain plus détaillé et de « situation zéro » pour des études ultérieures sur l'évolution des zones humides du bassin.

Ces données sont issues d'une étude réalisée à l'échelle du 1/50 000 à partir d'une photo-interprétation d'orthophotoplans comprise entre le 1/15 000 et 1/18 000 en combinaison avec de l'imagerie satellitale Landsat. La typologie est à 2 niveaux : 7 types et 15 sous-types. À cela s'ajoute un indice de confiance de 1 à 5.

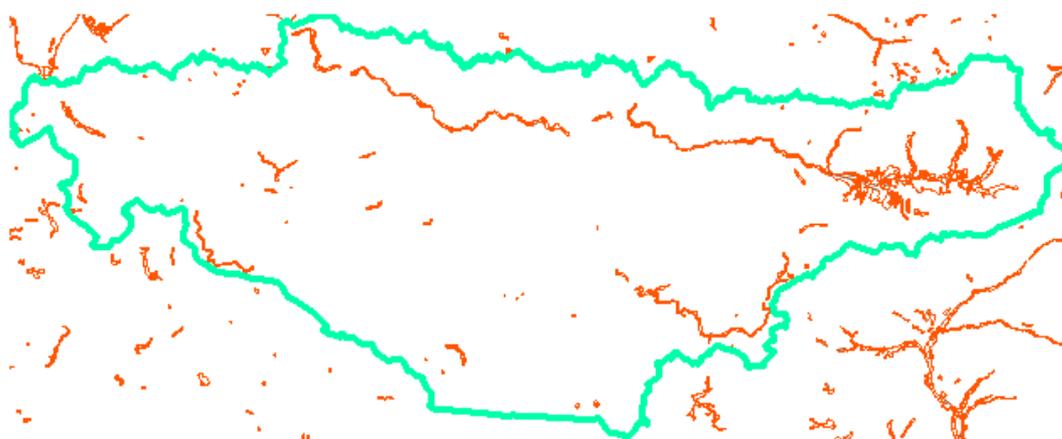


fig. 8) Illustration de la base de données AESN

Le problème de l'étude AESN est lié à son échelle. Elle est peu compatible avec le travail de photo-interprétation réalisé au 1/3 000 car la différence de précision de tracé est importante (5 fois moins bonne pour les parties dessinées au 1/15 000). Nous avons donc fait le choix de ne pas directement intégrer cette étude, mais de photo-interpréter en prenant l'étude AESN comme référence afin de contrôler la corrélation entre les deux données. Ainsi, les contours sont affinés sur la base de l'observation sur BD ortho.

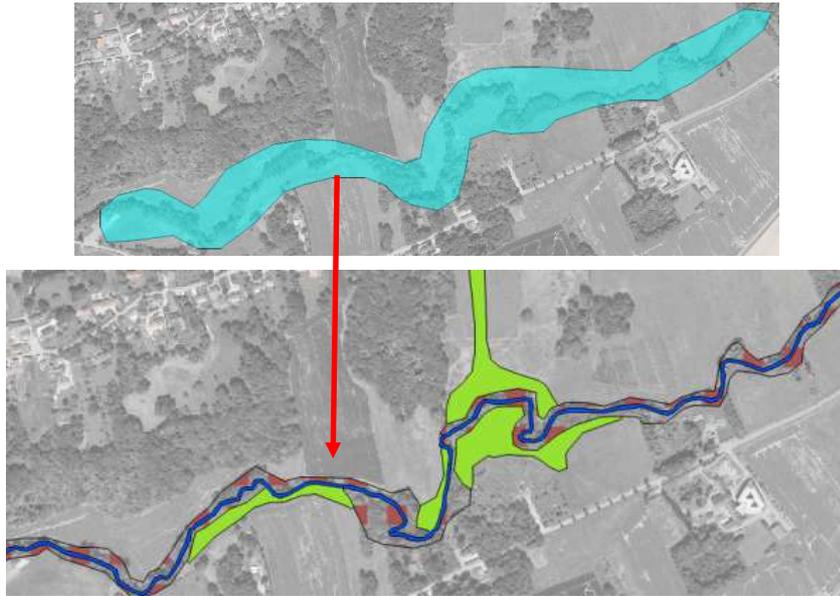


fig. 9) Illustration de la donnée AEN (en haut) et de la photo-interprétation (en bas)

E) La cartographie des zones humides de la DRIEE Champagne Ardenne

Cette étude cartographique des zones à dominante humide a été finalisée en 2010 et avait comme objectif de recenser les données relatives aux zones humides dans les différentes structures du territoire et d'en faire la synthèse. Elle se décline en deux couches vectorielles, l'une correspondant à de grandes enveloppes et l'autre plus détaillée mais focalisée sur les marais de saint Gond.



fig. 10) Illustration de la donnée DRIEE Champagne Ardenne sur les marais de saint Gond.

La difficulté d'utilisation de cette étude DRIEE Champagne Ardenne est liée à son échelle. Le travail réalisé entre le 1/25 000 et le 1/100 000 est peu compatible de photo-interprétation réalisé au 1/3 000. Nous avons donc fait le choix de ne pas directement intégrer cette étude, mais de

photo-interpréter en prenant les limites comme référence afin de contrôler la corrélation entre les données.



fig. 11) Illustration de la donnée DRIEE Champagne Ardenne (en haut) et de la photo-interprétation (en bas)

F) La cartographie des zones humides probables dans les zones agricoles de l'étude DRIEE IDF

Il s'agit d'une couche d'information réalisée par photo-interprétation sur image satellitales lors de l'étude DRIEE IDF. Ce travail avait alors été réalisé à une plus petite échelle que le 1/3000, générant une différence de précision et d'exhaustivité. Nous n'avons donc pas intégré cette donnée, mais redessiné et complété par photo-interprétation.

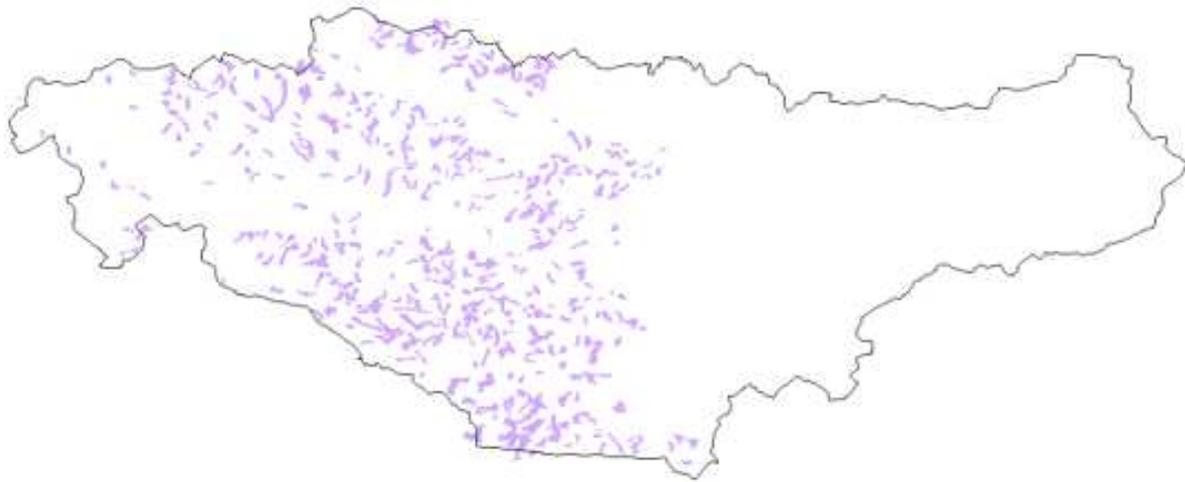


fig. 12) Illustration de la couche zones humides initiale

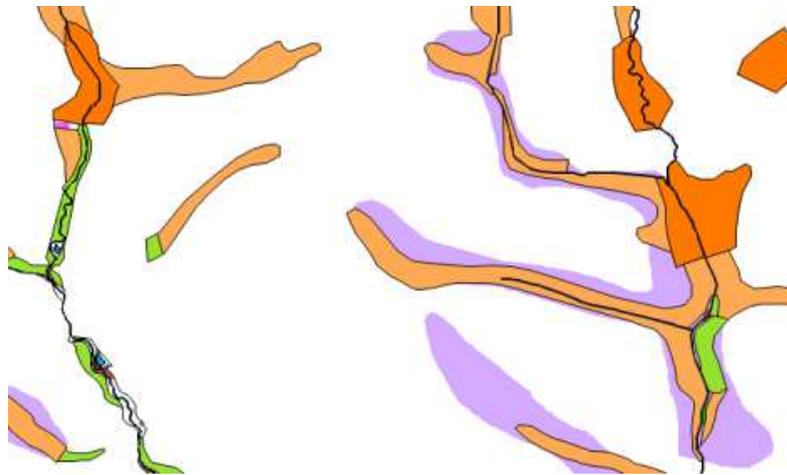


fig. 13) Illustration de la donnée initiale (en violet) et de la nouvelle photo-interprétation affinée au 1/3000.

3) Les données exogènes relatives à l'eau

A) Les données des inventaires des mares et plans d'eau de la SNPN (Société Nationale de Protection de la Nature)

Un inventaire des plans d'eau et des mares sur le département 77 a été mis à disposition de l'étude. Cette base de données est vectorielle ponctuelle.

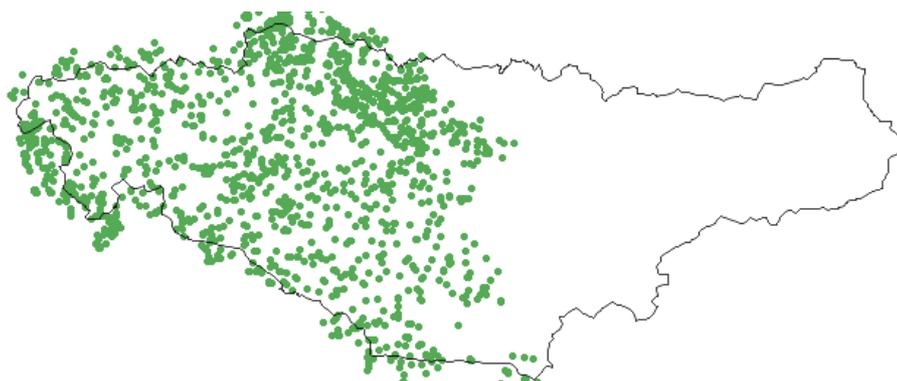


fig. 14) Illustration de la base de données ponctuelle de 1831 plans d'eau et mares

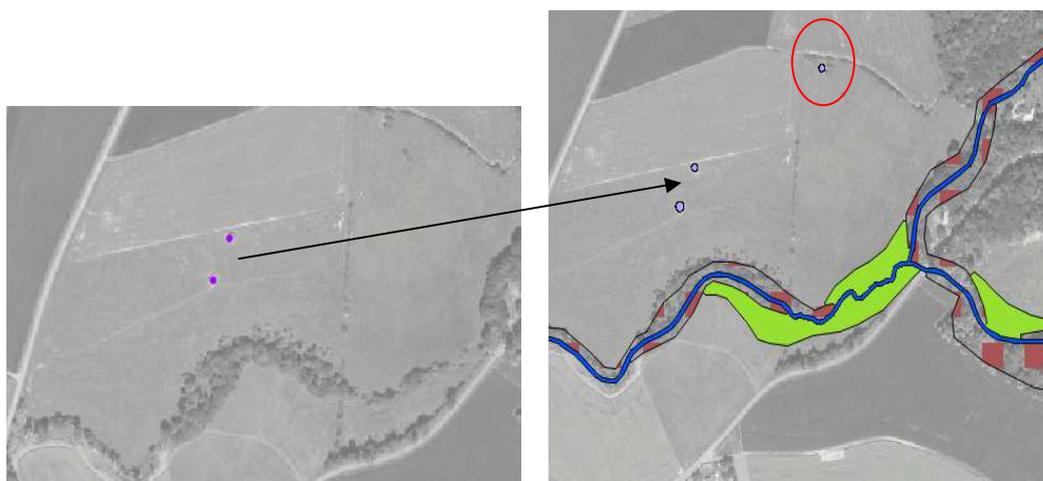


fig. 15) Illustration du report de l'information sur la couche de photo-interprétation

Beaucoup des plans d'eau étaient déjà présents dans la BD Topo et l'intérêt de la couche concernait surtout les mares qui ont été intégrées. Certaines mares n'ont pas été intégrées, car elles correspondaient à des éléments déjà écartés de la BD TOPO par la méthodologie de tri des plans d'eau, faite dans un premier temps. En revanche, d'autres non répertoriées ont été ajoutées comme le montre le cercle rouge ci-dessus. L'intégration n'a pas été systématique pour cause de surface minimale fixée à 30 m² mais également de doutes sur certaines d'entre elles. Ce choix de 30 m² a été imposé par l'échelle de travail : 30m² = 5.5 x 5.5 m soit 1.8 x 1.8 mm à l'écran. On voit donc, qu'en dessous de 30m², il est impossible au photo-interprète de dessiner le plan d'eau.

Aucune zone tampon n'a été utilisé pour intégrer les données ponctuelles car le photo-interprète affichait la couche de point et délimitait en fonction de l'information présente sur les images. Pour les mares les plus petites, il utilise parfois l'outil cercle, car il lui est impossible au 1/3000 de délimiter finement à la souris de petites surfaces.

B) Les données de la BD TOPO de l'IGN

La BD TOPO a été réalisée par photo-interprétation des photographies aériennes 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.

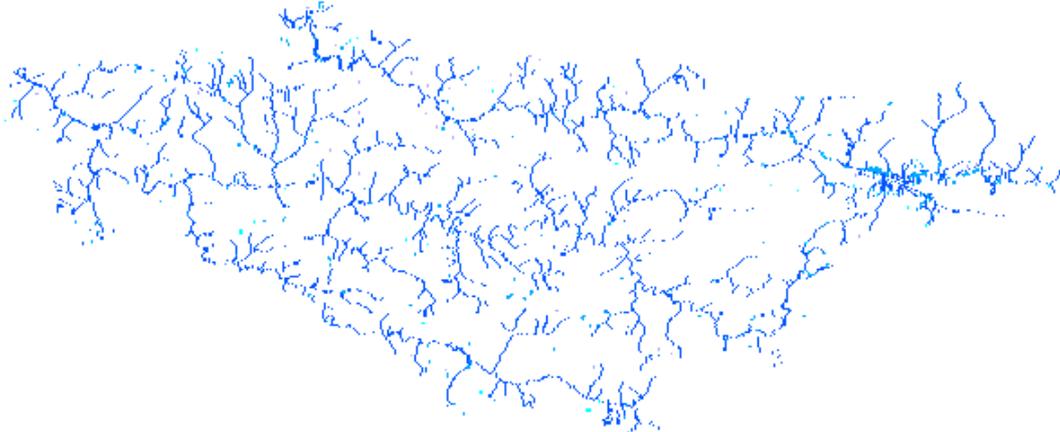


fig. 16) Illustration de l'assemblage des différentes BD TOPO des départements composant le SAGE des deux Morin

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.

Note : la partie DRIEE IDF mise à jour en 2010 sur une BD Ortho de 2003 a fait l'objet d'une nouvelle mise à jour sur la BD Ortho de 2010-2011 fournie par le SAGE.

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) Les données de la BD Carthage

La BD Carthage est une information complémentaire, ce qui est normal puisque sa trame est basée sur la BD TOPO et qu'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.

4) Les données exogènes définies sur le critère pédologique

A) Inventaire des étangs de CASSINI

La Carte de France dite "Carte de Cassini" doit son nom à une lignée d'astronomes et de géographes d'origine italienne qui s'installent en France dans le dernier tiers du XVIIe siècle. Lancée sous les auspices de l'Académie des Sciences en 1747, elle résulte du travail opiniâtre d'une succession de savants et d'ingénieurs qui, pendant un siècle et demi, vont s'employer à mettre au point de nouvelles méthodes de relevés tel que le demande un pays aussi vaste que la France. (Source site Internet du Laboratoire de démographie historique - École des hautes études en sciences sociales).



fig. 17) 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 (communication personnelle).

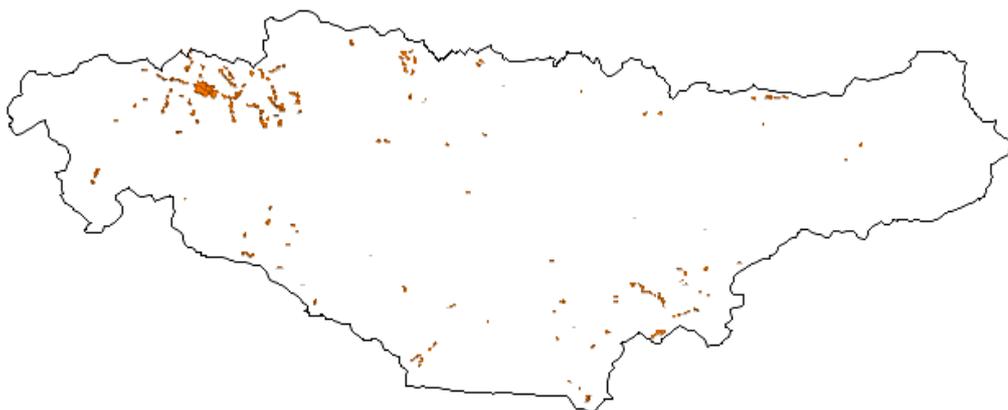


fig. 18) Illustration de la couche complète de Cassini

Ces étangs n'existent plus aujourd'hui, et cette localisation historique constitue une information sur les zones où il existe une potentialité de zones humides.

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.

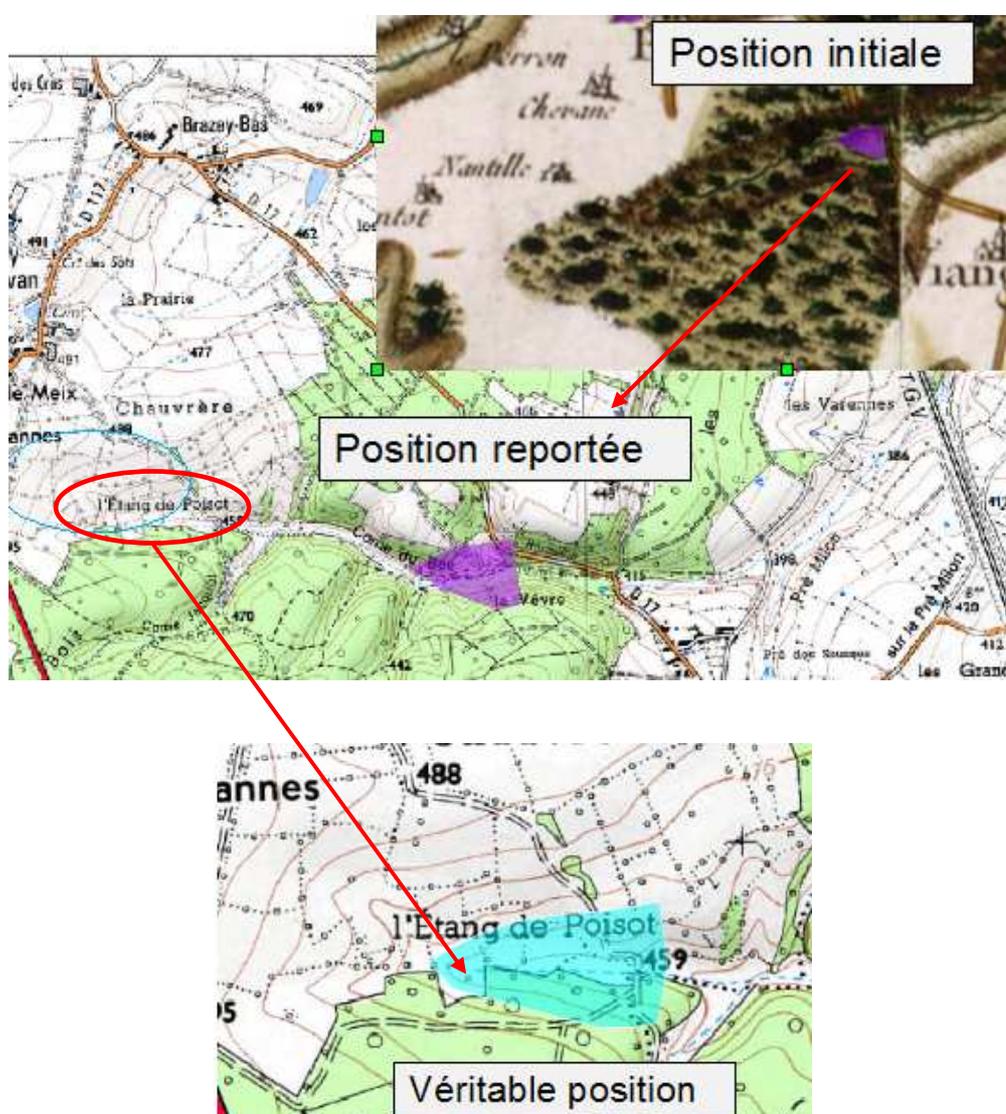


fig. 19) Illustration du recalage des cartes de Cassini sur la BD TOPO

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, comme dans l'exemple ci-dessous, permettant de dessiner les limites de l'étang en corrélation avec la topographie.

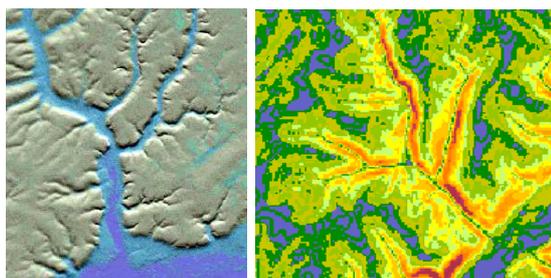


fig. 20) Illustration de la génération d'ombrages et de pentes du MNT pour l'aide au repositionnement des étangs de Cassini

5) Les données issues de traitements de données

A) L'indice IBK

a) Le Modèle numérique de terrain (MNT)

Le MNT utilisé pour l'étude est initialement à une résolution de 25 mètres, mais ce pas de 25 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 rééchantillonné à 50 mètres.

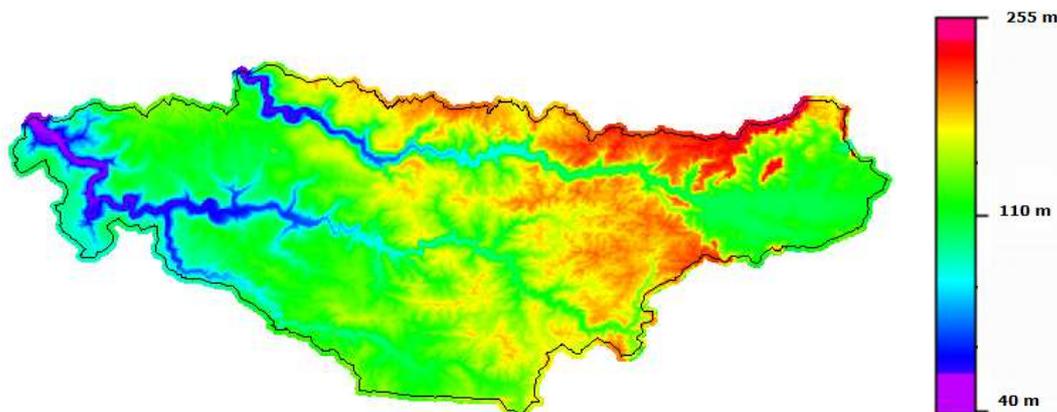


fig. 21) Illustration du MNT sur le SAGE des deux Morin

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. 22) Illustration d'un ombrage généré sur MNT IGN 25 m qui montre les sauts de valeurs dont la trace correspond parfaitement aux courbes de niveau du SCAN25.

De plus, les valeurs de ce MNT sont en entier (sans chiffres à virgule), ce qui pose le problème des faibles pentes, car cela génère des artefacts qui correspondent à des sauts de courbes de niveau. Sur l'exemple ci-dessous, on voit que sur 5 pixels de 25 mètres de large, si le dernier pixel présente un dénivelé de 2 mètres par rapport aux 4 autres, les 3 premières pentes relatives (en rouges) calculées ($\sin(\text{angle}) = \text{dénivelé}/\text{distance}$) sont égales à 0 et la dernière égale à 4.58° alors que la pente réelle (en vert) devrait être de 1.14° pour les 4 valeurs.



fig. 23) Schéma de deux types d'interpolation de la pente en fonction du point d'origine

Le résultat direct de toutes ces remarques est que le calcul des pentes sur ce MNT donne un résultat inexploitable en l'état. En effet, les pentes calculées même sur une fenêtre de 5x5 pixels ne reflètent pas toujours la réalité du terrain et génère des zones qui nécessiteront un traitement vectoriel.



fig. 24) Illustration du problème des faibles pentes calculées sur des nombres entiers.

b) 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

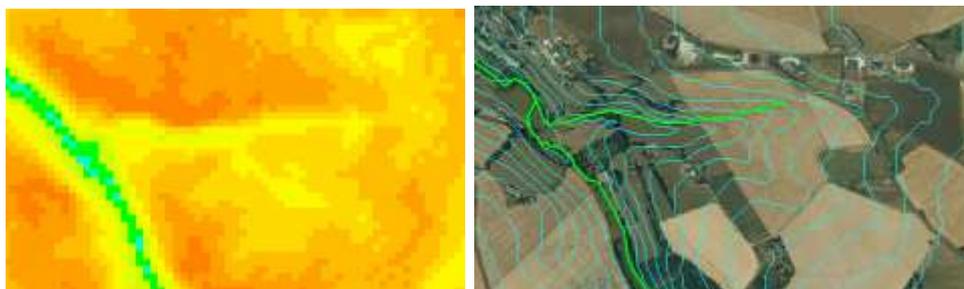


fig. 25) Illustration comparative entre l'IBK et les courbes de niveau sur fond de BD ORTHO

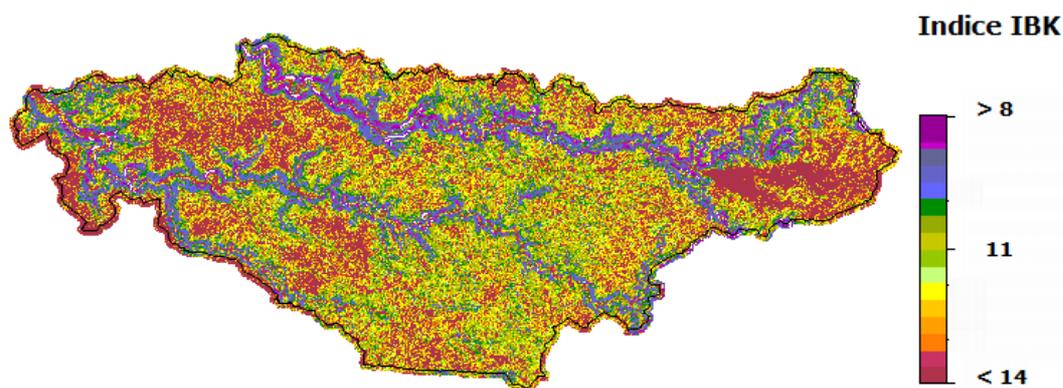


fig. 26) Carte de l'Indice topographique de Beven-Kirkby (IBK)

L'indice topographique de Beven-Kirkby (IBK) obtenu sur la zone d'étude est difficile à exploiter. Cette combinaison de la pente et de la surface drainée est particulièrement influencée par les surfaces de drainage qui sont chaotiques du fait du peu de pentes et d'un réseau anthropique de drainage important dans les parties agricoles comme forestières.

c) 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, il est préférable de disposer d'informations sur l'ensemble du SAGE pour corréliser les zones de présence effectives de zones humides et les valeurs de l'IBK. Les informations d'inventaires existants ne sont pas assez exhaustives sur l'ensemble du territoire et baser les seuils sur 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.

À partir des statistiques réalisées, on ne peut établir qu'un seul seuil de 15.2 représentant la forte probabilité de présence de zones humides qui correspondent à (90 %) de présence cumulée des échantillons utilisés pour le calibrage. Il n'a pas été possible de déterminer un second seuil représentant les probabilités moyennes car les statistiques passaient trop rapidement à de faibles pourcentages de présence cumulée sur les échantillons. Afin de palier à ce problème, nous avons fait le choix de contraindre le résultat par la présence effective de zones humides probables (tout indice de confiance confondu) ou non dans les enveloppes de l'IBK.

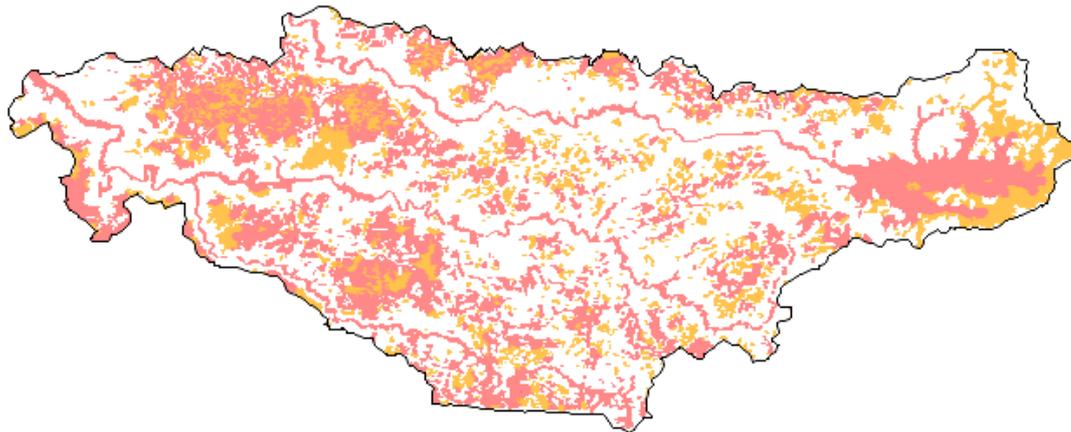


fig. 27) Carte des probabilités de présence de zones humides, à partir du calcul de l'IBK, du moyennement probable (orange) au plus probable (rouge)

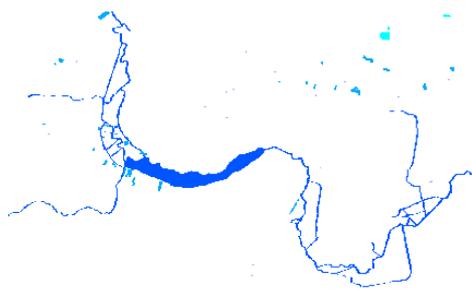
B) Création d'une enveloppe d'alerte autour du réseau hydrographique linéaire et surfacique

a) Préparation et mise à jour de la couche hydrographique

La première étape consiste à trier les informations attributaires de la couche BD TOPO « TRONCONS_EAU » afin d'en extraire l'information utile. 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.



VAL	Artif	Fictif	Perm
11	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
11	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
110	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
11	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
10	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
10	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

fig. 28) 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. 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.



fig. 29) Illustration d'éléments artificiels répertoriés dans la BD Topo

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.

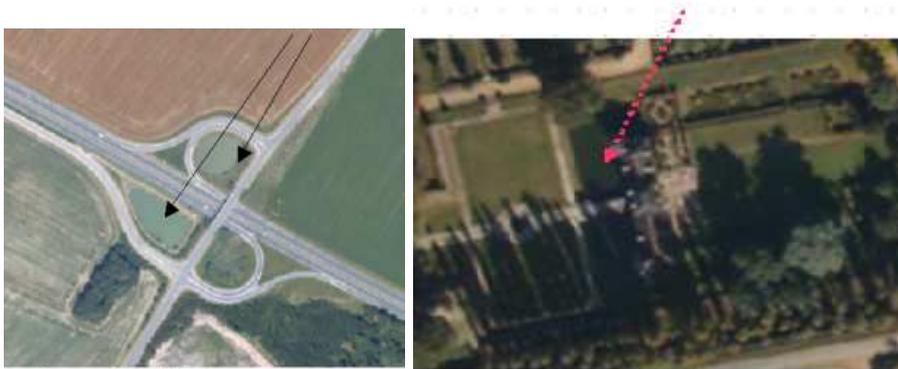


fig. 30) Illustration d'éléments artificiels de type bassin de rétention isolé ou plan d'eau de parc d'agrément.

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 autour de ces plans d'eau ferait passer la ferme elle-même en zone potentiellement humide, ce qui n'est évidemment pas le cas.



fig. 31) Illustration de cas de mares et de plans d'eau de fermes

b) Mise à jour de la BD ORTHO et de la BD Carthage

La BD Carthage est une information complémentaire essentiellement pour les cours d'eau. Elle apporte en effet peu d'information sur les plans d'eau et ne permet pas de distinguer les plans d'eau artificiels.

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. En jaune (en haut) on peut voir le résultat de la « fusion » des deux informations. Cette étape 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.

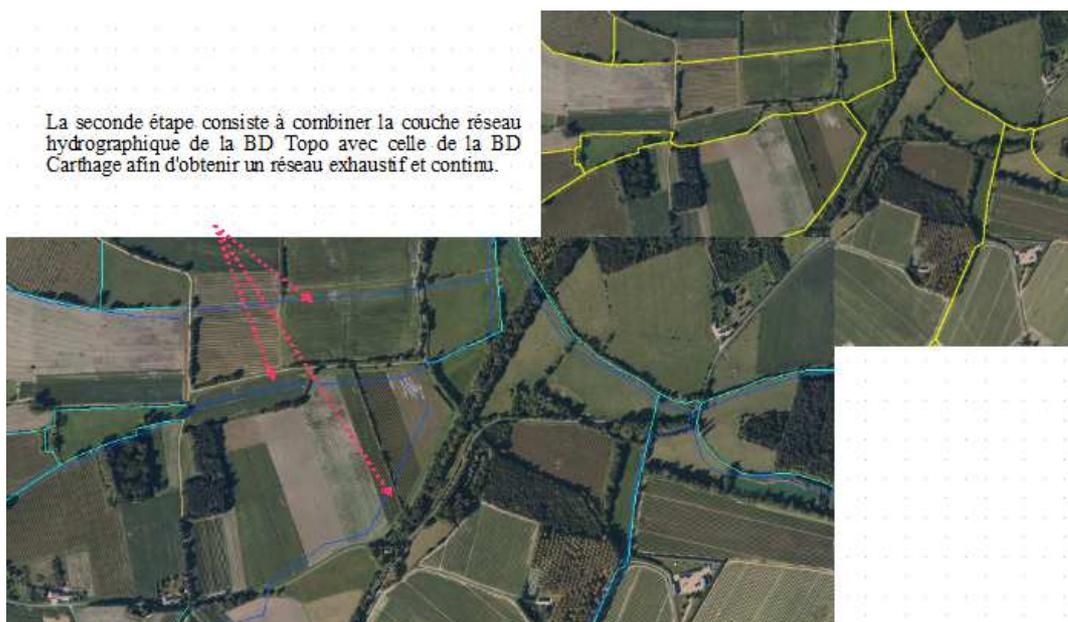


fig. 32) Illustration de la complémentarité de la BD Carthage et de la BD TOPO

Dans l'exemple ci-dessous, on montre dans la première vue que la BD Topo (en violet) n'est que fragmentaire, mais bien calée à l'image, alors que la BD Carthage (en vert) indique la continuité du réseau, mais de façon plus floue. Le travail a donc consisté à garder les éléments de la BD Topo puis de les compléter selon les indications de la BD Carthage tout en recalant le tracé par rapport à l'image.



fig. 33) Illustration de la complémentarité et de la précision 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.

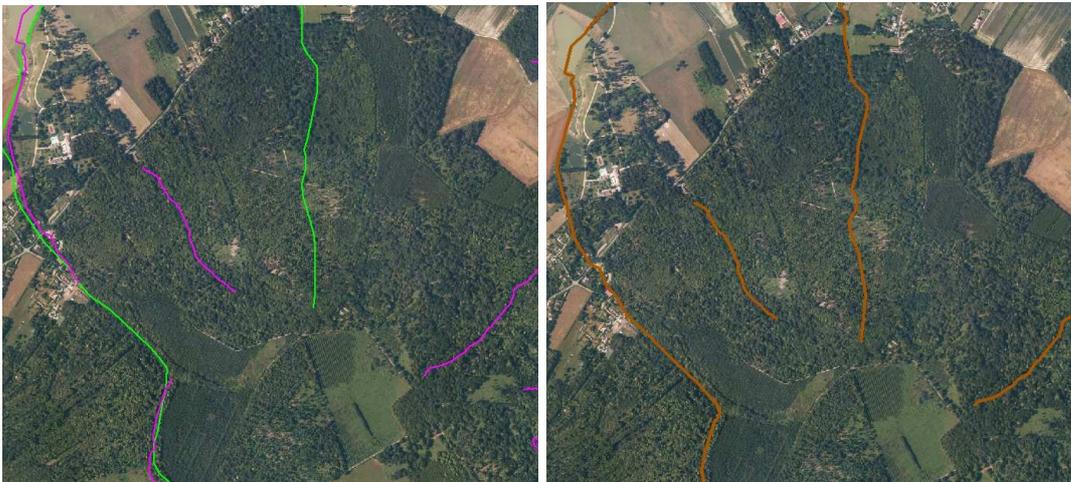


fig. 34) Illustration de l'intégration de la BD Carthage dans les zones forestières

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.

Il est à noter qu'une classe « Sédiments sur berges » a été définie pour identifier les zones sableuses en bordure de plan d'eau. Cette classe est très peu représentée.

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. Une fois mise à jour, la couche contenant les plans d'eau est codée afin de différencier les plans d'eau en exploitation des autres.

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.

Nomenclature de la couche : plans d'eau

CODE	DESCRIPTION
100	Cours d'eau principal
101	Canal
99	Plan d'eau (semi) naturel
98	Plan d'eau de gravière ou carrière encore en activité
97	Mares
95	Plan d'eau artificiel non utilisé pour la génération des zones tampon

fig. 35) Table des codes typologiques des plans d'eau

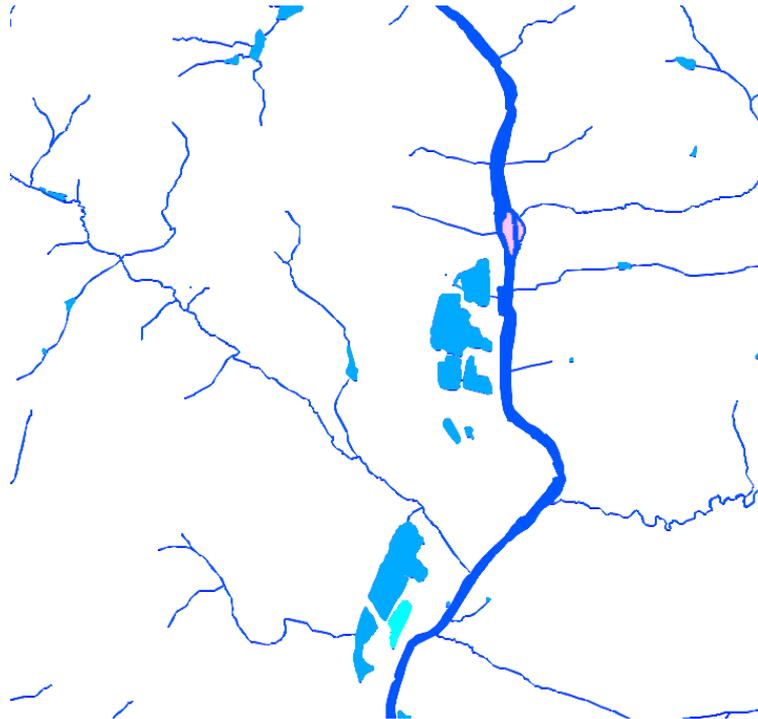


fig. 36) Extrait de la cartographie finale des plans d'eau qui comprend 1399 plans d'eau et mares.

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

c) Transformation du linéaire en polygonal

Les cours d'eau ont été transformés en polygones aux endroits où la largeur du réseau n'était pas assez importante pour que la BD TOPO en cartographie les deux bords (zone tampon). Ainsi on obtient un masque polygonal « eau » comprenant toutes les surfaces et le linéaire. La version du réseau non bufferisée a été également livrée.

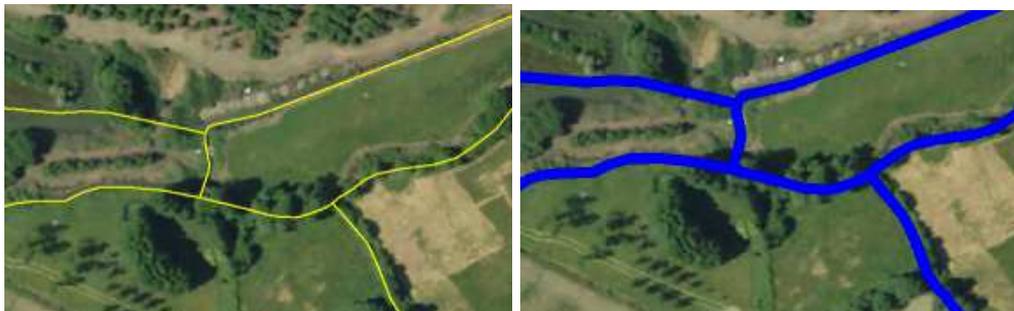


fig. 37) Illustration de la transformation du linéaire en surfacique par une zone tampon de 2.5 m

d) Secteurs de présence potentielle de zones humides autour du réseau hydrographique linéaire

La méthode consiste, une fois les différents tronçons de réseau extraits et triés, à appliquer une zone tampon autour du réseau

hydrographique (cours d'eau). Cependant, une simple « bufferisation³ » d'un réseau n'est pas satisfaisante, car elle ne tient pas compte des autres facteurs comme la topographie. 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 réseau.

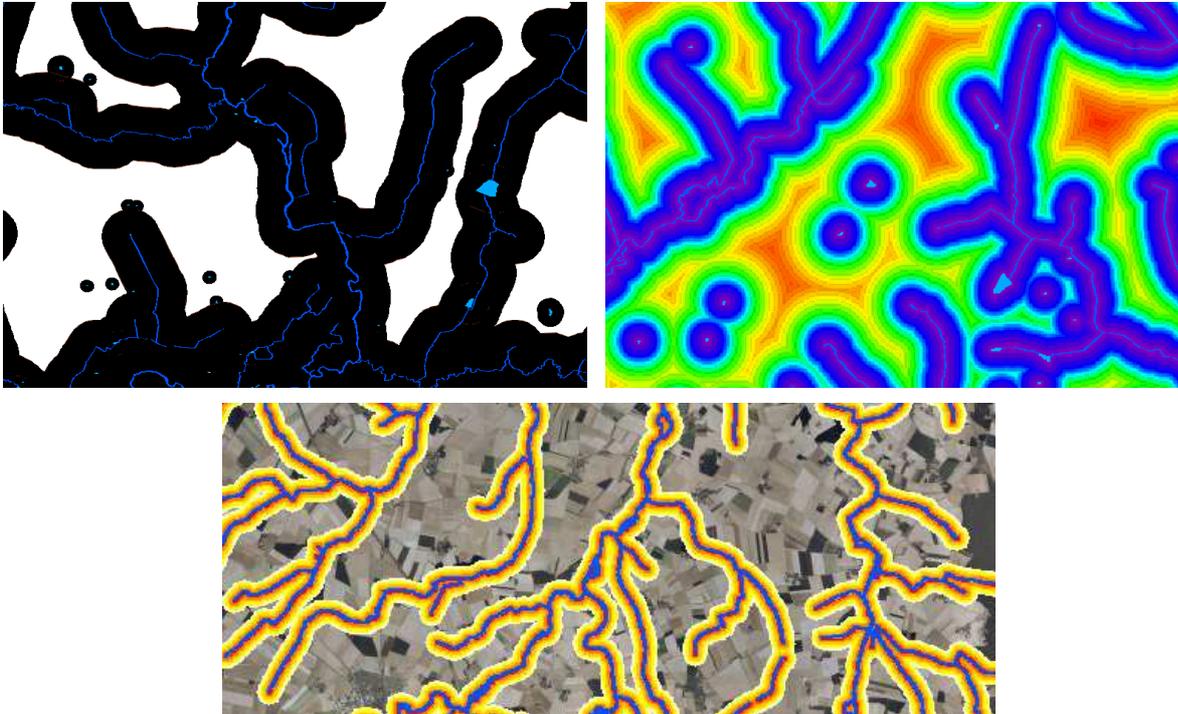


fig. 38) Illustration de la génération de la zone tampon sur le linéaire de réseau hydrographique est un algorithme simple prenant uniquement en compte la distance au réseau.

La première étape consiste en une génération d'une zone tampon de 250 mètres dont la pertinence devra être validée sur le terrain. On notera toutefois qu'une grande majorité des zones humides des inventaires existants se trouvent dans cette zone tampon de 250 mètres. 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'encaissement. 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 150 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.

³ Bufferisation : Génération automatique d'une enveloppe vectorielle autour d'un objet (ligne ou surface) selon une distance donnée. On parle également de « zone tampon ».

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 au seuillage des distances pour tenir compte de ces paramètres et notamment de la pente.

Dans un premier temps, on calcule une zone tampon de 250 m pour les cours d'eau et de 0 à 150 m pour les plans d'eau en fonction de leurs tailles :

Sup. à 1000 m² => zone tampon de 150 m

Sup. à 400 m² => zone tampon de 100 m

Sup. à 40 m² => zone tampon de 50 m

Inf. à 40 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 6° et qu'il peut s'étendre sur 250 à mètres sur une pente nulle.

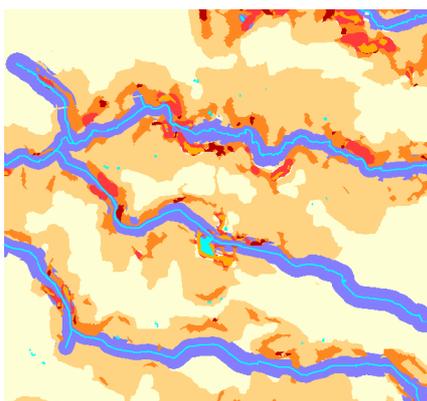


fig. 39) Illustration du résultat du calcul de la zone tampon en fonction de la pente

Pente	Distance / cours d'eau	Distance / plans d'eau
= 0	250 m	150 à 50 m
> 0 à 1°	200 m	150 à 50 m
2 à 4°	150 m	150 à 50 m
5 à 6°	50 m	50 m
> 6°	Rien	Rien

fig. 40) Tableau de méthodologie de calcul de la taille de la zone tampon en fonction de la pente

NOTE : ces paramètres sont légèrement différents de ceux utilisés pour l'étude DRIEE IDF et le zonage est plus enveloppant avec la méthodologie présente.

Étude 2Morin : 20 838 Ha de zone tampon sur la zone commune

Étude DRIEE : 11 745 Ha de zone tampon sur la zone commune

C) Intégration des inventaires CBNBP FLORA / ECOMOS / SNPN et photo-interprétations.

Les inventaires collectés ont 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 légèrement les contours pour caler à l'échelle de photo-interprétation du 1/3 000.

Ces zones humides ont été subdivisées lorsque nécessaire pour permettre de coder la typologie selon la nomenclature définie. Par défaut, le code de confiance attribué à ces zones est de 1, mais un changement d'indice de confiance reste à l'appréciation du photo-interprète pour les sites « ex-situ » de cette base de données.

En ce qui concerne les métadonnées⁴, le champ PROBABILITE a hérité d'une valeur « Très forte – Observation » ou « Avérée » lorsque la zone humide avait été inventoriée au sens strict de l'arrêté. L'origine des inventaires est précisée et le champ DIAGNOSTIQUE. Dans ce champ, la terminologie précise : PIAO + SNPN ou PIAO + ECOMOS ou PIAO + CBNBP pour indiquer que les limites sont potentiellement légèrement différentes.

Le terme PIAO dans le champ DIAGNOSTIC 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 (CBNBP FLORA, ECOMOS).

⁴ Métadonnées : c'est une donnée (ici sous forme de texte) servant à définir ou décrire une autre donnée, principalement les couches numériques vectorielles du SIG.



fig. 41) Exemple d'un cas douteux : le polygone rouge et une zone CBNBP ex-situ de transition.

Cette zone a une très grande superficie et est située sur une forte pente. Le photo-interprète a alors ajouté un code doute et un indice de confiance spécifique à ce cas de figure.

Pour l'inventaire l'ECOMOS POTENTIELLEMENT HUMIDE, l'intégration n'a pas été systématique, car les classes 3117xx (peupleraie) sont faciles à identifier sur les images. Si le photo-interprète n'en voyait pas (erreur ou abattage), le polygone ECOMOS n'était pas reporté.

DIAGNOSTIC	
PIAO	← Photo-interprétation seule
PIAO SNPN AH_77_00060	
PIAO + CASSINI	← Polygone ECOMOS Humide redessiné par PIAO
PIAO + ECOMOS HUM	
PIAO + ECOMOS HUM Doute	
PIAO + ECOMOS HUM + SNPN	← Polygone ECOMOS potentiellement humide validé par SNPN redessiné par PIAO
PIAO + ECOMOS POTHUM	
PIAO + ECOMOS POTHUM + SNPN	
PIAO + SNPN	
PIAO + SNPN AH_77_00252 - 253	
PIAO + SNPN AH_77_00254	← Les chiffres en rouge sont les identifiants des polygones dans les couches d'origine.
SCAN 25	
CARTE CASSINI	
CBNBP EXSITU 1 + SNPN	
CBNBP EXSITU 20	
CBNBP EXSITU 20 + SNPN AH_77_0	← Polygone CBNBP Humide ex-situ redessiné par PIAO
CBNBP EXSITU 9	
CBNBP EXSITU TR 97 Doute	← Le terme « Doute » est ajouté par le photo-interprète lorsqu'il considère que le caractère potentiellement humide n'est pas évident.
CBNBP EXSITU TR 98	
CBNBP INSITU 8	
CBNBP INSITU 9 + SNPN	
CBNBP INSITU TR 1 + SNPN	
CBNBP INSITU TR 8	
CBNBP INSITU TR 86 Doute	
ECOMOS POTHUM Doute	

fig. 42) Table des valeurs présentes dans le champ « Diagnostic ».

D) Intégration des informations pédologiques et géologiques issues de l'étude DRIEE IDF.

Cartes pédologiques 1/100 000.

Afin de prendre en compte cette information, une segmentation du travail effectué pour le SAGE a été réalisée. Elle consiste à intégrer les limites de la carte pédologique 1/100 000 sans modifier les codes du travail initial. Il est important de noter le différentiel d'erreur, non pas sur la validité des données pédologique, mais de la précision cartographique qu'implique l'échelle.

Le code typologie n'est donc pas modifié sauf dans les cas où cette information recoupe des codes 0 à 2 (probabilité de présence nulle à moyenne) alors le code TYPO vient prendre la valeur 3 (probabilité de présence forte) s'il s'agit Unité Cartographique (UC) de sols humides à 100 % et de valeur 2 (probabilité de présence moyenne) pour des UC de sols humides à plus de 60 %.

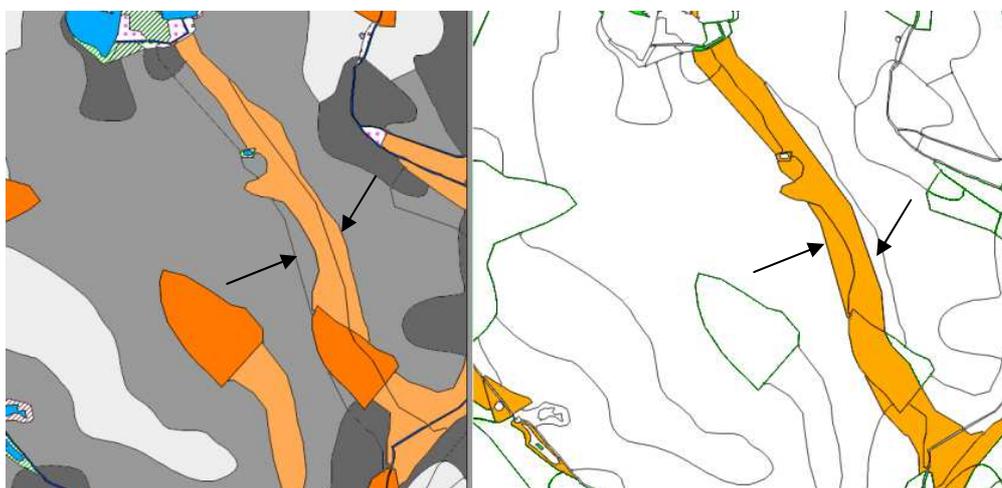


fig. 43) (À gauche : Étude SAGE) : Cassini en orange foncé ; ZH en domaine agricole en orange clair (à droite : Étude DRIEE) : en orange, couche pédologique 1/100 000

On voit au niveau des flèches dans l'exemple ci-dessus un décalage entre ce qui a été observé sur les photos aériennes et les données de la carte pédologique. Aux parties les plus décalées, celui-ci correspond à 62 m de décalage. Pour illustrer cette différence, si on considère une erreur de tracé d'un millimètre, on a :

Erreur d'un millimètre sur photo-interprétation 1/3000 = **3 m**

Erreur d'un millimètre sur carte 1/100 000 = **100 m**

Donc, les deux informations concordent, mais la position diffère uniquement en raison de l'échelle et des décalages que cela implique. C'est pourquoi cela pose un problème.

Cas des marnes vertes de la géologie 1/50 000

Afin de prendre en compte cette information, une segmentation du travail effectué pour le SAGE a été réalisée. Elle consiste à intégrer les limites des Marnes vertes de la carte géologique 1/50 000 à l'extérieur des zones cartographiées par photo-interprétation, c'est-à-dire que la segmentation n'a été faite que dans les zones de probabilité de présence.

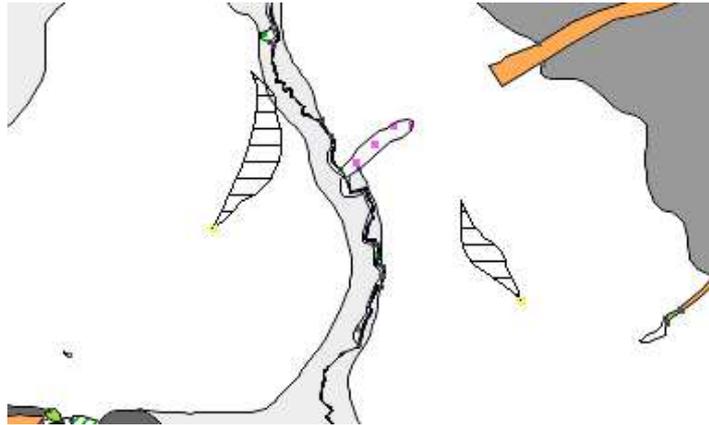


fig. 44) En hachuré, les marnes vertes qui seront assimilées aux zones de probabilité moyenne de présence.

Lorsque cette information recoupe des codes 0 à 1 (probabilité de présence nulle à faible) alors le code TYPO vient prendre la valeur 2 (probabilité de présence moyenne).

E) Correspondance avec l'étude DRIEE IDF

La correspondance avec l'étude DRIEE IDF est donc partielle pour deux raisons :

- Certaines couches telles que les cartes pédologiques 1/250 000 n'ont pas été réintégrés dans cette étude, car elles ont des échelles très éloignées de la présente étude.
- Les cartes géologiques 1/50 000 ont été réintégrés par agrégation aux zones de moyennes probabilités.
- Les cartes pédologiques 1/100 000 ont été réintégrés par agrégation aux zones de fortes probabilités.
- Certaines couches ont servi de références comme l'AESN et sont donc recoupées, mais affinées par la photo-interprétation.
- Les couches ECOMOS et CBNBP ont été intégralement reportées dans l'interprétation. Le tracé en a été corrigé et affiné lorsque nécessaire. Il faut noter que la mise à jour de la couche FLORA a été prise en compte par rapport à l'étude originale DRIEE IDF.
- Les couches des étangs de CASSINI et des zones humides en milieu agricole ont été reportées et le tracé en a été corrigé et affiné du fait de la meilleure échelle de photo-interprétation dans cette étude.
- Les plans d'eau et cours d'eau ont été intégralement intégrés dans cette étude, mais une mise à jour a été réalisée notamment sur les plans d'eau et mares.
- Le produit automatisé Zone Tampon Hydrographique a été refait avec des paramètres différents, mais surtout combiné avec l'indice IBK non utilisé dans l'étude DRIEE IDF. Toutefois, comme précisé précédemment, les nouveaux paramètres ont générés une enveloppe plus grande que l'IBK vient en plus compléter.

Cas de l'AESN :

L'exemple ci-dessous montre l'enveloppe initiale de la couche AESN en vert superposé au travail réalisé dans cette étude. On voit que la majorité de la photo-interprétation (en couleur) et les zones de forte probabilité (en gris sombre) recoupent bien cette information qui ne nécessitait donc pas une intégration à part entière.

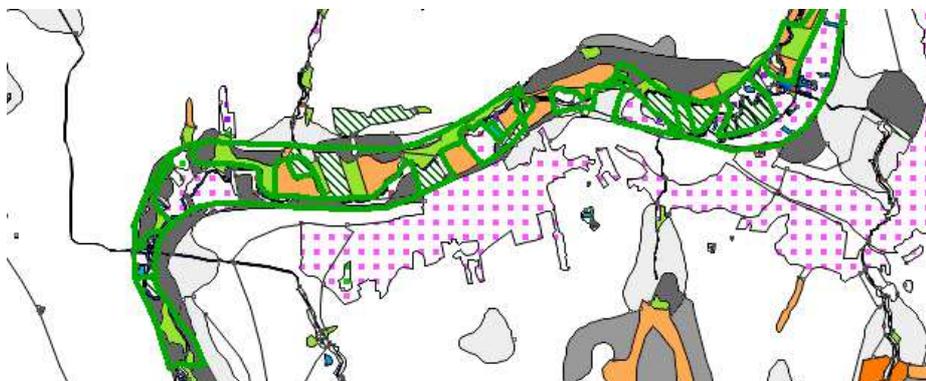


fig. 45) Cas de la couche AESN (en vert) : on remarque qu'elle est intégralement recoupée par les zones de probabilité forte et très forte

Cas de la pédologie 1/250 000 :

Dans le cas des cartes 1/250 000, l'erreur est encore plus importante que celle observable sur les cartes pédologiques 1/100 000 puisqu'un millimètre correspond à 250 m (ce qui fait jusqu'à 8 cm de décalage possible au 1/3000 ou 1 cm au 1/25 000).

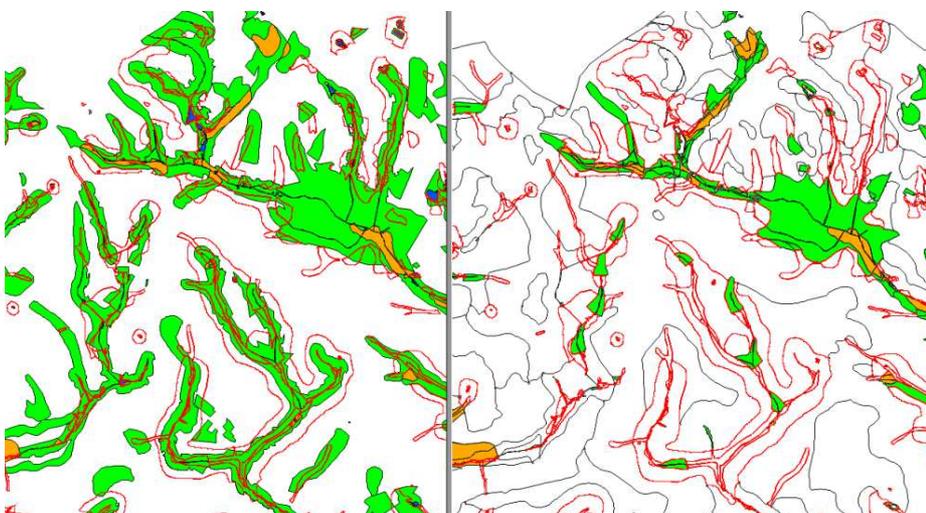


fig. 46) Correspondances à gauche : Étude DRIEE ; à droite : Étude SAGE

ETUDE Sage 2 Morin (à droite)

- En orange : éléments intégrés équivalents à la classe 2 (ECOMOS + CBNBP + PEDO 1/100000)
- En vert : éléments intégrés équivalents à la classe 3 (ECOMOS + CBNBP + PEDO 1/100 000 + CASSINI)
- Entouré de rouge : Reste de la Photo-interprétation + Zone de forte probabilité équivalente aux classes 2 ou 3 selon étude DRIEE

ETUDE DRIEE IDF (à gauche)

Jaune : Classe 1

En orange : classe 2

En vert : classe 3

Le tableau ci-dessous résume les différences méthodologiques entre les deux études.

Intégralement intégrés et identifiés sur les champs attributaire DIAGNOSTIQUE et CLASS_IDF
Polygones segmentés et reportés sur le champ CLASS_IDF
Présents mais redessinés au 1/3000 ou calculés avec d'autres paramètres (zone tampon)
Non intégré directement mais complètement recoupé par les zones de probabilité forte et très forte
Non intégrés

Classe		Masque
Classe 1	Délimitation de zones humides réalisées par des diagnostics de terrain selon des critères et méthodologie décrite dans l'arrêté du 24 juin 2008 modifié	CBNBP : Zone humide stricte avec expertise In situ
		CBNBP : Zone humide stricte avec expertise Ex situ
Classe 2	Zones humides identifiées selon les critères de l'Arrêté du 24 juin 2008 mais dont les limites n'ont pas été réalisées par des diagnostics de terrain (photo-interprétation) Ou Zones humides identifiées par des diagnostics terrain mais à l'aide de critères et/ou d'une méthodologie différents de celle de l'arrêté. Les limites et le caractère humide des zones peuvent être revérifiés par les pétitionnaires.	ECOMOS : Zones identifiées comme humides hors peupleraies
		Unité cartographique de sols humides à 100% dans les inventaires pédologiques au 1/100 000ème Zones identifiées comme humides sur les images satellitales localisés sur des UC de sol humides à + de 60% dans les inventaires pédologiques au 1/100 000ème
		Zones identifiées comme humides sur les images satellitales localisées sur des unités cartographiques de sol humides à + de 80% dans les inventaires pédologiques au 1/250 000ème
Classe 3	Probabilité importante de zones humides. Mais le caractère humide et les limites restent à vérifier et à préciser	CBNBP : habitats « p » : pro parte In situ et Ex situ
		AESN : Zones identifiées comme humides
		ECOMOS : Zones de peupleraies identifiées comme potentiellement humides
		«zone tampon» cours d'eau et plans d'eau
		CASSINI : Délimitation des étangs
		Unité cartographique de sols humides à 100% dans les inventaires pédologiques au 1/250 000ème
		Unités cartographiques de sol humides à + de 80% dans les inventaires pédologiques au 1/250 000ème (hors zones photo-interprétées sur images satellitales)
		Unité cartographique de sols humides à + de 60% dans les inventaires pédologiques au 1/100 000ème (hors zones photo-interprétées sur images satellitales)
Classe 5	Non humides	Zones identifiées comme humides sur les images satellitales qui ne sont pas situées sur des unités cartographiques de sols suffisamment humides pour rentrer dans l'autre classe (zones restantes)
		Géologie Marnes vertes
		Plan d'eau
		Réseau Hydrographique

fig. 47) Table des valeurs présentes

III) Télédétection

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).

1) Imagerie BD ORTHO

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 d'origines et de dates différentes a été utilisée.



fig. 48) Illustration de l'ensemble des BD ORTHO utilisées

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 comme le montre l'exemple ci-dessous.



fig. 49) Illustration de la différence de qualités de 2 BD ORTHO

2) Imagerie satellitale

A) Propriétés optiques des végétaux, de l'eau et du sol Notions de base de télédétection optique-infrarouge

Les propriétés spectrales des végétaux et du sol vont impacter sur la réponse enregistrée au niveau du satellite par le capteur. Toutes les plantes chlorophylliennes ont des feuilles qui absorbent de façon identique les différentes longueurs d'onde de la lumière.

Qualités intrinsèques des canaux en fonction des longueurs d'onde

- **Bleu** : pénètre quelques mètres dans l'eau, distinction des sols nus et différenciation des conifères et des feuillus.
- **Vert** : optimal pour la végétation et notamment de sa vigueur
- **Rouge** : bonne discrimination interne de la végétation
- **Proche infrarouge** : délimitation des surfaces en eau, structure de la végétation

B) Les données AVNIR (satellite ALOS)

Le satellite ALOS a été lancé en 2006. Il comporte trois capteurs: un Instrument panchromatique permettant la stéréo restitution (PRISM), qui est composé de trois ensembles de systèmes optiques pour mesurer l'altitude précise; le visible et le proche infrarouge (AVNIR-2), qui observe ce qui recouvre les surfaces terrestres, et le radar en bande L (Synthetic Aperture Radar) (PALSAR), qui permet d'acquérir des données de jours comme de nuit et quelques soient les conditions météorologiques.

Les caractéristiques du satellite et des images AVNIR sont

Résolution de 10 mètres pour les 4 Bandes spectrales

Échelle de travail optimale : 1/15 000

Description des bandes spectrales :

0.42 - 0.50 μm (visible bleu)

0.52 - 0.60 μm (visible vert)

0.61 - 0.69 μm (visible rouge)

0.76 - 0.89 μm (proche infrarouge)

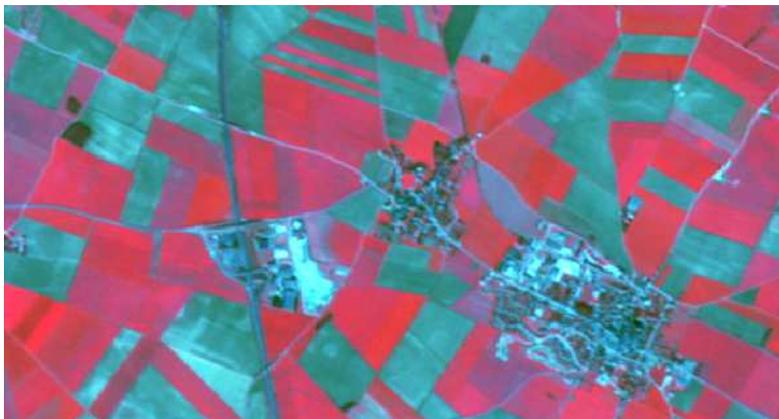


fig. 50) Extrait d'une image AVNIR

Chaque bande peut apporter des éléments qui permettront une meilleure discrimination des différents milieux. La saison des prises de vues choisies pour cette étude est de la fin d'hiver au printemps, car les sols nus facilitent la détection des zones humides notamment dans les parties agricoles.

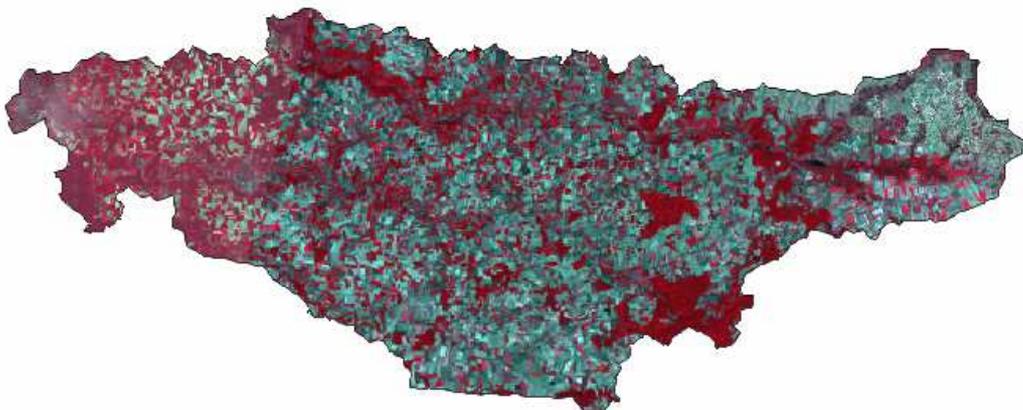


fig. 51) Illustration de la couverture image AVNIR du territoire du SAGE

La partie ouest de la zone est couverte par l'étude DRIEE IDF, nous avons donc complété la partie est en achetant une image de 2010 :

Sensor/Product	ID	Path	Frame	Date	Cloud	Pointing	Mode	Direction
AVNIR-2	ALAV2A245262620	330	2620	10/09/01	0 - 2%	0°	OBS	DESCENDING

C) Les prétraitements

Les traitements de base, géoréférencement et orthorectification, ont été réalisés sur la même référence cartographique et sur le même Modèle Numérique de Terrain afin de minimiser les décalages géométriques entre les scènes. L'orthorectification est un processus de calcul qui a comme objectifs de corriger les déformations de l'image liées au relief de façon à ce que l'image semble être prise à la verticale. Trois opérations de rectifications sont à réaliser lors du calcul de l'ortho-image:

- v Corriger l'inclinaison de la prise de vue
- v Rectifier l'inclinaison des objets due au relief
- v Corriger l'erreur de parallaxe⁵ commise à l'acquisition

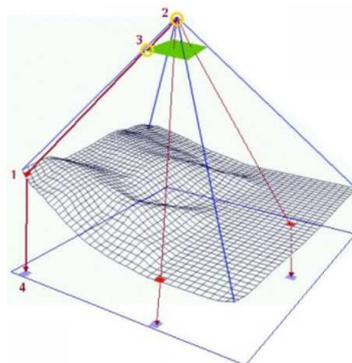


fig. 52) Schéma de la déformation lors de l'orthorectification

IV) Photo-interprétation

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.

⁵ Erreur de parallaxe : La parallaxe est l'incidence du changement de position de l'observateur sur l'observation d'un objet ou d'une surface. En d'autres termes, la parallaxe est l'impact de changement de position de l'observateur sur un objet observé.

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 différente si besoin est. L'échelle a été fixée au 1/3000 pour le tracé des zones humides.

2) Typologie de photo-interprétation

Chaque type de zone humide a ses propres caractéristiques tant au niveau biodiversité qu'au niveau fonction. Toutefois, il est impossible de quantifier l'intérêt d'un type de zone humide par rapport à une autre. En effet, le potentiel du réservoir biologique est fonction de l'état de santé de la zone humide et non de son type. C'est avant tout le niveau de dégradation d'une zone humide qui fait son efficacité.

A) Définition de la nomenclature

En photo-interprétation, il est nécessaire de respecter des règles strictes afin de minimiser les confusions. Ainsi, il est nécessaire de ne pas mélanger occupation du sol et fonction par exemple. De même, la relation à un autre paramètre ne doit pas entrer en conflit avec ceux déjà choisis.

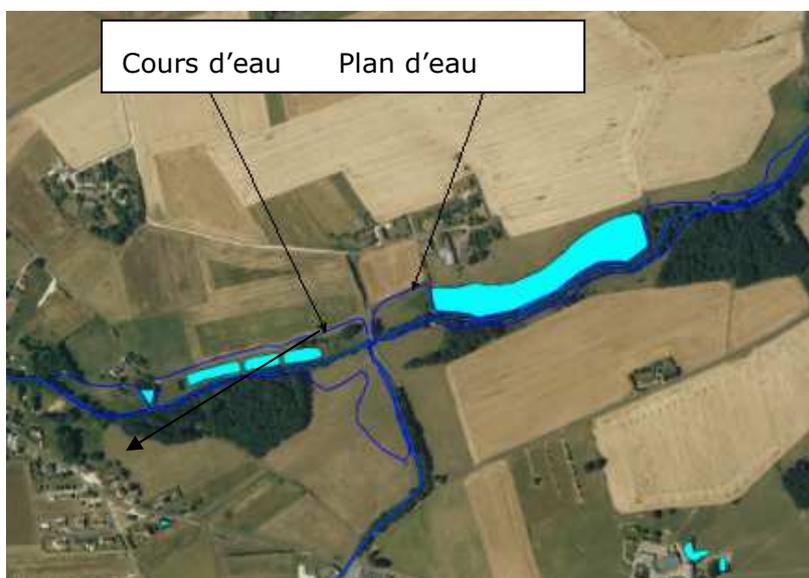


fig. 53) Illustration de la différenciation difficile entre zones humides de bordure de plans d'eau et zones humides de bordure de cours d'eau (Nomenclature SDAGE)

De même, la distinction est parfois difficile entre les zones humides de bord de cours d'eau et les zones humides de bordure de plan d'eau, comme le montre l'exemple ci-dessus, car une zone humide peut être les deux à la fois.

Prélocalisation des zones humides – SAGE des 2 Morin

Dans la nomenclature proposée, nous avons pris soin de distinguer l'occupation du sol qui correspond au premier niveau de la nomenclature, du milieu dans lequel la zone humide se trouve (2nd niveau de la nomenclature) et de la relation de la zone humide à l'eau (3ème niveau de la nomenclature). Ainsi, les confusions de classes sont inexistantes sauf cas très exceptionnel.

Sa Nature (occupation du sol)	Milieu dans lequel elle se trouve	Sa Relation à l'eau
(1) Surface cultivée	(1) Agricole	(1) Cours d'eau
(2) Surface en herbe		(2) Traces d'écoulement
(3) Zone inondée végétalisée	(2) Semi-naturel (type bassin de rétention, plantation, etc.)	(3) Plan d'eau naturel
(4) Boisement organisé (Type peupleraie)	(3) Péri exploitations matériaux (gravière/sablière)	(4) Plan d'eau artificiel
(5) Zone arborée (Forêt)		(5) Autre (dépression ou RH éloigné)
(6) Milieu arbustif naturel	(4) Zone naturelle	(6) Ile du RH
(7) Linéaire arboré (ripisylve)		

fig. 54) Table de la nomenclature finale retenue

NOTE : Le niveau 3 est ajouté par requête SIG sur la base des relations au cours d'eau et plans d'eau.

NOMENCLATURE		CODE TYPOLOGIE	
1	Surface cultivée	1 1	Surface cultivée en zone agricole
2	Surface en herbe	1 2	Surface cultivée en zone aménagée (loisir, plantation ou EP)
3	Surface inondée végétalisée	1 3	Surface cultivée en zone périphérique aux extractions de matériaux
4	Boisement organisé	1 4	Surface cultivée en zone naturelles
5	Milieu arboré (Forêt)	2 1	Surface en herbe en zone agricole
6	Milieu arbustif	2 2	Surface en herbe en zone aménagée (loisir, plantation ou EP)
7	Linéaire arboré	2 3	Surface en herbe en zone périphérique aux extractions de matériaux
		2 4	Surface en herbe en zone naturelles
		3 1	Surface inondée végétalisée en zone agricole
		3 2	Surface inondée végétalisée en zone aménagée (loisir, plantation ou EP)
		3 3	Surface inondée végétalisée en zone périphérique aux extractions de matériaux
		3 4	Surface inondée végétalisée en zone naturelles
		4 1	Boisement organisé en zone agricole
		4 2	Boisement organisé en zone aménagée (loisir, plantation ou EP)
		4 3	Boisement organisé en zone périphérique aux extractions de matériaux
		4 4	Boisement organisé en zone naturelles
		5 1	Milieu arboré (Forêt) en zone agricole
		5 2	Milieu arboré (Forêt) en zone aménagée (loisir, plantation ou EP)
		5 3	Milieu arboré (Forêt) en zone périphérique aux extractions de matériaux
		5 4	Milieu arboré (Forêt) en zone naturelles
		6 1	Milieu arbustif en zone agricole
		6 2	Milieu arbustif en zone aménagée (loisir, plantation ou EP)
		6 3	Milieu arbustif en zone périphérique aux extractions de matériaux
		6 4	Milieu arbustif en zone naturelles
		7 1	Linéaire arboré en zone agricole
		7 2	Linéaire arboré en zone aménagée (loisir, plantation ou EP)
		7 3	Linéaire arboré en zone périphérique aux extractions de matériaux
		7 4	Linéaire arboré en zone naturelles

fig. 55) En bleu, les classes identifiées sur la BD Ortho au niveau 1 et 2 de la nomenclature. Les classes en bleu n'existent pas

B) Relation à la nomenclature SDAGE

Plusieurs études ont été réalisées suivant la nomenclature proposée par le SDAGE. Comme indiqué précédemment, cette nomenclature pose le problème du mélange des critères de discrimination. Ainsi, l'occupation du sol est dominante pour certaines alors que c'est la relation au cours d'eau qui l'est pour d'autres. La « zone humide ponctuelle » quant à elle se base sur le critère d'isolement et de taille. Ceci implique une difficulté de classement des zones humides photo-interprétées.

CODE	Nomenclature
1	Boisement organisé
2	Champ humide
3	Peupleraie
4	Ripisylve
5	Zone humide ponctuelle
6	Zone humide de bordure de cours d'eau
7	Zone humide artificialisée
8	Zone humide de bordure de plan d'eau
9	Marais

fig. 56) Table de la typologie de la nomenclature SDAGE

Dans le cadre de cette étude, il a été décidé de ne pas utiliser cette nomenclature pour la photo-interprétation, mais de garder un lien avec cette nomenclature. Une requête SIG a donc été élaborée pour faire le lien entre les polygones de zones humides réalisés et cette nomenclature. Il est donc possible d'avoir un même polygone rattaché à plusieurs entités de la nomenclature.

En premier :

- 1) pour toutes les ZH en bordure (*) de plan d'eau -> lien vers classe 8
- 2) pour toutes les ZH en bordure (*) de cours d'eau -> lien vers classe 6
- 3) Pour les ZH non rattachées au cours d'eau ni aux plans d'eau -> lien vers classe 5

Puis :

- 4) pour les objets de classes 54 et 52 -> lien vers classe 1
- 5) pour les objets de classes 11, 21 et 22 -> lien vers classe 2
- 6) pour les objets de classe 42 -> lien vers classe 3
- 7) pour les objets de classes 72 et 74 -> lien vers classe 4
- 8) pour les objets de classe 34 -> lien vers classe 9

Il ne reste les classes 24, 62 et 64 qui ne seront rattachées que par les trois premières règles.

(*) sur une longueur significative et non ponctuellement.

C) Explications de la nomenclature utilisée lors de l'interprétation

Surface cultivée en zone agricole (11)

La photo-interprétation se base sur ce qui est visible et la pédologie n'en fait pas partie. Seules les zones où un lessivage ou une humidité présente au moment de la prise de vue peuvent être cartographiées. Cette classe regroupe donc les parcelles cultivées ou en labours dans lesquelles des zones humides sont visibles grâce à des taches sombres liées à des dépressions, des écoulements ou des paléo-écoulements. Généralement, on observe la continuité des écoulements dans les zones adjacentes. Parfois, une végétation opportuniste marque la présence d'eau. La délimitation ne suit pas la limite de la parcelle, mais bien la zone potentiellement humide.



fig. 57) Cas de traces d'écoulement dans un champ



fig. 58) Cas de zones d'humidité dans un champ (nappe ou dépression)



fig. 59) Cas de traces d'écoulement dans un champ

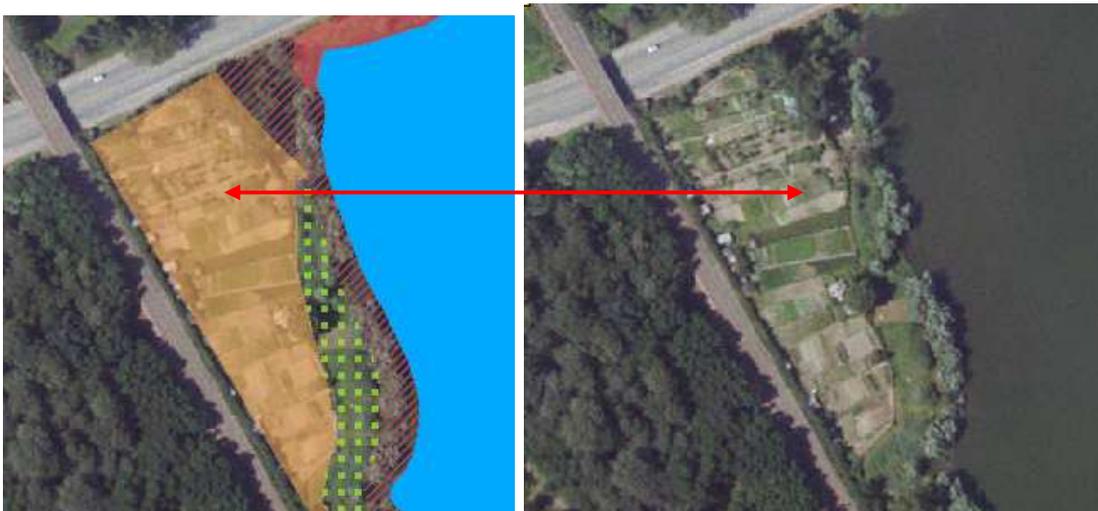


fig. 60) Cas de jardins ouvrier au bord d'un plan d'eau

Surface en herbe en zone agricole (21)

Cette classe correspond à des parcelles en herbe dans lesquelles des zones humides sont visibles par des taches sombres liées à des dépressions, des écoulements ou des paléo-écoulements. La délimitation ne suit pas la limite de la parcelle, mais bien la zone potentiellement humide.

Est considéré comme agricole, toute parcelle dont des traces indiquent une exploitation : animaux, traces d'animaux, fauchage, absence de végétation opportuniste, drainage, etc. Il est difficile en l'absence de ces indicateurs de distinguer prairies naturelles des prairies agricoles. Toutefois, une parcelle dont toutes les voisines sont des zones en cultures ou en prairies exploitées/pâturées sera considérée comme en «zone agricole ».



fig. 61) Cas de prairies pâturées le long d'un cours d'eau

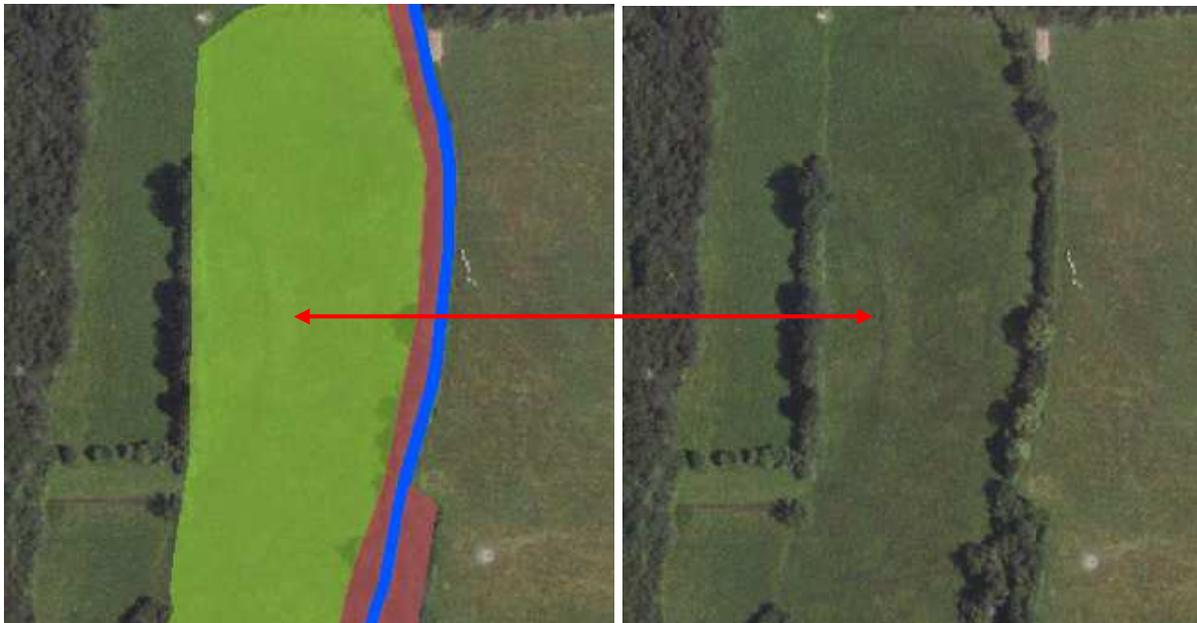


fig. 62) Cas de prairies en milieu majoritairement agricole le long d'un cours d'eau



fig. 63) Cas de prairies drainées



fig. 64) Cas de prairies pâturées et drainées le long d'un cours d'eau

Surface en herbe en zone aménagée (22)

Cette classe correspond à des parcelles en herbe dans lesquelles des zones humides sont visibles par des taches sombres liées à des dépressions, des écoulements ou la proximité immédiate d'un plan d'eau.

Généralement, la parcelle n'est pas exploitée dans un but agricole, mais est aménagée (chemins, accueil du public, etc.). Bien que la végétation puisse être naturelle, elle est considérée comme non-naturelle du fait de l'aménagement.



fig. 65) Cas de zones +/- entretenues au bord d'un plan d'eau



fig. 66) Cas de zone aménagée au bord d'un plan d'eau

Surface en herbe en zone naturelle (24)

Cette classe correspond à des zones en herbe dans lesquelles des zones humides sont visibles par des taches sombres liées à des dépressions, des écoulements ou des paléo-écoulements. La délimitation ne suit pas la limite de la parcelle, mais bien la zone potentiellement humide.

Est considéré comme naturelle, toute parcelle dont rien n'indique une exploitation à but agricole et dans laquelle une opportuniste et hétérogène s'est installée. Il est possible que certaines parcelles soient « agricole », mais qu'au moment de la prise de vue, rien ne permette de l'affirmer.



fig. 67) Cas de zones en herbe très humides et présentant une végétation plutôt naturelle.



fig. 68) Cas de zones humides en herbe et présentant une végétation hétérogène et peu/pas entretenue ou exploitée.

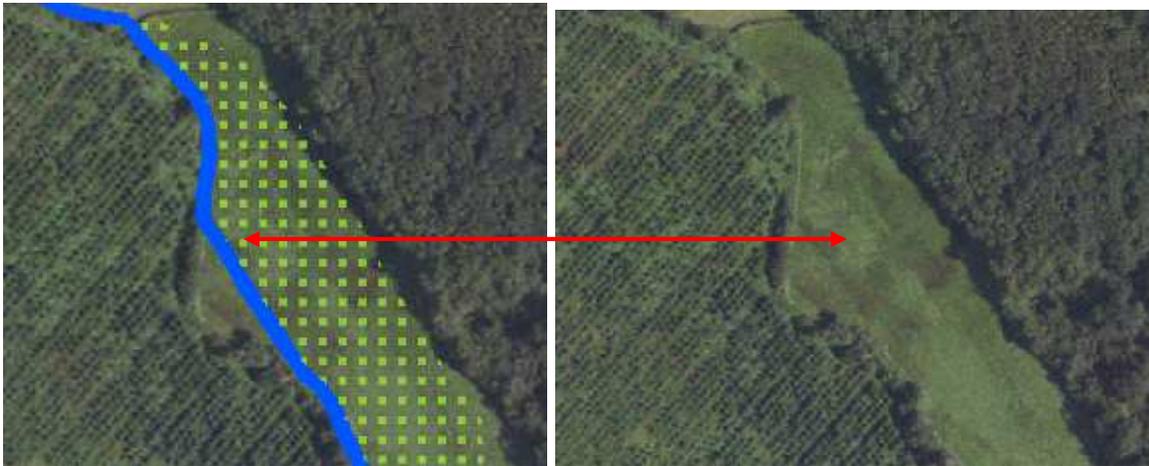


fig. 69) Cas de zones en herbe très humides peu/pas entretenues ou exploitées.

Surface inondée végétalisée en zone naturelle (34)

Cette classe correspond à des zones où l'eau réside une partie de l'année, mais sur lesquelles, la végétation est présente. Il s'agit principalement de zone de battement des eaux en fonction des niveaux d'eau de grands plans d'eau ou de zones le plus souvent inondées, comprises entre des cours d'eau.

La végétation y est du type roseaux, joncs, etc. que l'on retrouve dans les marais.

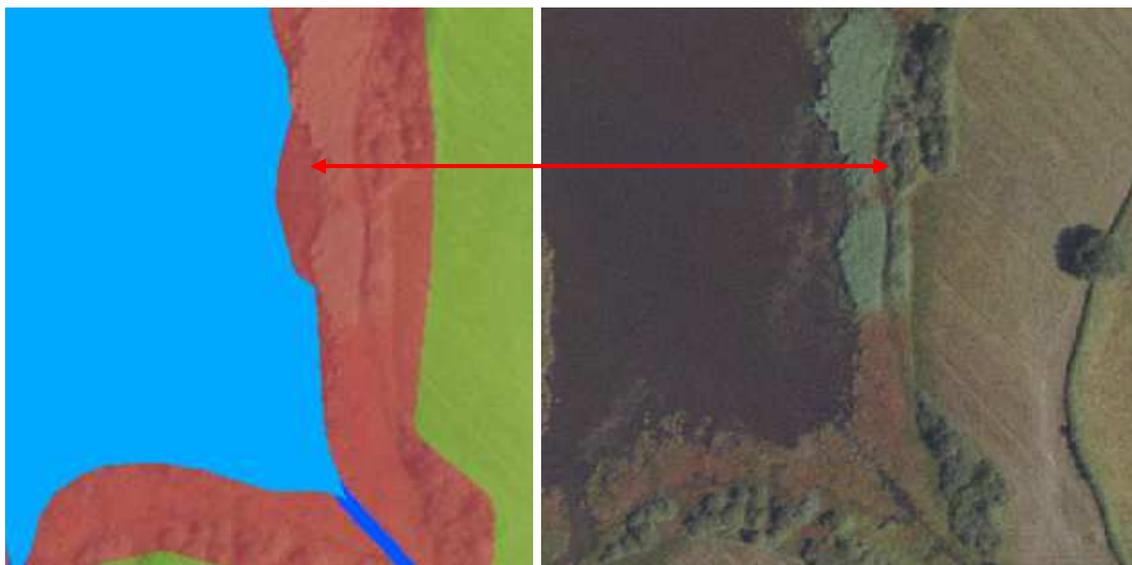


fig. 70) Cas de zone de battement des eaux d'un plan d'eau



fig. 71) Cas de zone de déversement de cours d'eau dans une dépression

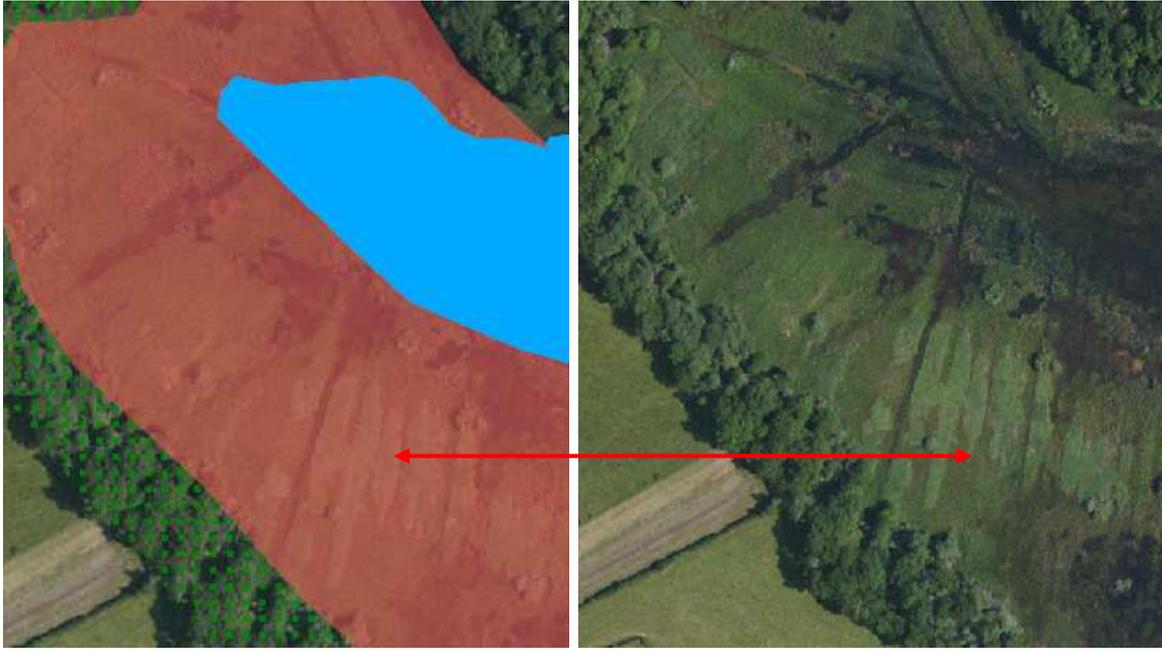


fig. 72) Cas de zone de battement des eaux d'un plan d'eau

Boisement organisé en zone aménagée (42)

Cette classe correspond essentiellement aux 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.



fig. 73) Cas d'une zone de plantation de peupliers

Milieu arboré en zone aménagée (52)

Cette classe assez peu présente correspond à des zones arborées résiduelles en milieu urbain ou aménagé. On trouve notamment dans cette classe presque toutes les îles de plans d'eau arborées.

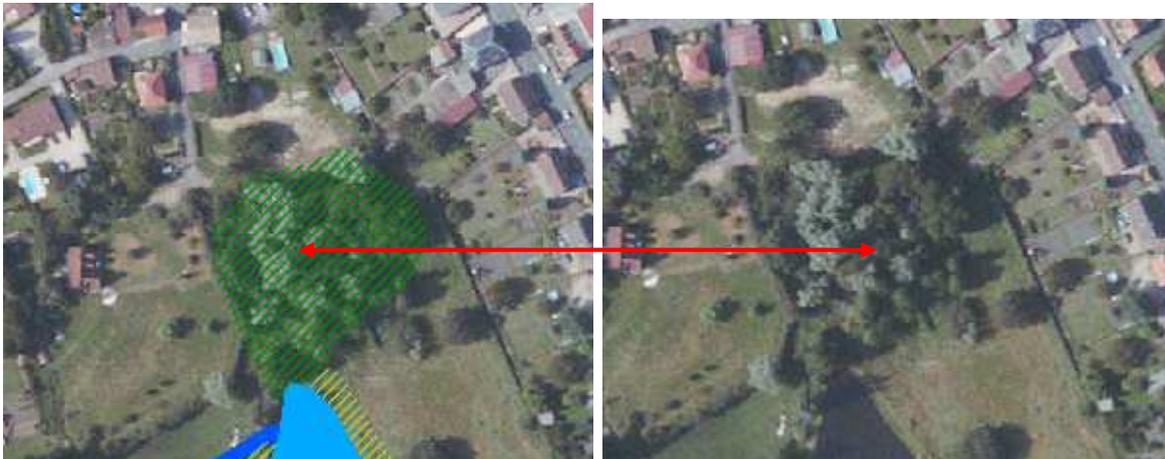


fig. 1) Cas d'une zone arborée en milieu urbain dont les espèces et la proximité d'un plan d'eau laissent supposer qu'elle est humide



fig. 2) Cas d'une zone arborée au milieu d'un plan d'eau

Milieu arboré en zone naturelle (54)

Cette classe correspond aux milieux forestiers. Il peut s'agir de zones humides en forêt ou en zone résiduelle (bosquet). Rien n'indique dans ces zones une plantation ou une exploitation. Les conifères sont exclus de cette classe. Généralement, les feuillages « blancs » ont été pris en compte, car ce sont des indicateurs d'essences hydrophiles, mais ce n'est pas systématique.

Les zones boisées humides sont difficiles à identifier et en dehors des inventaires, il est rare que cette classe ne soit pas cartographiée dans les zones en bordure ou traversées par un cours d'eau.



fig. 3) Cas d'une zone arborée traversée par un cours d'eau et dont les zones voisines montrent des signes d'humidité.

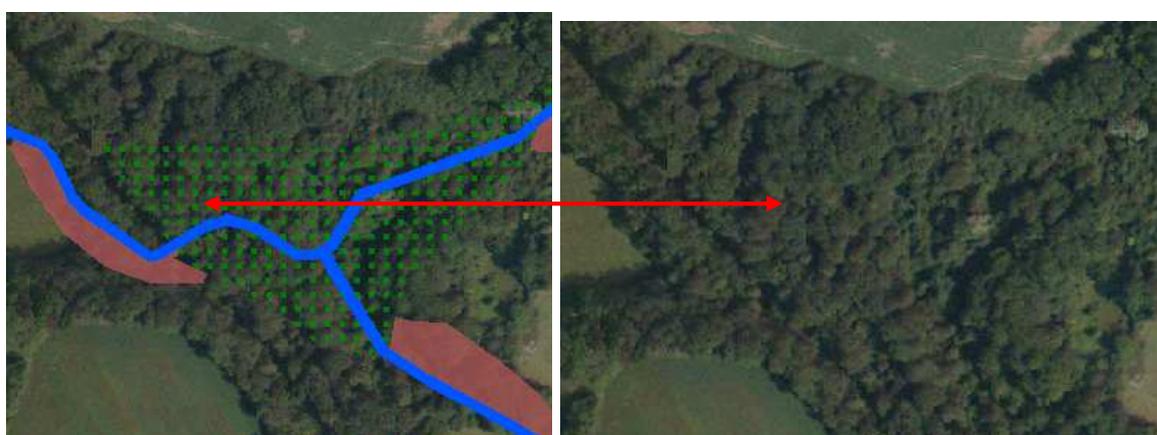


fig. 4) Cas d'une zone arborée traversée par des cours d'eau



fig. 5) Cas d'une zone arborée en bordure de cours d'eau et d'une autre zone humide

Milieu arbustif en zone aménagée (62)

Cette classe correspond aux zones arbustives issues de plantations dans un but d'aménagement et non d'exploitation ou de zones +/- naturelles qui recolonisent des plans d'eau aménagés. On trouve d'ailleurs beaucoup de ces zones sur les îles de plans d'eau.

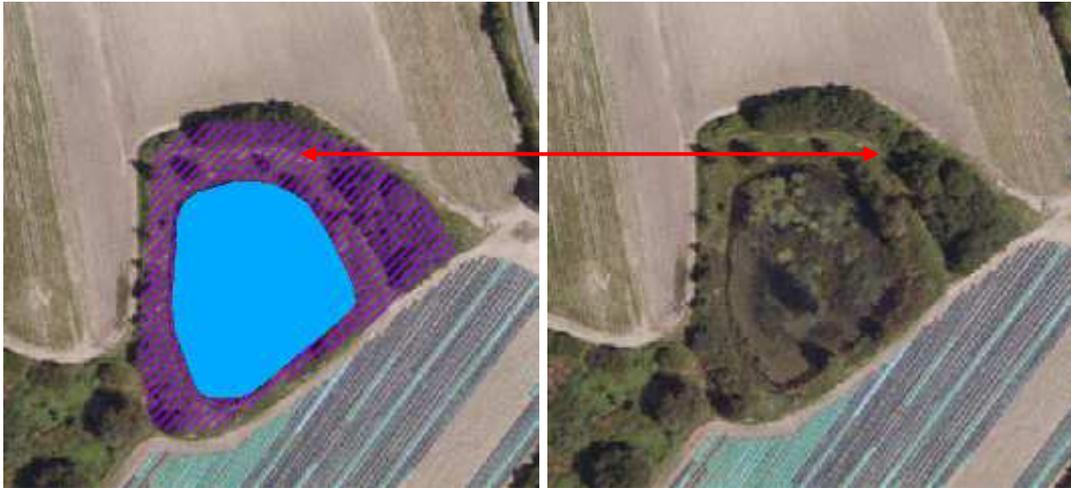


fig. 6) Cas d'une zone arbustive autour d'un plan d'eau aménagé



fig. 7) Cas d'une zone arbustive au milieu d'un plan d'eau aménagé

Milieu arbustif en zone naturelle (64)

Cette classe correspond aux zones arbustives en milieux naturels. Il s'agit généralement de zones recolonisées par la forêt ou de zones où l'humidité ne permet pas l'installation d'arbre (en dehors d'espèces hydrophiles). Ces zones sont généralement en bordure de cours d'eau ou de mares.



fig. 8) Cas de zone arbustive en bordure de cours d'eau. On remarque également la différence de couleur de la végétation herbacée.



fig. 9) Cas de zone arbustive en bordure de mare dans une coupe forestière



fig. 10) Cas de zone arbustive comprise entre des cours d'eau.

Linéaire arboré en zone aménagée (72)

Cette classe correspond essentiellement aux linéaires arborés que l'on trouve en bordure de plans d'eau qu'ils soient semi-naturels ou artificiels. Cette classe a surtout été utilisée pour distinguer le linéaire arboré de

bordure de plans d'eau de celui des cours d'eau qui est généralement naturel (sauf réseau de drainage).



fig. 11) Cas de linéaire situé au bord d'un plan d'eau.



fig. 12) Cas de linéaire situé au bord d'un plan d'eau.



fig. 13) Cas de linéaire situé au bord d'un plan d'eau.

Linéaire arboré en zone naturelle (74)

Cette classe correspond aux linéaires arborés que l'on trouve de part et d'autre des cours d'eau. Il s'agit en majorité de ripisylves, mais en l'absence de terrain, il est parfois difficile de l'affirmer. En effet, la couronne masquant le sol, il est possible qu'aucun cours d'eau ne soit présent en dessous.

Les linéaires formés d'une seule rangée d'arbres n'ont généralement pas été pris en compte. Même dans un contexte agricole, ces linéaires arborés sont considérés comme étant en zone naturelle malgré leur emprise limitée, ils correspondent à la partie naturelle préservée autour des cours d'eau.

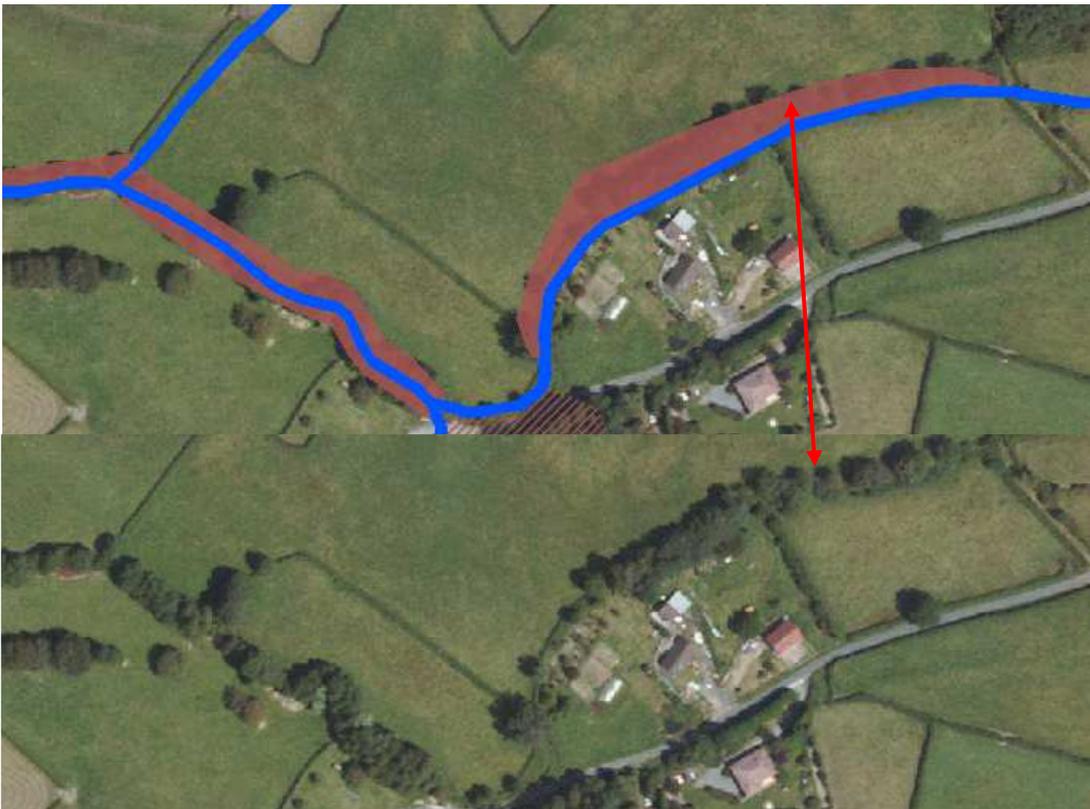


fig. 14) Cas de linéaire arboré situé au bord d'un cours d'eau typique d'une ripisylve



fig. 15) Cas de linéaire arboré situé au bord d'un cours d'eau.

3) Méthodologie de photo-interprétation

A) Méthodologie

La cartographie s'est effectuée de façon uniquement manuelle. Les images de références pour cette photo-interprétation sont les images AVNIR. 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 dans les parties agricoles sur lesquelles on a généralement peu d'information. En effet, les traces 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.

La photo-interprétation des zones humides consiste à réaliser un zonage issu de l'observation des images satellitales visibles et infrarouges puisque les images possédant des canaux infrarouges font ressortir l'humidité latente.

L'identification des zones humides s'est effectuée selon les critères suivants :

- Teinte/couleur sur les images visibles.
- Forme et répartition (présence de cours d'eau ou ripisylves à proximité).

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 satellitales 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 satellitale ne signifie pas forcément que le sol ne présente pas d'humidité.

B) Limites de la photo-interprétation

Les images satellitales 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 images satellitales 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 satellitale 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 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 ZH.

- L'indice de confiance 1 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



fig. 16) Illustration de cas à l'indice de fiabilité 1

Concernant le degré de confiance des données du CBNBP, il a été affecté majoritairement 1. Parfois, le photo-interprète peut être amené à le descendre au niveau 2 s'il a un doute par rapport au contexte topographique par exemple, mais cela ne concerne que les zones arborées ou il ne peut rien voir.

- L'indice de confiance 2 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 connectées au réseau et une radiométrie légèrement plus sombre

Il peut également s'agir d'une zone d'inventaire dont le photo-interprète n'a retrouvé aucune trace sur les photos aériennes ou images satellitales.



fig. 17) Illustration de cas à l'indice de fiabilité 2

- o L'indice 3 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

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. Dans ce cas, l'indice de confiance peut passer à 2 puisqu'il y a à la fois un critère visible et un critère topo.



fig. 18) Illustration de cas à l'indice de fiabilité 3

- L'indice 4 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).

- L'indice 5 est appliqué aux zones d'inventaire CBNBP sur lesquelles le photo-interprète porte un doute car une des informations semble contredire cette affirmation. Il peut également s'agir de très grands polygones dont le caractère humide n'est pas certain (ex-situ et zone de transition par exemple) car il semble évident que toute la zone n'a pas été prospectée étant donné les surfaces de ces zones.

Le niveau 5 indique simplement qu'une délimitation plus précise sera sans doute nécessaire. Quoi qu'il en soit, toutes ces surfaces sont des bois ou forêts qui ne subissent probablement pas une pression très importante au niveau des zones humides qu'elles peuvent contenir.

CONFIANCE	LB_CONFIANCE
0	Pas d'indice
1	Très bonne probabilité OU inventaires existants
2	Bonne probabilité - peu de doutes
3	Probabilité faible - doutes et info non recoupée
4	Donnée historique
5	Données inventaires ex-situ douteuses

fig. 19) Labels correspondant aux indices de confiance

C) Intégration des éléments de Cassini

La couche historique de Cassini comprend des polygones qui correspondent à l'ancienne limite des étangs asséchés ou de plus larges emprises qu'actuellement. Elle a été directement intégrée durant la photo-interprétation en ajoutant les limites de l'ancien plan d'eau autour des éléments de zones humides photo-interprétés.

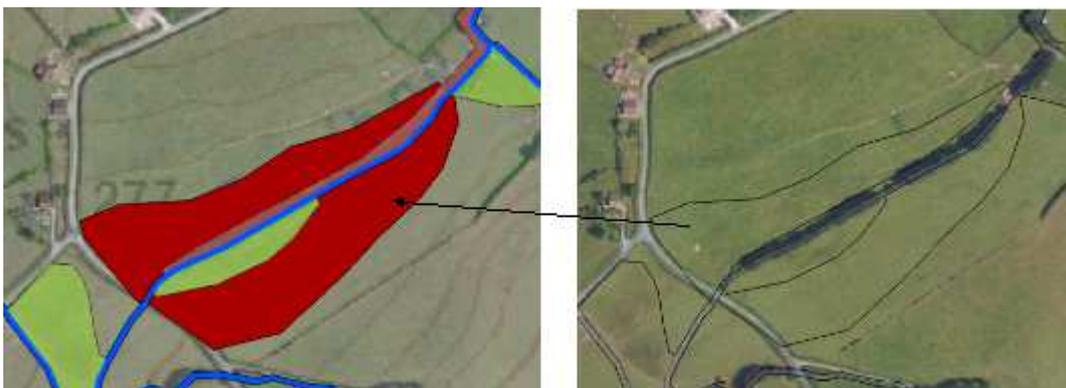


fig. 20) Illustration de l'intégration des étangs de Cassini (en rouge) dans la couche des zones humides.

La photo-interprétation se fait dans un premier temps pour délimiter les éventuelles zones humides visibles. Puis, l'ajout de la limite de l'étang complète les observations (cas 2 dans l'exemple ci-dessous). Elle se base sur les courbes de niveau et structures du Scan 25. Lorsque rien n'est visible sur la BD Ortho, l'étang est ajouté directement (cas 1 dans l'exemple ci-dessous).



fig. 21) Illustration des cas de figure d'intégration

4) Contrôles de terrain

A) Pré-localisation

Afin de définir les potentielles zones humides sur lesquelles orienter les études de terrain, des analyses préalables ont été réalisées :

- Une recherche bibliographique a été effectuée afin d'utiliser les données existantes (inventaires zones humides, inventaires sites classés, cartes pédologiques, données historiques, SCAN 25, cartes de Cassini...)
- Des données ont été calculées, dont l'indice topographique de Beven-Kirkby qui permet d'estimer l'hydromorphie d'un sol à un point donné
- De la Photo-interprétation a été effectuée afin d'identifier sur base de la végétation à vue aérienne des milieux possiblement humides

Suite à ces analyses, 135 périmètres (ou enveloppes) de zones humides possibles ont été définis et classés en fonction du doute qui existait quant à la présence effective de la zone humide. Ainsi un indice de priorité allant de 1 à 6 a été défini pour chacun des périmètres afin d'optimiser au maximum les prospections de terrain visant à confirmer ou non le caractère humide de la zone. Les périmètres de priorité 4 à 6 ont d'emblée étaient exclues des prospections de terrains, car considérées comme trop peu fiables. La vérification de terrain s'est donc orientée sur les périmètres de priorité 1 à 3 (84 périmètres), en priorisant logiquement les périmètres d'indice 1 (32 périmètres).

B) Phase de validation de terrain

La phase de validation de terrain s'est déroulée la semaine du 10 au 13 juin 2013 par une équipe de deux personnes. Elle n'avait pas pour objectif de redélimiter les périmètres préalablement tracés, mais uniquement de vérifier et constater le caractère humide ou non du milieu. Au total, 61 sites ont pu être vérifiés.

Ainsi, le caractère humide de chacun des sites visités a été mis en évidence en fonction de deux critères habituellement utilisés : la végétation et la pédologie.

Ces deux critères peuvent être utilisés de façon indépendante pour déterminer qu'une zone humide est effective, mais le choix du critère doit être cohérent et adapté au contexte. Ainsi, dans des secteurs artificialisés ou des secteurs où la végétation n'est pas présente naturellement, le critère pédologique sera privilégié. Inversement, dans des secteurs à topographie marquée et où la végétation est très typée (marais, tourbière), le critère de végétation peut être suffisant. Dans la mesure du possible, les deux critères doivent être utilisés simultanément afin d'assurer un maximum de poids à la détermination.

C) Critère de végétation

La définition d'une zone humide donnée par la Loi sur l'eau du 3 janvier 1992 mentionne la présence d'une végétation dominée par des plantes hygrophiles, c'est-à-dire des plantes plus compétitives que les autres dans des milieux engorgés et où la présence de l'eau est déterminante.

Ainsi, la présence sporadique d'espèces hygrophiles ne suffit pas à caractériser une végétation de zones humides, il faut que ces espèces soient dominantes (taux de recouvrement supérieur à 50 %) et constitutives de l'habitat.

La liste des taxons considérés comme hygrophiles et indicateurs de zones humides en France Métropolitaine est inscrite à l'annexe II table A de l'arrêté du 24 juin 2008⁶ précisant les critères de définition et de délimitation des zones humides. L'annexe II table B présente quant à elle, la liste des habitats indicateurs de zones humides.

Lors du passage sur chacun des sites visités, le type de végétation a été identifié ainsi que les espèces indicatrices de zones humides présentes. À partir de ces données, il a été déterminé si le critère de végétation permettait d'indiquer ou non le caractère humide du périmètre.

⁶ Arrêté du 24 juin 2008 précisant les critères de définition et de délimitation des zones humides en application des articles L. 214-7-1 et R. 211-108 du code de l'environnement.

Prélocalisation des zones humides – SAGE des 2 Morin



fig. 22) Exemple de présence d'espèces indicatrices des zones humides

D) Critère pédologique

L'article L211-1 indique qu'une zone humide doit être située sur un terrain habituellement inondé ou gorgé d'eau, de façon permanente ou temporaire. Le critère pédologique permet donc de définir la présence régulière ou non d'eau dans le sol.

Ainsi, certains types de sols sont indicateurs de zones humides par nature et ne nécessitent pas d'analyse complémentaire, c'est le cas notamment des histosols qui ne peuvent exister sans la présence d'une hydromorphie prolongée. La liste de ces sols indicateurs de zones humides est présente en annexe I de l'arrêté du 24 juin 20086.

D'autres critères pédologiques permettent de déterminer une zone humide grâce à un prélèvement effectué à la tarière. La présence de traces d'hydromorphie à une profondeur inférieure à 50 cm permet en effet de définir une zone humide. Ainsi des traces d'oxydation et de réduction indiquent la présence prolongée d'eau, et permettent par conséquent d'affirmer que le sol subit une hydromorphie régulière.

Lors du passage sur chacun des sites visités, un ou plusieurs prélèvements de tarières ont été effectués jusqu'à 50 cm de profondeur. La présence de traces d'oxydation ou de réduction a été constatée et il a été défini si le critère pédologique permettait d'indiquer ou non le caractère d'hydromorphie du sol.



fig. 23) Présence d'oxydo-réduction à la tarière

Prélocalisation des zones humides – SAGE des 2 Morin

Les résultats montrent que même sur les parcelles les plus difficiles pour les photo-interprètes, 23 sur 58 (40 %) s'avèrent répondre aux critères de définition des zones humides.

		Identificati on par				Typo Corine Biotope	
ID	Résultat	Végétation	Pédologie	Espèces indicatrices	Commentaire terrain	ZHUM	Périphérie
ZHUM_0285	Oui	Oui	Oui	Mentha aquatica, Veronica beccabunga, Veronica anagallis-aquatica, Myosoton aquaticum	Zone inondée par le ruisseau. Autour prairie pâturée de mésophile à hygrophile.	37.21	38.1, 37.21
ZHUM_0476	Oui	Oui	Oui	Alnus glutinosa, Filipendula ulmaria, Carex acutiformis, Iris pseudacorus, Caltha palustris, Solanum dulcamara	Plantation de Peuplier sur zone humide (en eau)	83.321	83.321
ZHUM_1005	Oui	Oui	Non	Juncus conglomeratus, salix, Hypericum, Eupatorium cannabinum, Cirsium palustre	Peupleraie avec strate herbacée humide		
ZHUM_1109	Oui	Non	Oui	/	Mare hors zone (secteur nord-est du bosquet)	22.1	
ZHUM_1309	Oui	Oui	Oui	Lysimachia nummularia, Cirsium palustre, Angelica sylvestris, Lychnis flos-cuculi, Scrophularia			83.321
ZHUM_1401	Oui	Oui	Non	Carex riparia	Carex riparia au niveau des traces, autour prairie de fauche mésohygrophile	53.213	38.2, 37.21
ZHUM_2467	Oui	Oui	Oui	Juncus inflexus, Epilobium parviflora, Scrophularia sp., Salix alba	Mare asséchée mais encore très humide + mare à l'extrémité avec un écoulement perpendiculaire à la route (hors zone). Absence de fossé.	22.5	38.2, 31.8
ZHUM_3268	Oui	Oui	Oui	Phalaris arundinacea, Iris pseudacorus, Carex vesicaria, Epilobium sp., ...	Phalaridaie.	53.16	
ZHUM_8846	Oui	Non	Oui	/	Traces d'oxydo-réduction en zone basse, à proximité des mares. Rien en zone haute. Plantation de Robiniers/Frênes?	83.3?	22.1, 83.3?
ZHUM_1302	Non				Est de la route : peupliers ; Ouest : dominé par le bouleau et le charme en mélange avec du peuplier		83.32
ZHUM_1595	Non	Non	Non	/	Plantation de Robiniers + Frênes en régénération. Plusieurs coups de tarière sans trace d'oxydo-réductions.		83.32
ZHUM_2493	Non	Non	/	/	Prairie de fauche mésophile	38.2	38.2, 82.1

Prélocalisation des zones humides – SAGE des 2 Morin

ZHUM_2737	Non	Non	Non	Carex remota, Valeriana repens	Fossé asséché sans trace d'hydromorphie. Taillis dense de noisetiers.		41.
ZHUM_3343	Non	Non	Non	/	En dehors de la zone à prospecter, secteurs plus humides mais pas de dépression ou de mare, présence d'un fossé		
ZHUM_3805	Non	Non	Non	/	Plantation de Robinier puis Frênaie (sur butte). Fossé en bordure de route.		
ZHUM_3807	Non	Non	Non	/	Frêne + plantation de Robinier (sur butte). Absence de bassin de rétention. Fourré en lisière. Fossé en bordure sud.		
ZHUM_4190	Non	Non	Non	/	Frênaie.	41.	41.
ZHUM_4238	Non	Non	Non	/	Prairie de fauche mésophile, graminées denses et marguerites.	38.2	38.2
ZHUM_5306	Non	Non			Culture de maïs		82.1
ZHUM_5606	Non	Non	Non	/	Non accessible, juste l'entrée du site a été prospectée.		
ZHUM_5610	Non	Non	Non	/	Dépression mais aucune trace d'humidité		
ZHUM_5890	Non	Non	Non	/	Friche arbustive.	87.1	87.1
ZHUM_5891	Non	Non	Non	/	Dépression envahie par de l'ortie au sein d'une prairie de fauche mésophile dense. Entouré d'Aubépine et de Prunellier.		38.2
ZHUM_8112	Non	Non	/	/	Pas de carrière car jardin mais pas de végétation hygrophile.	86.	86.
ZHUM_0204	Non	Non	Non	/	Non prospectée. Aux jumelles, absence de végétation ligneuse caractéristique		
ZHUM_0216	Non	Non	Non	/	Absence d'indices d'humidité mais présence d'un fossé en eau en bordure Sud-ouest		
ZHUM_0444	Non	Non	Non	/	Absence de trace d'écoulement.	41.	41.
ZHUM_1449	Oui	Non	Oui	/	Traces d'oxydo-réductions dans les dépressions + réseau de 3 mares à l'extrémité nord.	22.1	41.
ZHUM_1502	Oui	Non	Oui	/	Mare en contre-bas de la route	22.1	41.
ZHUM_2041	Oui	Oui	/	Alnus glutinosa	Non prospectée. Aux jumelles, présence d'une lisière d'Aulne glutineux + Frênes et Robiniers.		
ZHUM_2669	Oui	Oui	Oui	Salix alba	Zone défrichée, donc végétation herbacée perturbée. Quelques taces d'oxydo-réduction légères. Ancienne plantation de Robinier?		

Prélocalisation des zones humides – SAGE des 2 Morin

ZHUM_4225	Oui	Oui	/	Lysimachia nummularia, Salix alba, Salix viminalis, Angelica sylvestris, Carex remota, Glyceria, Lychnis flos-cuculi, Lotus pedunculatus, Lycopus europaeus, Caltha palustris, ...	Dépression humide au sein du bois.		
ZHUM_8175	Oui	Oui	Oui	Angelica sylvestris, Filipendula ulmaria	Plantatin de Frêne avec une mégaphorbiaie en sous-bois.	~83.32 11	~83.32 11
ZHUM_8710	Oui	Non	Oui	Carex vesicaria (2-3 pieds)	Prairie de fauche, enrichée, avec des zones rudérales. Présence de solidage, espèce invasive.	38.2	38.2
ZHUM_8735	Oui	Oui	Oui	Cirsium palustre, Juncus conglomeratus, Filipendula ulmaria, Phalaris arundinacea, Iris pseudacorus	Au sein d'une prairie de fauche mésophile, quelques pieds denses d'espèces plus humides + mégaphorbiaie.	37.2, 37.1	38.2
ZHUM_8736	Oui	Oui	Oui	Filipendula ulmaria, Lysimachia nummuolaria, Saule, Scrophularia umbrosa, Populus alba	Dans boisement, trace d'un cours d'eau temporaire, secteurs humides, présence d'une mare. Débouche sur prairie de fauche à secteurs humides.	22.1, 37.2	41.
ZHUM_8827	Oui	Oui	/	Lychnis flos-cuculi, Mentha suaveolens, Juncus effusus, Scrophularia sp., Deschampsia cespitosa	Absence de mare mais flore de ZH.		
ZHUM_0681	Non	Non	/	/	Plantation de feuillus et de Robiniers. Présence de Frêne, Erable sycomore, Charme...		83.32
ZHUM_1155	Non	Non	Non	/	Prospection partielle (propriété cloturée). Absence d'écoulement visible et de végétation caractéristique. Alignement de Tilleuls + Robiniers, Frênes, Ormes (campestre + glabra?)		
ZHUM_2100	Non	Non	Non	/	Frêne, Chêne, Erable, Primevère, Anémone des bois, ... Aucune zone humide identifiée		41.
ZHUM_2662	Non	Non	Non	Carex remota	Bois moins dense que ZHUM2737. Pas d'hydromorphie, sauf chemin (extrémité est) inondé avec présence de Veronica anagallis-aquatica et Festuca gigantea		
ZHUM_7030	Non	Non	/	/	Observation depuis la route : Frêne, Peuplier		
ZHUM_8711	Non	Non	Non	/	Traces d'oxydo-réduction non probantes. Chênaie, absence de strate herbacée.	41.	41.

Prélocalisation des zones humides – SAGE des 2 Morin

ZHUM_2360	Oui	Non	Oui	/	Quelques traces d'oxydo-réduction. En bord de route, présence d'une cariçaie à Carex hirta. Taillis de noisetier + Frêne + Quercus robur planté		31.8E
ZHUM_8002	Oui	Non	Oui	/	Traces d'oxydo-réduction à env. 5cm de profondeur. Correspond à une résurgence? Secteurs +/- boueux sur le chemin en pente. Charme-frêne + plantation de Robinier.	41.	41.
ZHUM_3140	Non	Non	Non	/	Friche.	87.1	87.1
ZHUM_3928	Non	Non	Non	/	Prairie de fauche mésophile. Traces d'oxydo-réduction non concluantes. Végétation mésophile.	38.2	38.2
ZHUM_4116	Non	Non	Non	/	Hêtraie-chênaie à Aspérule et mélique uniflore.	41.13	41.13
ZHUM_7110	Non	Non	/	/	Non accessible (muret) mais pas de végétation indicatrice		41.
ZHUM_8084	Non	Non	Non	Juncus effusus, Solanum dulcamara	Plantation de Robinier avec Frêne en sous-bois		83.32
ZHUM_8631	Non	Non	Non	/	Fraxinus excelsior, Acer campestre, Ornithogalum pyraneicum, Ribes alpinum, Millium effusum, Crataegus laevigata, Melica uniflora, Carex sylvatica,	41.	41.
ZHUM_8045	Non	Non	Non	/	Végétation similaire à ZHUM 8002.	41.	41.
ZHUM_8675	Non	Non	Non	Mentha suaveolens, Eupatorium cannabinum, Juncus conglomeratus, salix aurita	Clairière non humide même si quelques individus indicateurs de ZHUM		41.
ZHUM_8037	Non	Non	Non	/	Végétation similaire à ZHUM 8002 et ZHUM 8045 + Scolopendre.	41.	41.
ZHUM_8782	Non	Non	Non	/	Frênaie + clairière à Colchicum automnalis et Carex flacca. Absence de ZH à l'extrémité est.	41.3	41.3
ZHUM_0631	Oui	Non	Oui	Carex acutiformis, Mentha suaveolens	Quelques traces d'oxydo-réduction dans une dépression (ancienne mare?). Même végétation que ZHUM 8037.	41.	41.
ZHUM_4648	Oui	Oui	Non	/	Roselière		
ZHUM_4759	Non	Non	Non	/	Maïs		82.1

fig. 24) Tableau des résultats de terrain

5) Résultats de la photo-interprétation

L'ensemble des polygones interprétés en tant que zones humides avoisine les 7 082 objets. Ils se divisent en 13 classes. 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 les tableaux suivants. Le premier tableau résume l'ensemble des zones humides et les autres présentent les résultats par indice de confiance. On remarque dans l'indice de confiance 2 une forte part des surfaces en herbe et dans l'indice de confiance 3 une forte part des surfaces cultivées alors que les autres classes présentent généralement moins de doutes.

INDICE DE CONFIANCE DE 1 A 5				
CODE	LB_TYPOLOGIE	Surface ha	Nbr	% Surface
11	Surface cultivée en zone agricole	7219.978	1470	48.78%
21	Surface en herbe en zone agricole	1344.201	1252	9.08%
22	Surface en herbe en zone aménagée	212.788	425	1.44%
24	Surface en herbe en zone naturelle	808.614	561	5.46%
34	Surface inondée végétalisée en zone naturelle	19.438	24	0.13%
42	Boisement organisé en zone aménagée	885.290	554	5.98%
52	Milieu arboré en zone aménagée	0.423	2	0.00%
54	Milieu arboré en zone naturelle	2448.080	9834	16.54%
62	Milieu arbustif en zone aménagée (*)	26.580	78	0.18%
64	Milieu arbustif en zone naturelle	797.201	505	5.39%
72	Linéaire arboré en zone aménagée	135.658	323	0.92%
74	Linéaire arboré en zone naturelle	902.951	1750	6.10%
	TOTAL	14801.204	7928	100.00%

fig. 25) Tableau des statistiques du travail de photo-interprétation par classe

INDICE DE CONFIANCE DE 5				
CODE	LB_TYPOLOGIE	Surface ha	Nbr	% Surface
24	Surface en herbe en zone naturelle	1.144	2	0.16%
54	Milieu arboré en zone naturelle	711.153	71	99.67%
64	Milieu arbustif en zone naturelle	1.233	2	0.17%
	TOTAL	713.530	75	100.00%

fig. 26) Tableau des statistiques du cas particulier des forêts CBNBP classées en indice 5

INDICE DE CONFIANCE DE 1				
CODE	LB_TYPOLOGIE	Surface ha	Nbr	% Surface
11	Surface cultivée en zone agricole	277.146	68	6.54%
21	Surface en herbe en zone agricole	489.061	368	11.54%
22	Surface en herbe en zone aménagée	82.015	140	1.94%
24	Surface en herbe en zone naturelle	704.397	382	16.62%
34	Surface inondée végétalisée en zone naturelle	16.874	23	0.40%
42	Boisement organisé en zone aménagée	618.632	364	14.60%
54	Milieu arboré en zone aménagée	306.845	158	7.24%
62	Milieu arbustif en zone aménagée	7.250	29	0.17%
64	Milieu arbustif en zone naturelle	703.713	340	16.61%
72	Linéaire arboré en zone aménagée	131.586	321	3.11%
74	Linéaire arboré en zone naturelle	900.355	1747	21.25%
TOTAL		4237.873	3940	100.00%

INDICE DE CONFIANCE DE 2				
CODE	LB_TYPOLOGIE	Surface ha	Nbr	% Surface
11	Surface cultivée en zone agricole	226.652	147	17.08%
21	Surface en herbe en zone agricole	524.679	572	39.53%
22	Surface en herbe en zone aménagée	82.016	204	6.18%
24	Surface en herbe en zone naturelle	76.935	139	5.80%
34	Surface inondée végétalisée en zone naturelle	2.565	1	0.19%
42	Boisement organisé en zone aménagée	113.889	122	8.58%
52	Milieu arboré en zone aménagée	0.423	2	0.03%
54	Milieu arboré en zone naturelle	223.697	192	16.85%
62	Milieu arbustif en zone aménagée	9.806	31	0.74%
64	Milieu arbustif en zone naturelle	62.187	112	4.69%
72	Linéaire arboré en zone aménagée	4.072	2	0.31%
74	Linéaire arboré en zone naturelle	0.309	1	0.02%
TOTAL		1327.230	1525	100.00%

INDICE DE CONFIANCE DE 3				
CODE	LB_TYPOLOGIE	Surface ha	Nbr	% Surface
11	Surface cultivée en zone agricole	6716.180	1255	78.85%
21	Surface en herbe en zone agricole	330.461	312	3.88%
22	Surface en herbe en zone aménagée	48.757	81	0.57%
24	Surface en herbe en zone naturelle	26.138	38	0.31%
42	Boisement organisé en zone aménagée	152.769	68	1.79%
54	Milieu arboré en zone naturelle	1200.960	559	14.10%
62	Milieu arbustif en zone aménagée	9.524	18	0.11%
64	Milieu arbustif en zone naturelle	30.068	51	0.35%
74	Linéaire arboré en zone naturelle	2.288	2	0.03%
TOTAL		8517.145	2384	100.00%

fig. 27) Tableau des statistiques du travail de photo-interprétation par classe et par indice

Dans l'indice 1, on remarque une forte proportion des zones humides de type « linéaire arboré » supposé être potentiellement des ripisylves. Ce fait est à relativiser, car ces zones sont très fragmentées. De plus, c'est la limite de la couronne qui a été délimitée et non le pied. On peut donc penser que les chiffres montrent une surévaluation de cette classe que ce soit en nombre de polygones et en surface. De plus, sauf rares exceptions, cette classe est systématiquement classée en indice 1 puisqu'il n'y a aucun doute sur le fait que ce soit du linéaire arboré (et non pas le terme de ripisylve qui lui, devra être déterminé sur le terrain).

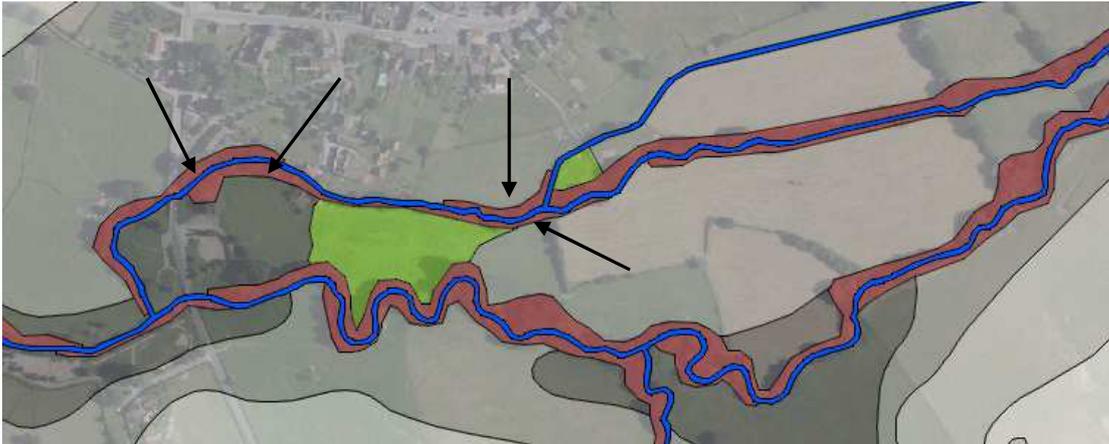


fig. 28) Illustration de la fragmentation du linéaire arboré non continu de part et d'autre de la rive

Les zones humides traversées par les cours d'eau présentent le même biais. Généralement, les surfaces en herbes (prairies) se retrouvent subdivisées et le nombre de polygones est moins représentatif que les surfaces.



fig. 29) Illustration de la fragmentation des zones humides traversées par le réseau

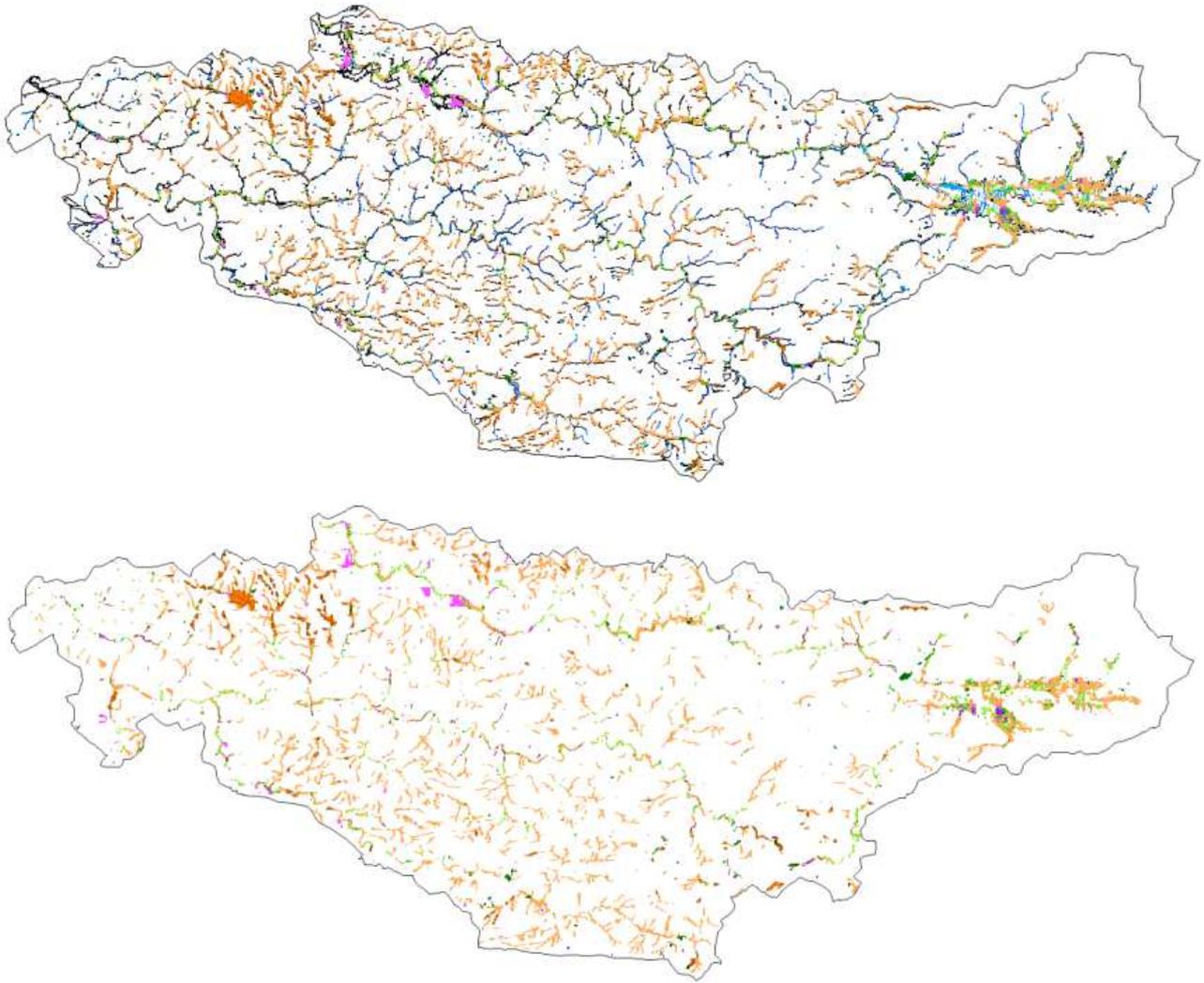


fig. 30) Répartition des zones humides avec les cours et plans d'eau (en haut) et seules (en bas).

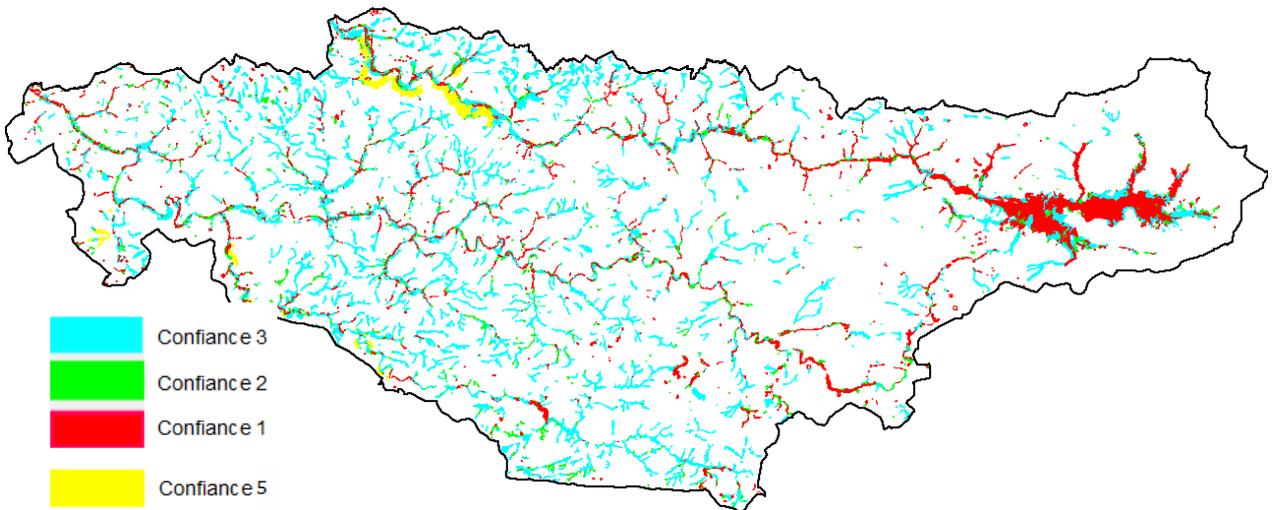


fig. 31) Répartition des zones humides par indice de fiabilité

V) Assemblage des couches d'informations.

Le croisement de toutes ces 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. 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 d'enveloppe appropriés pour les polygones d'intersection en fonction de leur priorité.

1) Méthodologie générale

On part, 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 ils sont réellement observés sur la BD ORTHO. En second, la zone tampon autour des plans d'eau et cours d'eau fusionnés avec l'IBK. 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 :

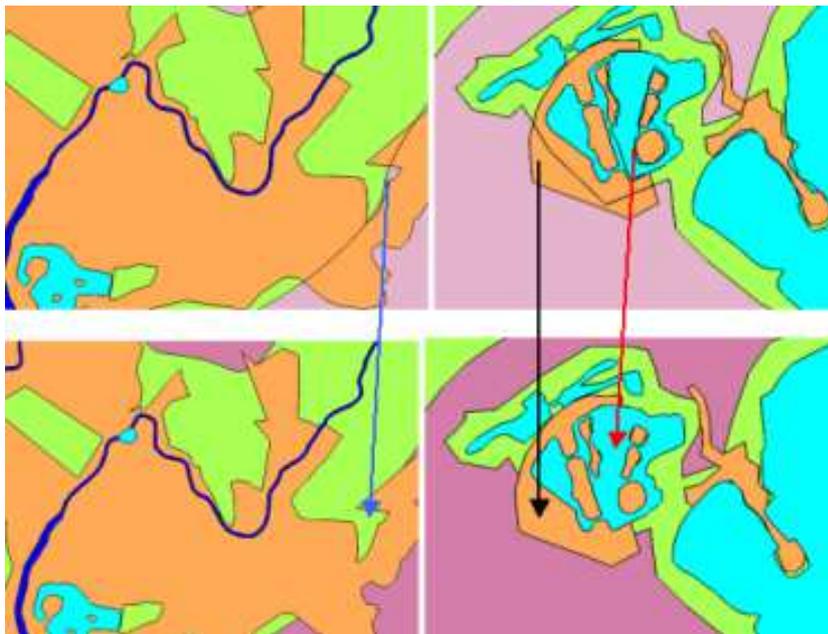


fig. 32) Illustration du type de traitements à réaliser sur les couches plans d'eau + « zone tampon » et inventaires fusionnés

- **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.

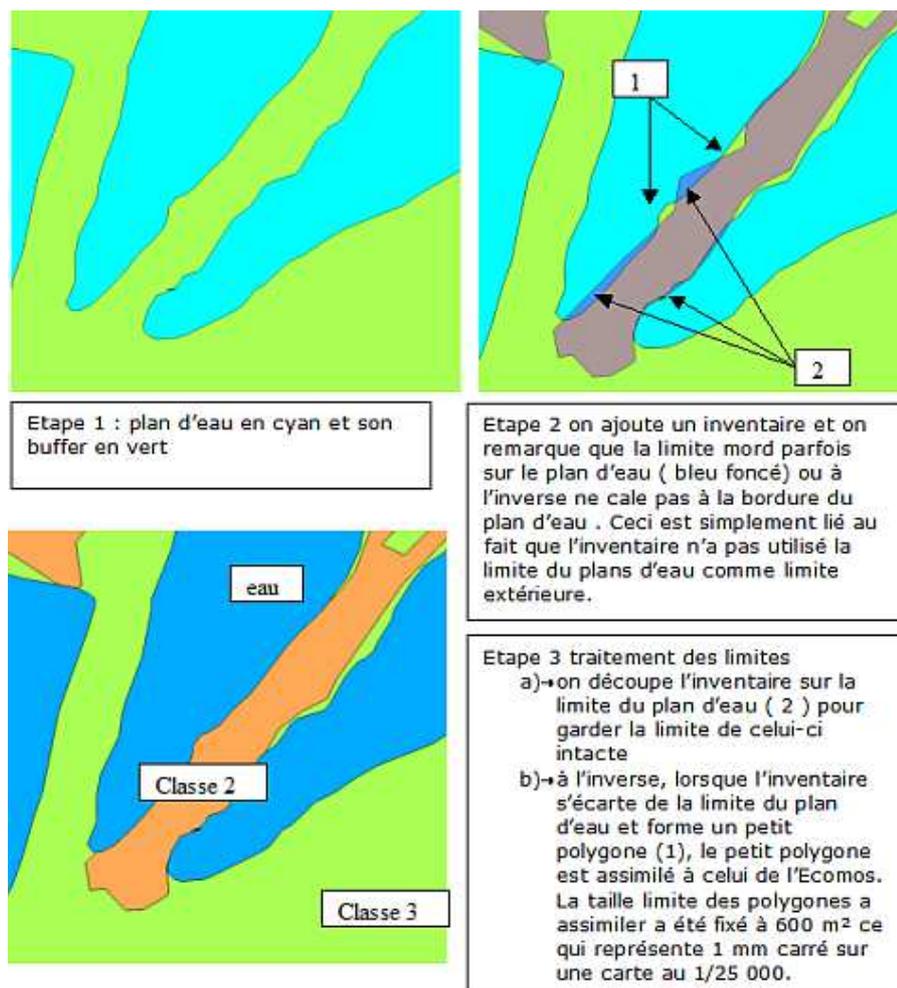


fig. 33) Illustration du type de traitements à réaliser pour éliminer les micro-polygones

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.

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

La couche "plan d'eau" intègre tous les plans d'eau nécessaires à l'étude.



fig. 34) Illustration de la couche "plan d'eau" intègre trois types d'objets

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

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 plan et cours d'eau est binaire sous forme de polygones vectoriels. Elle correspond à une zone tampon contraint par la pente sur ces éléments.

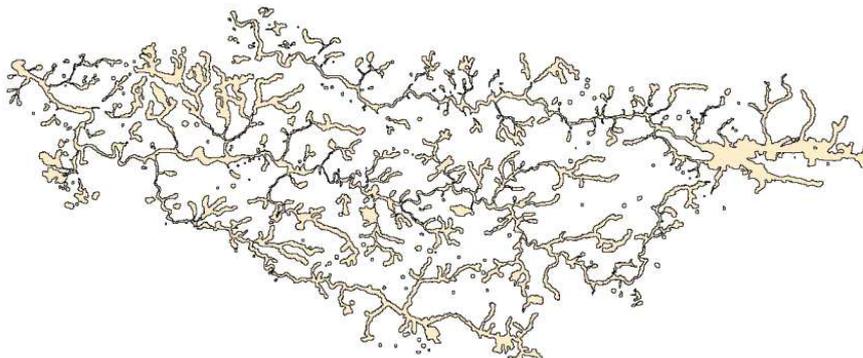


fig. 35) Illustration de la couche zone tampon plan d'eau

La couche IBK avec 3 niveaux de probabilité de présence 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.

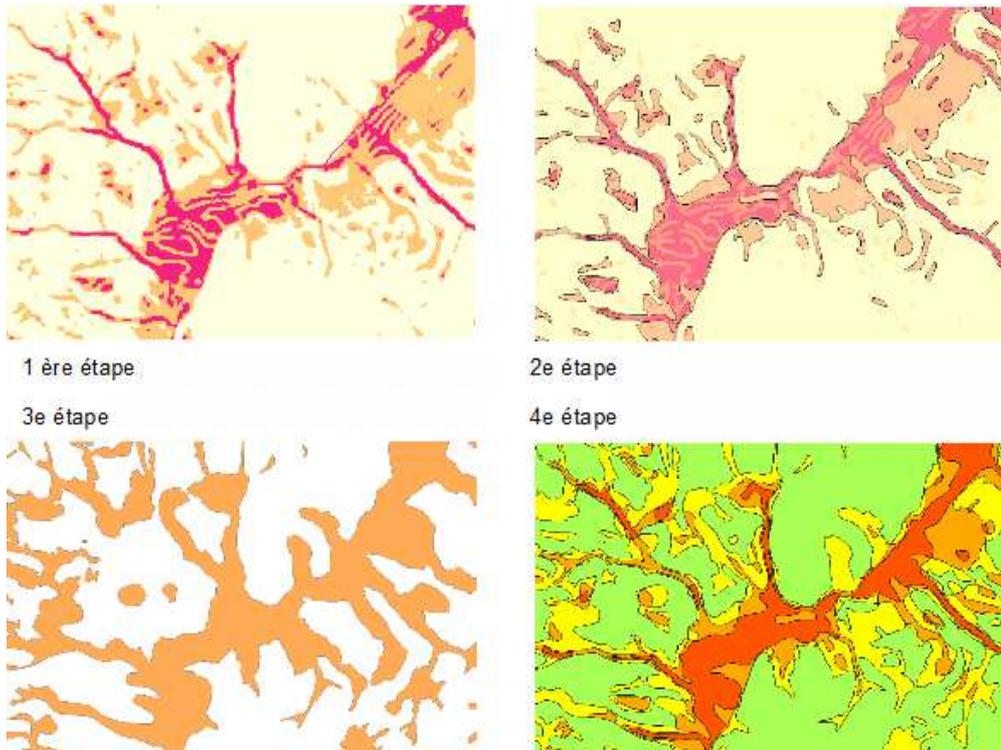


fig. 36) Étales des traitements sur la couche IBK

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.

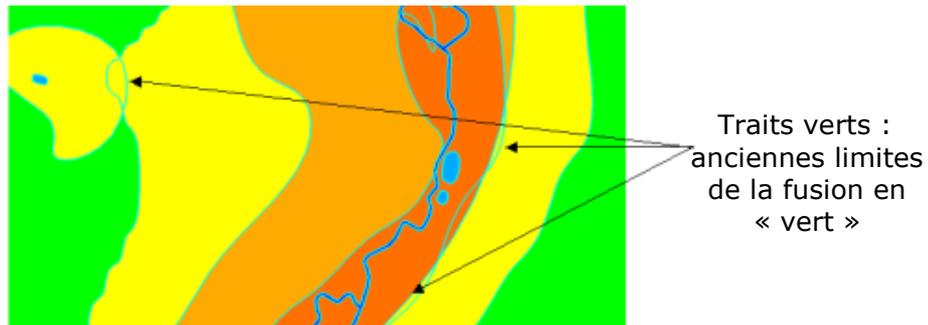


fig. 37) Illustration du résultat du traitement d'élimination des petits polygones.

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

fig. 38) 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.

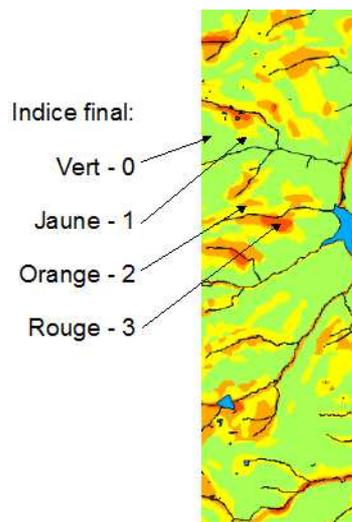


fig. 39) Illustration du résultat de fusion de la couche IBK avec la zone tampon plan d'eau

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.

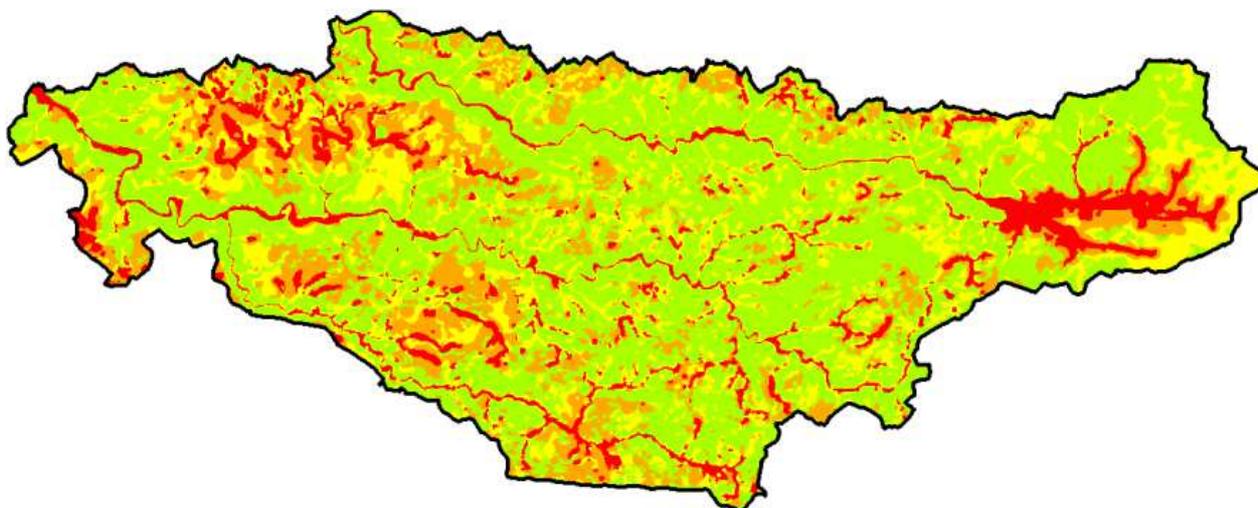


fig. 40) Illustration du résultat de la fusion

Ensuite, les éléments de Cassini étant basé sur des faits historiques (donc validés) ont été considérés comme prioritaires sur les éléments théoriques de l'IBK et des zones tampon eau. 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	CONFIANCE	PROBABILITE	LB_TYPOLOGIE	DIAGNOSTIC
100	1	Très forte - Observation	Cours d'eau	PIAO
99	1	Très forte - Observation	Plan d'eau (semi) naturel	PIAO
98	1	Très forte - Observation	Plan d'eau de carrière / gravière	PIAO
97	1	Très forte - Observation	Mare	PIAO
95	1	Très forte - Observation	Plan d'eau artificiel	PIAO
90	1	Très forte - Observation	Sédiments sur berge	PIAO
80	4	Forte - Analyse historique	Ancien plan d'eau (Cassini & Scan 25)	CARTE CASSINI ou SCAN 25
3	0	Forte - Calcul théorique	Enveloppe de probabilité (Fort)	Combinaison IBK & zone tampon
2	0	Moyenne - Calcul théorique	Enveloppe de probabilité (Moyen)	Combinaison IBK & zone tampon
1	0	Faible - Calcul théorique	Enveloppe de probabilité (Faible)	Combinaison IBK & zone tampon
0	0	Nulle - Calcul théorique	Enveloppe de probabilité (Nulle)	Combinaison IBK & zone tampon

fig. 41) Table de correspondance entre les codes et les différents champs indiqués de la table attributaire

Les éléments « eau » étant issus d'une photo-interprétation ont un indice de confiance de 1. Les éléments de Cassini ne sont pas observés, mais héritent d'un indice de confiance 4 (Zones humides « logiques » ou historiques).

Selon les recoupements, il est possible de trouver des combinaisons de plusieurs critères par exemple CASSINI + PEDO qui indique que les 2 données se recoupaient. Dans le cas des cartes de Cassini, si elles sont recoupées par une information pédologique ou géologique, elles gardent le code TYPO 80.

CODE TYPO	CONFIANCE	PROBABILITE	LB_TYPOLOGIE	DIAGNOSTIC
80	4	Forte - Analyse historique	Historique – Cassini – scan25	CARTE CASSINI ou SCAN 25
80	4	Forte - Analyse historique - Pédologie	Historique – Cassini – scan25	CARTE CASSINI + Pédo 100K
80	4	Forte - Analyse historique	Historique – Cassini – scan25	CARTE CASSINI + Marnes vertes
3	0	Forte - Calcul théorique	Enveloppe de probabilité (Fort)	Combinaison IBK & Buffer
3	0	Forte - Calcul théorique - Pédologie	Enveloppe de probabilité (Fort)	Combinaison IBK & Buffer & Pédo 100K
3	0	Forte - Calcul théorique	Enveloppe de probabilité (Fort)	Combinaison IBK & Buffer + Marnes vertes
2	0	Moyenne - Calcul théorique	Enveloppe de probabilité (Moyen)	Combinaison IBK & Buffer
2	0	Moyenne - Calcul théorique - Géologie	Enveloppe de probabilité (Moyen)	Combinaison IBK & Buffer + Marnes vertes
2	0	Moyenne - Calcul théorique - Pédologie	Enveloppe de probabilité (Moyen)	Combinaison IBK & Buffer & Pédo 100K
1	0	Faible - Calcul théorique	Enveloppe de probabilité (Faible)	Combinaison IBK & Buffer
0	0	Nulle - Calcul théorique	Enveloppe de probabilité (Nulle)	Combinaison IBK & Buffer

fig. 42) Table de correspondance entre les codes et les différents champs indiqués de la table attributaire en fonction des combinaisons d'informations

Selon le même principe de recoupements, il est possible de trouver des combinaisons de plusieurs critères sur les calculs théoriques de zones de probabilité de présence. Ainsi on peut remarquer dans le tableau ci-dessus qu'une même combinaison « Combinaison IBK & Buffer & Pédo 100K » donne un code TYPO différent. Il s'agit du fait que la donnée pédologique 1/100 000 a deux types de probabilité de présence en fonction des Unités cartographiques pédologiques (UC).

Indice IBK & Buffer de 2 + Pédo UC 60 % => code TYPE = 2

Indice IBK & Buffer de 2 + Pédo UC 100 % => code TYPE = 3

Indice IBK & Buffer de 3 + Pédo UC 60 % => code TYPE = 3

Indice IBK & Buffer de 3 + Pédo UC 100 % => code TYPE = 3

3) Homogénéisation des couches d'interprétation et des produits calculés

A) Regroupement des zones interprétées avec les enveloppes théoriques

Comme il l'a été fait pour toutes les fusions précédemment, la fusion a priorisé certaines classes par rapport à d'autres. Ainsi, l'eau est restée prioritaire, puis en second, les inventaires (données acteurs locaux) & PIAO (photo-interprétation) et enfin le zonage (IBK + zone tampon). Les tables attributaires ont gardé l'héritage de chaque couche.

CODE	CONFIANCE	PROBABILITE	LB_TYPOLOGIE	DIAGNOSTIC
11	1 à 3	Très forte - Observation	Surface cultivée en zone agricole	PIAO
21	1 à 3	Très forte - Observation	Surface en herbe en zone agricole	PIAO
22	1 à 3	Très forte - Observation	Surface en herbe en zone semi naturelle - aménagée	PIAO
24	1 à 5	Très forte - Observation	Surface en herbe en zone naturelle	PIAO
34	1 à 3	Très forte - Observation	Surface inondée végétalisée en zone naturelle	PIAO
42	1 à 3	Très forte - Observation	Boisement organisé en zone aménagée (Peuplier)	PIAO
52	1 à 3	Très forte - Observation	Milieu arboré en zone aménagée	PIAO
54	1 à 5	Très forte - Observation	Milieu arboré en zone naturelle	PIAO
62	1 à 3	Très forte - Observation	Milieu arbustif en zone aménagée	PIAO
64	1 à 5	Très forte - Observation	Milieu arbustif en zone naturelle	PIAO
72	1	Très forte - Observation	Linéaire arboré en zone aménagée (bords PE)	PIAO
74	1	Très forte - Observation	Linéaire arboré en zone naturelle (bords CE)	PIAO

fig. 43) Table résumant la nomenclature finale et les valeurs qu'il est possible de rencontrer dans les différents champs de la table attributaire

NOTE : dans le cas des données issues des inventaires CBNBP, la probabilité a été affectée à « Avéré » lorsqu'il s'agissait des inventaires CBNBP in situ au sens strict. Cela permet de différencier les inventaires réalisés sur le terrain des autres inventaires qui sont alors indiqués par l'intitulé : « Identifié - Observation ».

CODE	CONFIANCE	PROBABILITE	LB_TYPOLOGIE	DIAGNOSTIC
11	1 à 3	Avéré ou Identifié - Observation	Surface cultivée en zone agricole	PIAO + « inventaire »
21	1 à 3	Avéré ou Identifié - Observation	Surface en herbe en zone agricole	PIAO + « inventaire »
22	1 à 3	Avéré ou Identifié - Observation	Surface en herbe en zone semi naturelle - aménagée	PIAO + « inventaire »
24	1 à 3	Avéré ou Identifié - Observation	Surface en herbe en zone naturelle	PIAO + « inventaire »

Prélocalisation des zones humides – SAGE des 2 Morin

34	1 à 3	Avéré ou Identifié - Observation	Surface inondée végétalisée en zone naturelle	PIAO + « inventaire »
42	1 à 3	Avéré ou Identifié - Observation	Boisement organisé en zone aménagée (Peuplier)	PIAO + « inventaire »
52	1 à 3	Avéré ou Identifié - Observation	Milieu arboré en zone aménagée	PIAO + « inventaire »
54	1 à 5	Avéré ou Identifié - Observation	Milieu arboré en zone naturelle	PIAO + « inventaire »
62	1 à 3	Avéré ou Identifié - Observation	Milieu arbustif en zone aménagée	PIAO + « inventaire »
64	1 à 3	Avéré ou Identifié - Observation	Milieu arbustif en zone naturelle	PIAO + « inventaire »
72	1	Avéré ou Identifié - Observation	Linéaire arboré en zone aménagée (bords PE)	PIAO + « inventaire »
74	1	Avéré ou Identifié - Observation	Linéaire arboré en zone naturelle (bords CE)	PIAO + « inventaire »

fig. 44) Table résumant la nomenclature finale et les valeurs de probabilités spécifiques aux inventaires

Certaines zones peuvent également se recouper avec la donnée pédologique ou géologique (marnes vertes), l'intitulé est alors modifié pour indiquer cette information comme le présente le tableau ci-dessous.

CODE	CONFIANCE	PROBABILITE	LB_TYPOLOGIE	DIAGNOSTIC
11	1 à 3	Identifié - Observation - Pédologie ou Identifié - Observation - Géologie	Surface cultivée en zone agricole	PIAO + « inventaire »
21	1 à 3	Identifié - Observation - Pédologie ou Identifié - Observation - Géologie	Surface en herbe en zone agricole	PIAO + « inventaire »
22	1 à 3	Identifié - Observation - Pédologie ou Identifié - Observation - Géologie	Surface en herbe en zone semi naturelle - aménagée	PIAO + « inventaire »
...
62	1 à 3	Identifié - Observation - Pédologie ou Identifié - Observation - Géologie	Milieu arbustif en zone aménagée	PIAO + « inventaire »
64	1 à 3	Identifié - Observation - Pédologie ou Identifié - Observation - Géologie	Milieu arbustif en zone naturelle	PIAO + « inventaire »
72	1	Identifié - Observation - Pédologie ou Identifié - Observation - Géologie	Linéaire arboré en zone aménagée (bords PE)	PIAO + « inventaire »
74	1	Identifié - Observation - Pédologie ou Identifié - Observation - Géologie	Linéaire arboré en zone naturelle (bords CE)	PIAO + « inventaire »

fig. 45) Table résumant la nomenclature finale et les valeurs de probabilités spécifiques aux inventaires croisés avec d'autres données

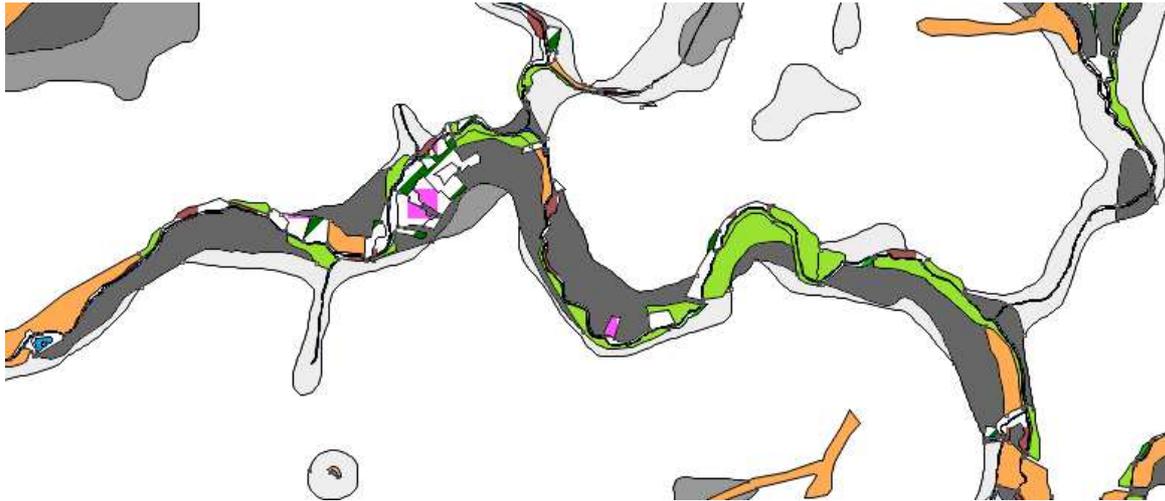


fig. 46) Illustration du détail de la couche globale en restitution au 1/25 000

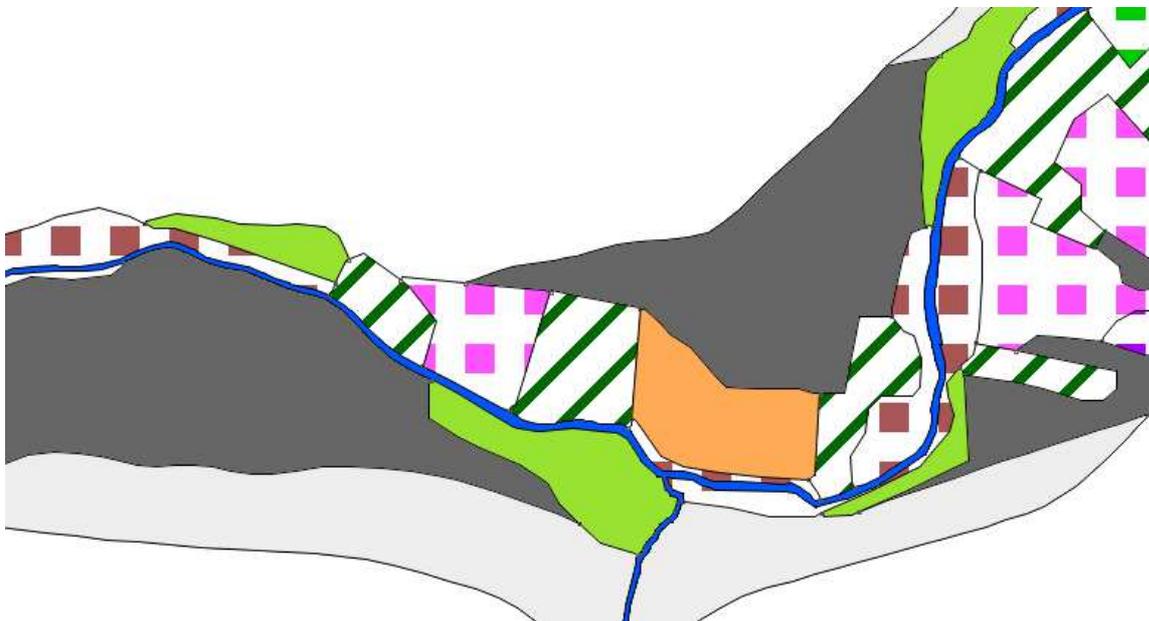


fig. 47) Illustration du détail de la couche globale en restitution au 1/5 000

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.

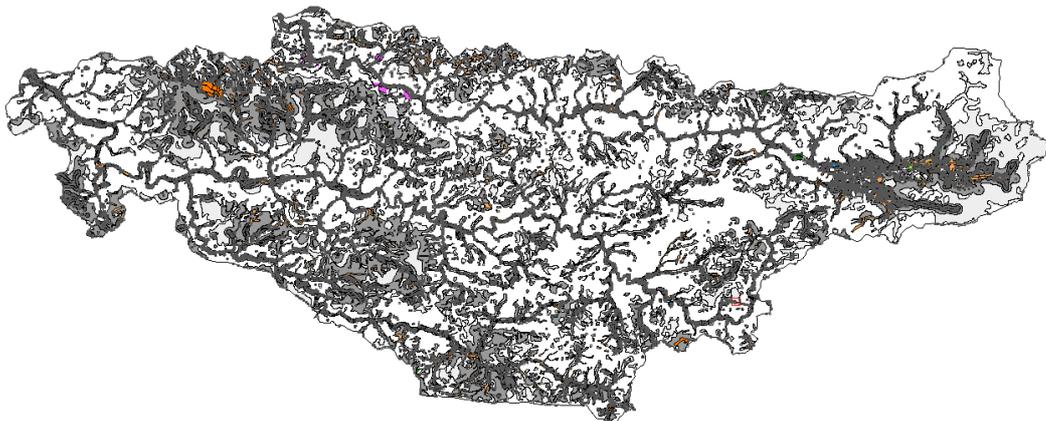


fig. 48) Illustration de la couche globale fusionnée

B) Dénomination des différentes enveloppes et délimitations

Il est important de distinguer deux catégories distinctes dans la pré-localisation. La première correspond aux Zones Humides identifiées et/ou inventoriées et délimitées par photo-interprétation.

- **Zones Humides avérées** (CBNBP inventoriées selon les critères de l'arrêté) auxquelles sont associés un indice de confiance de 1 et un code typologique.
- **Zones Humides Identifiées** (confirmées au minimum par une autre source : CBNPB, BD Flora, ECOMOS, SNPN, CENCA, DREAL51) auxquelles sont associés un indice de confiance de 1 à 5 et un code typologique.

La seconde à des enveloppes de probabilités de présence de zones humides identifiées et délimitées par photo-interprétation ou calculées par produits automatiques complétées par des données cartographiques.

« Enveloppe de très forte probabilité »

Zones humides uniquement identifiées par photo-interprétation auxquelles sont associés un indice de confiance de 1 à 3 et un code typologique.

« Enveloppe de forte probabilité »

Enveloppes théoriques IBK + Zone tampon hydro

ET/OU

Informations des cartes pédologiques 100K avec UC de 100 %

ET/OU

Informations des cartes de Cassini ET/OU Scan 25

« Enveloppe de probabilité moyenne »

IBK + Zone tampon hydro

ET/OU

Carte géologique 50K (marnes vertes)

ET/OU

Informations des cartes pédologiques 100K avec UC de 60 %

« Enveloppe de faible probabilité »

IBK + Zone tampon hydro

« Enveloppe de probabilité nulle »

C) Bilan

CODE	LB_TYPOLOGIE	Surface ha	Surface km2	Nbr	% SAGE
0	Enveloppe de probabilité (Nulle)	90678.74	906.7874	495	49.8848%
1	Enveloppe de probabilité (Faible)	30641.08	306.4108	1860	16.8565%
2	Enveloppe de probabilité (Moyenne)	31624.69	316.2469	1512	17.3976%
3	Enveloppe de probabilité (Forte)	12008.07	120.0807	1598	6.6060%
11	Surface cultivée en zone agricole	7219.98	72.1998	1470	3.9719%
21	Surface en herbe en zone agricole	1344.20	13.4420	1252	0.7395%
22	Surface en herbe en zone aménagée	212.79	2.1279	425	0.1166%
24	Surface en herbe en zone naturelle	808.61	8.0861	561	0.4448%
34	Surface inondée végétalisée en zone naturelle	19.44	0.1944	24	0.0107%
42	Boisement organisé en zone aménagée	885.29	8.8529	554	0.4870%
52	Milieu arboré en zone aménagée	0.42	0.0042	2	0.0002%
54	Milieu arboré en zone naturelle	2448.08	24.4808	984	1.3468%
62	Milieu arbustif en zone aménagée	26.58	0.2658	78	0.0146%
64	Milieu arbustif en zone naturelle	797.20	7.9720	505	0.4386%
72	Linéaire arboré en zone aménagée	135.66	1.3566	323	0.0746%
74	Linéaire arboré en zone naturelle	902.95	9.0295	1750	0.4967%
80	Ancien plan d'eau (Cassini & Scan 25)	997.40	9.9740	293	0.5487%
90	Sédiments en bancs et sur berge	1.53	0.0153	4	0.0008%
95	Plan d'eau artificiel	24.62	0.2462	107	0.0135%
97	Mare	5.08	0.0508	323	0.0028%
98	Plan d'eau d'activité d'extraction	0.37	0.0037	3	0.0002%
99	Plan d'eau (semi) naturel	271.79	2.7179	966	0.1495%
100	Cours d'eau (*)	721.72	7.2172	75	0.3970%
	TOTAL	181776.27	1817.7627	15164.00	100.0000%

(*) Attention, les cours d'eau sont probablement surestimés, car il s'agit d'une zone tampon

fig. 49) Table des nombres et surfaces selon la typologie par rapport à la superficie du SAGE

CLASSE	Surface ha	Nbr	% de superficie
Zones Humides Avérées	62	84	0.42%
Zones Humides Identifiées	4716	2636	31.86%
Enveloppe de très forte probabilité (hors eau)	10022	5208	67.72%
TOTAL	14800	7928	100.00%

fig. 50) Table des nombres et surfaces de chaque classe de « zones humides »

Prélocalisation des zones humides – SAGE des 2 Morin

CODE	Surface ha faible proba	Nbr faible proba	Surface ha proba moyenne	Nbr proba moyenne	Surface ha forte proba	Nbr forte proba	Surface ha très forte proba	Nbr très forte proba	Surface ha identifiées	Nbr identifiées	Surface ha avérées	Nbr avérées
1	30641.08	1860	0	0	0.00	0	0.000	0	0.000	0	0.000	0
2	0	0	31624.69	1512	0.00	0	0.000	0	0.000	0	0.000	0
3	0	0	0	0	12008.07	1598	0.000	0	0.000	0	0.000	0
11	0	0	0	0	0.00	0	7135.330	1431	84.488	38	0.160	1
21	0	0	0	0	0.00	0	883.762	899	455.695	350	4.744	3
22	0	0	0	0	0.00	0	159.277	345	52.912	77	0.599	3
24	0	0	0	0	0.00	0	236.462	315	561.911	233	10.240	13
34	0	0	0	0	0.00	0	14.862	17	4.576	7	0.000	0
42	0	0	0	0	0.00	0	495.936	329	387.877	223	1.477	2
52	0	0	0	0	0.00	0	0.423	2	0.000	0	0.000	0
54	0	0	0	0	0.00	0	340.075	263	2085.678	706	22.327	15
62	0	0	0	0	0.00	0	13.159	54	13.421	24	0.000	0
64	0	0	0	0	0.00	0	150.308	259	641.740	239	5.153	7
72	0	0	0	0	0.00	0	104.133	259	30.196	61	1.328	3
74	0	0	0	0	0.00	0	489.605	1036	397.566	677	15.780	37
80	0	0	0	0	997.40	293	0.000	0	0.000	0	0.000	0
90	0	0	0	0	0.00	0	1.527	4	0.000	0	0.000	0
95	0	0	0	0	0.00	0	24.620	107	0.000	0	0.000	0
97	0	0	0	0	0.00	0	5.081	323	0.000	0	0.000	0
98	0	0	0	0	0.00	0	0.374	3	0.000	0	0.000	0
99	0	0	0	0	0.00	0	271.687	966	0.100	0	0.000	0
100	0	0	0	0	0.00	0	721.716	75	0.000	0	0.000	0
	30641.076	1860	31624.687	1512	13005.466	1891	11048.337	6686	4716.1618	2636	61.809495	84

fig. 51) Tableaux des nombres et surfaces de chaque classe

CLASSE	Surface ha	Nbr	% de superficie
Zones Humides avérées	62	84	0.07%
Zones Humides Identifiées	4716	2636	5.29%
Enveloppe de très forte probabilité (hors thème eau)	10022	5208	11.25%
Enveloppe de probabilité Forte (hors Cassini)	12008	1598	13.48%
Enveloppe de probabilité (Moyenne)	31625	1512	34.40%
Enveloppe de probabilité (Faible)	30641	1860	35.50%
TOTAL	89074	12898	100.00%

fig. 52) Tableaux des pourcentages de surfaces de chaque classe par rapport à la superficie du SAGE

NOTE : superficie du SAGE : **1817.7627** Km²

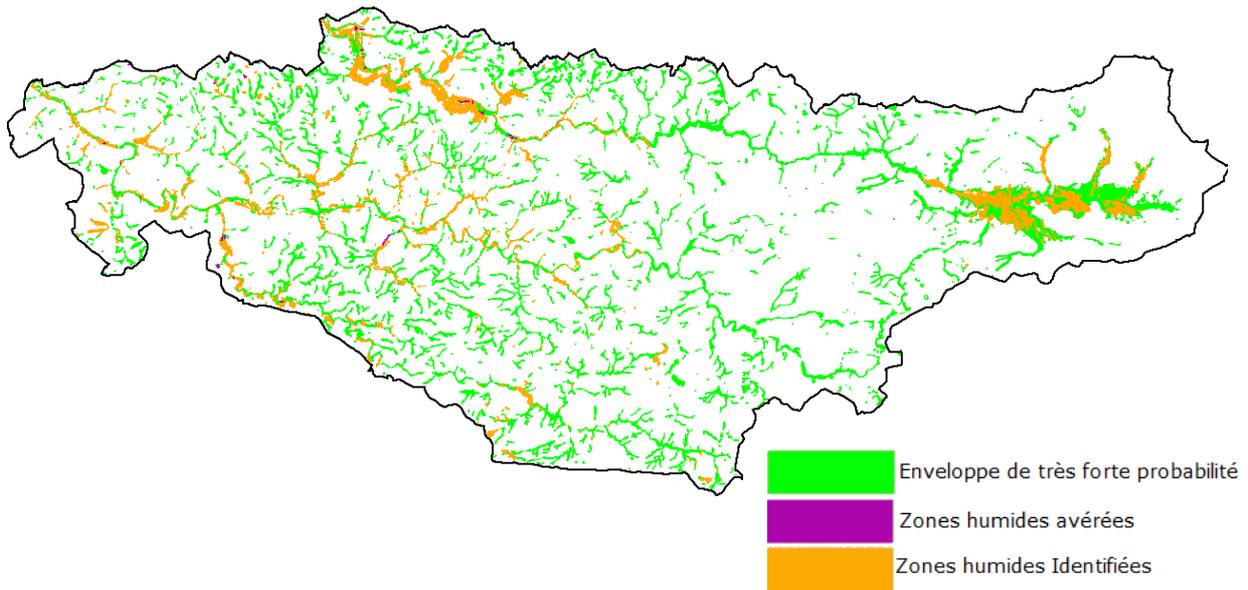


fig. 53) Illustration de la couverture en zones humides photo-interprétées (Avérées, Identifiées, Très forte probabilité de présence).

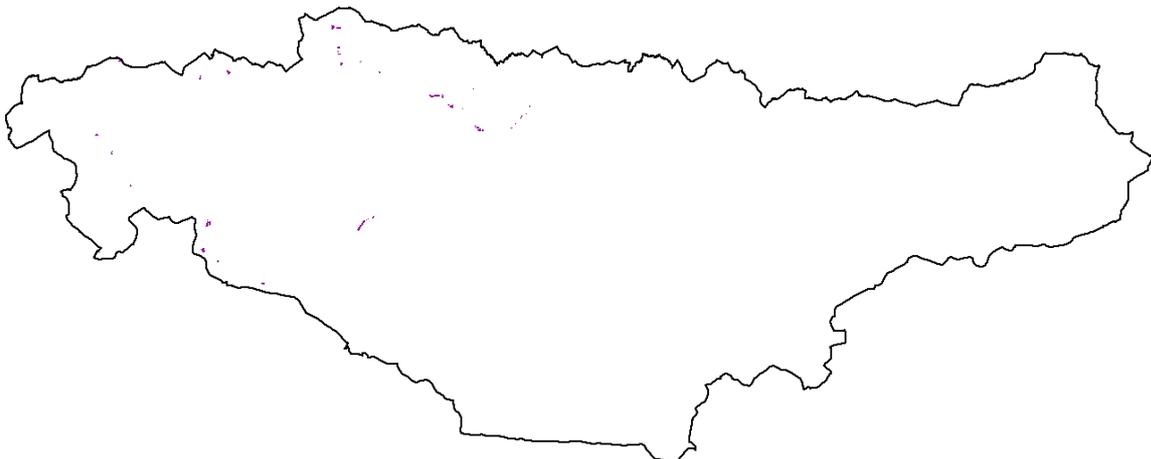


fig. 54) Détail des zones humides avérées

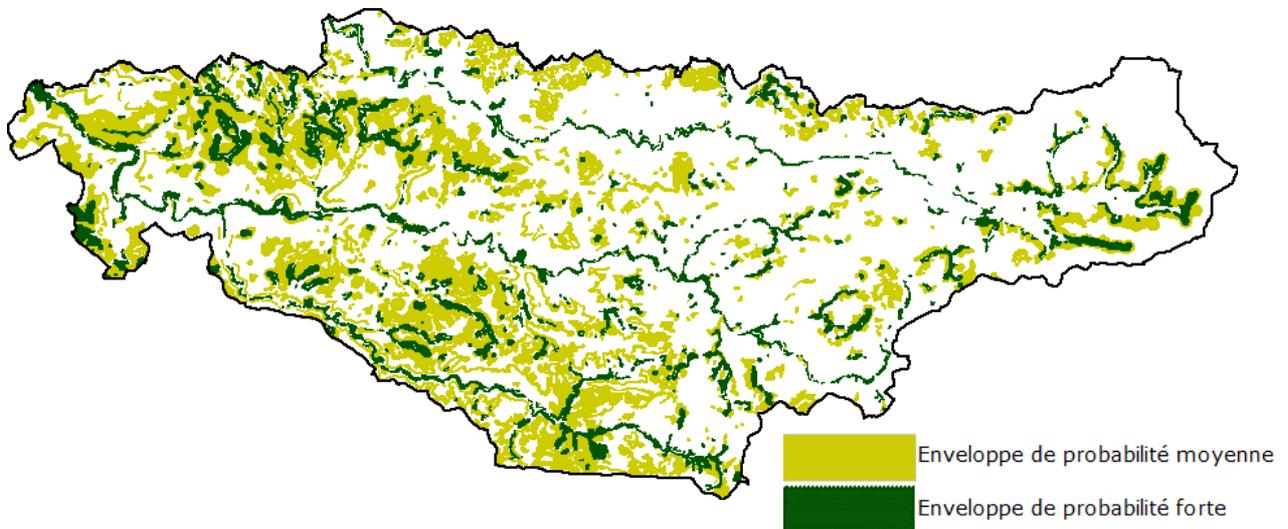


fig. 55) Illustration de la couverture en zones à forte et moyenne probabilité de présence.

BIBLIOGRAPHIE

LOY D., 2012 – Rapport sur la prélocalisation des zones humides du SAGE Arroux-Bourbince, France

LOY D., et LEVEQUES P., 2011 – Rapport sur la prélocalisation des zones humides du SAGE Loir, France

LOY D., et LAVAL S., 2012 – Rapport sur la prélocalisation des zones humides du SAGE Nappe de Beauce, France

Sociétés Gallia Sana, I-Mage Consult, CERE & Agence de l'Eau Seine-Normandie – AESN - 2006 Cartographie des zones à dominante humide du bassin Seine – Normandie, France.

Agence de l'eau Loire-Bretagne, et HARDY X. – 2010 - Guide d'inventaire des zones humides dans le cadre de l'élaboration ou de la révision des Sage, France.

BERNARD C., et LAVAL S. - 2011 - Rapport sur la prélocalisation des zones humides du bassin versant de l'Allier aval, France

FROMONT N., DIREN Pays de la Loire – 2008 - Guide méthodologique d'inventaire et de caractérisation des zones humides, France.

I-Mage Consult – 2008 - Inventaire et caractérisation des zones à dominante humide du territoire de la Région limousin (partie du bassin Loire-Bretagne) et du SAGE Vienne, France.

GUERRI O., MOINOT F., et VERMEIL M. - Etablissement Public Territorial de Bassin de la Dordogne (EPIDOR) – 2008 - Guide des zones humides de la Dordogne Atlantique, France.

RAMEAU JC, BISSARDON M., GUIBAL L., Ecole Nationale du Génie Rural, des Eaux et des Forêts (ENGREF), G.I.P ATELIER TECHNIQUE DES ESPACES NATURELS, - CORINE BIOTOPES

CHABROL L., Conservatoire botanique national du Massif Central - 2006 - Inventaire et cartographie des zones humides du Limousin (Bilan des prospections 2002 à 2005), France.

BONN F., et ROCHON G., 1993 - *Précis de télédétection, volume 1. Principes et méthodes*, presses de l'Université du Québec, AUPELF-UREF, Marquis Montmagny, Québec.

GUYOT G., 1989 - *Signatures spectrales des surfaces naturelles*, Télédétection satellitaire 5, Editec-Paradigme, Caen.

LEBLOND A., SANDOZ A., LEFEBVRE G., ZELLER H. and BICOUT D, 2007 - Remote sensing based identification of environmental risk factor associated with West Nile disease in horses in Camargue, France, Preventive Veterinary Medicine 79 (2007) p 20-31.

MACKAY H., FINLAYSON C.M., FERNANDEZ-PRIETO D., DAVIDSON N., PRITCHARD D. and REBELO L.M., 2009 - The role of Earth Observation (EO) technologies in supporting implementation of the Ramsar Convention on Wetlands, Journal of Environmental Management 90 (2009), p 2234-2242.

PETROPOULOS, G.; CARLSON, T. N.; WOOSTER, M. J. and ISLAM, S., 2009 - A review of remote sensing based methods for the retrieval of land surface energy fluxes and soil surface moisture.. Progress in Physical Geography, Apr2009, Vol. 33 Issue 2, p224-250.

SANDOZ A., CHAUVELON P., PICHAUD M., et BUCKWELL P., 2004, Potentialités d'inventaires et de suivis d'inondation par télédétection satellitale radar, résultats obtenus dans le delta du Rhône (France), Bulletin de la Société Française de Photogrammétrie et de Télédétection, n° 172 (2003-4), p 69-75.

SANDOZ, A., THAUVIN, N., 2006 - Wetland habitats and flooding duration satellite monitoring. In: FERNANDEZ-PRIETO, D., ARINO, O., BORGES, T., DAVIDSON, N.,

FINLAYSON, M., GRASSL, H., MACKAY, H., PRIGENT, C., PRITCHARD, D., ZALIDIS, G. (Eds.), The GlobWetland Symposium: Summary and Way Forward. Proceedings of GlobWetland Symposium, Looking at Wetlands from Space, October 2006. European Space Agency, Frascati, Italy.

ZOMER R.J., TRABUCCO A and USTIN S.L., 2009 - Building spectral libraries for wetlands land cover classification and hyperspectral remote sensing, Journal of Environmental Management 90 (2009), p 2170-2177.

ARNAL G. - 1996 - Les plantes protégées d'Ile-de-France, Collection Parthénope, 349 p.

BOURNERIAS M., ANAL G. & Bock C. - 2001 - Guide des groupements végétaux de la région parisienne - Belin, Paris, 640 p.

Commission européenne (DG XI) - 1997 - Manuel d'interprétation des habitats de l'Union européenne, version EUR15 -109 p.

Conservatoire botanique national du Bassin parisien (2011) : Liste rouge des espèces menacées d’Île-de-France – La flore vasculaire.

FOURNIER P. - 1990 - Les quatre flores de France (nouveau tirage) - Editions Lechevalier, Paris, 1104 p.

GUINOCHET M, VILMORIN R. (de) - 1973/1984 - Flore de France (5 tomes) - Editions du CNRS, Paris, 1979 p.

JULVE Ph. - 1993 - Synopsis phytosociologique de la France (communautés de plantes vasculaires) - Lejeunia Nouvelle série n°140, 100 p.

LAMBINON J. et al. -1992- Nouvelle flore de la Belgique, du grand-duché du Luxembourg, du nord de la France et des régions voisines --4^{ème} édition – Editions du patrimoine du jardin botanique national de Belgique – Meise, 1992, 1092p.

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.

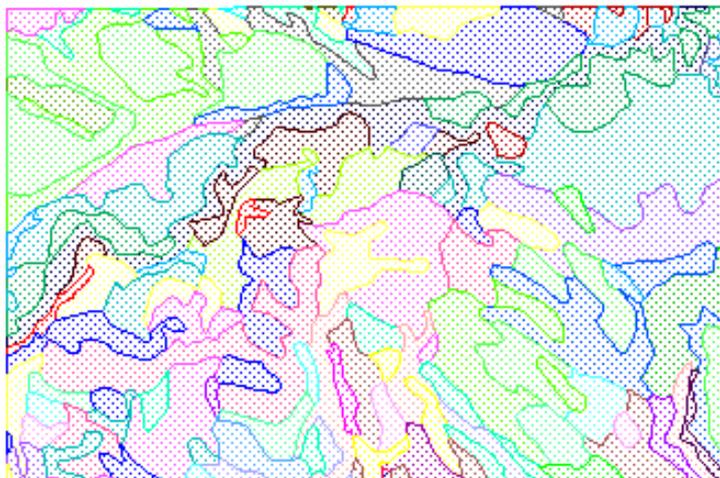


fig. 56) Illustration d'exemple d'une topologie de type polygonal

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

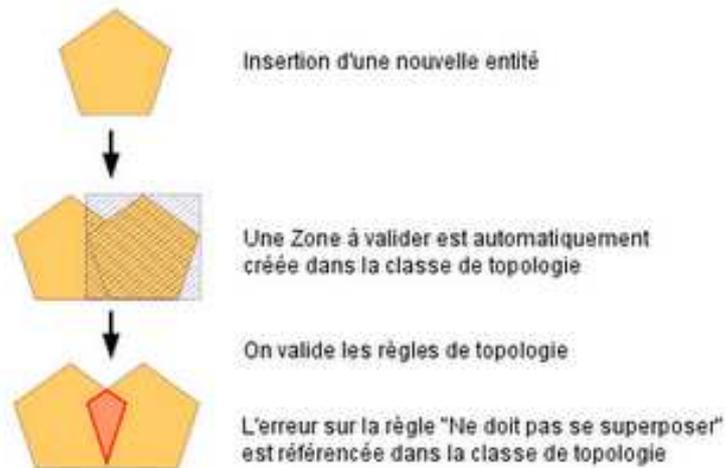


fig. 57) Schéma de correction topologique vectorielle

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" :

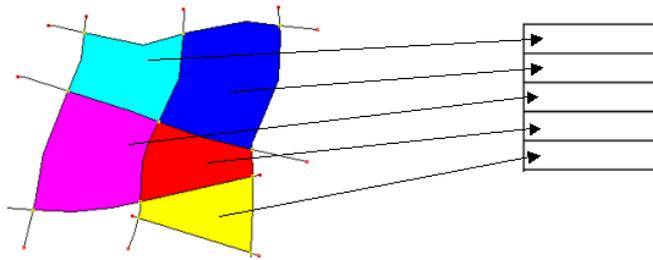


fig. 58) Schéma de la relation entre la table attributaire et les polygones de la couche vectorielle

- ❖ ·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.