



ECOLE
SUPERIEURE
D'AGRICULTURE
D'ANGERS

SAGE
Layon Aubance

Schéma
d'Aménagement
et de Gestion
des Eaux



Syndicat Mixte
du bassin du Layon

INVENTAIRE DES ZONES HUMIDES À L'ECHELLE LOCALE

*“ Pour une démarche participative de protection
des milieux sensibles ”*



Mémoire de fin d'études Ingénieur

Maitre de stage : PREMEL-CABIC Christian

Patron de mémoire : FUSTEC Joelle

PATRY Nicolas

Promotion 2002

Octobre 2007

« L'eau lave tout, mais il est très difficile de laver l'eau »

Proverbe Burkinabé

Notice bibliographique

Auteur : Nicolas PATRY
Promotion 2002
FUSTEC

Patron de mémoire : Joëlle

Signalement : Inventaire des zones humides à l'échelle locale : pour une démarche participative de protection des milieux sensibles.

77 pages, 114 figures, 22 tableaux

Mots-clé : Zones humides, Inventaire, SIG, Indice de Beven Kirkby, MNT, Démarche participative, Zones Humides Stratégiques pour la Gestion de l'Eau (ZHSGE).

Plan indicatif	Travail en 4 parties avec introduction et conclusion. La partie 1 présente le contexte de l'inventaire (histoire, réglementations, méthodes d'inventaires, organisme d'accueil et zone d'étude). La partie 2 est une description des procédés employés pour localiser les zones humides et mettre en place une démarche participative avec les acteurs locaux. La partie 3 est une présentation des résultats obtenus à l'échelle du bassin versant et sur deux communes cibles. Elle comprend également une première réflexion sur la délimitation des ZHSGE. La partie 4 s'attache à analyser ces résultats et les limites des méthodes employées avant d'aborder les perspectives de travail pour la poursuite du projet.
Buts de l'étude	Il s'agit de localiser les zones humides du bassin versant de l'Hyrôme et mettre en place des démarches participatives d'inventaire sur les communes de Chanzeaux et Saint Lambert du Lattay.
Méthodes	La prélocalisation des zones humides est réalisée sur SIG grâce au logiciel Arcview® et à l'utilisation de données informatiques et topographiques (Scan 25, orthophotos, MNT, IBK). Les vérifications terrains et les démarches participatives permettent d'affiner l'inventaire. Les données recueillies sont stockées dans une base de données et vont servir à la création d'une méthodologie de délimitation des ZHSGE.
Résultats	L'utilisation de l'IBK a permis d'améliorer le taux de réussite de la phase de prélocalisation sous logiciel SIG par rapport aux précédentes expériences. Par la suite, les résultats des démarches participatives ont permis de mettre en évidence les liens existants entre les usages agricoles et la répartition de ces milieux. Cependant, l'analyse des répercussions des activités humaines (pesticides) souligne la nécessité de préserver les zones humides pour maintenir une bonne qualité des eaux superficielles.
Conclusion	Ce travail fournit une démarche fiable pour localiser les zones humides d'un territoire et sensibiliser les usagers à la protection de ces milieux. Les méthodologies employées, et les résultats qui en découlent, permettront de prendre en compte les zones humides lors de futurs aménagements, de fournir un procédé normalisé pour les communes souhaitant effectuer un inventaire sans encadrement direct, et de délimiter les secteurs prioritaires lors de la révision du SAGE Layon Aubance.

Review

Author : Nicolas PATRY

Year of entry 2002

Supervisor : Joëlle FUSTEC

Description : Wetlands inventory at local scale : for a participative approach of vulnerable environment protection

77 pages, 114 figures, 22 tables

Keywords : Wetlands, Inventory, GIS, Beven Kirkby Indice, MNT, Participative approach, Strategic Wetlands for Water Management (ZHSGE).

Contents	Report in 4 parts with introduction and conclusion. The first part presents the inventory context (history, rules, inventory method, organization and study area). The second part is a description of the methods used to locate wetlands and set up a participative approach with local players. The third part is a presentation of results obtained at a catchment area scale, and on two targets communes. It also includes a first reflection on ZHSGE delimitation. Finally, the fourth part attempts to analyse these results and the limits of the methods employed before approaching the prospects for the future of the project.
Main purposes	The focus is on locating wetlands of the “Hyrôme” catchment area and set up participative approach of inventory on “Chanzeaux” and “Saint Lambert du Lattay” communes.
Methods	Wetlands prelocalisation is carried out on GIS with the Arcview® software and the use of digital and topographic data (Scan 25, orthophotos, MNT, BKI). Ground check and participative approach allow improving the inventory. The data collected are stored in a database and will be used to create a ZHSGE delimitation method.
Results	Using the BKI allowed to improve the success rate of prélocalisation stage on GIS software compared with preceding experiments. Thereafter, the results of participative approach allowed to highlight the existing links between agricultural uses and the distribution of these environments. However, the analysis of human activities impacts (pesticides) underlines the necessity of preserving wetlands to maintain the surface waters quality.
Conclusion	This work provides a reliable approach to locate wetlands on a territory and to heighten population of environment protection. The methodologies used, and the results which follow from these, will permit to take wetlands into account during future planning, to provide a standardized process for communes wishing to lead a inventory without direct management, and to delimit priority sectors for “SAGE Layon Aubance” revision.

REMERCIEMENTS

Je tiens à remercier sincèrement Christian PREMEL-CABIC, animateur du SAGE Layon Aubance, pour son encadrement, ses nombreux conseils et sa disponibilité au-delà des attributions d'un maître de stage. Véritable ami, la réalisation de cette étude n'aurait jamais été possible sans son aide et son implication dans le maniement d'outils informatiques souvent récalcitrants.

Je remercie également Emmanuel DOUILLARD, Chargé d'action biodiversité au CPIE des Mauges, pour ses conseils en botanique, sa sympathie et le temps accordé à des prospections terrain riches en surprises.

Je remercie bien sûr l'ensemble des acteurs locaux ayant contribué à la mise en place d'inventaires participatifs avec une attention particulière pour les maires des deux communes concernées Jean Pierre BODY et Gino MOUSSEAU pour leur accueil chaleureux. Je remercie également Jean Jacques DERVIEUX, membre de la CLE, pour sa sympathie et les abondantes informations fournies.

Je remercie, Joëlle FUSTEC, mon référent universitaire pour les orientations et les conseils accordés durant cette mission.

Enfin, je remercie mes proches et amis pour leur soutien sans failles, et notamment mon père pour ses conseils orthographiques et son efficacité à rendre limpides des tournures parfois obscures.

TABLE DES MATIERES

INTRODUCTION

I. Présentation du contexte de l'étude : 1

1. Une histoire tourmentée :	1
a. De la vénération ... :	1
b. ...à la diabolisation :	2
c. Au nom de l'assainissement :	4
Le cas de la France :	5
Les autres pays :	7
d. Un retournement de situation récent :	8
2. Les zones humides :	10
a. Définition et typologie :	10
b. Les rôles des zones humides :	13
Une fonction épuratoire essentielle :	13
Les fonctions hydrologiques :	14
Une production exceptionnelle de matière vivante source de biodiversité :	15
Des valeurs touristiques et culturelles :	16
c. Des engagements internationaux à la réglementation Française :	18
La convention de Ramsar :	18
Un niveau Européen de protection : La Directive Cadre sur l'Eau (DCE) :	19
Le niveau national : Le Code de l'Environnement (CE) :	19
L'échelle régionale : le Schéma Directeur d'Aménagement et de Gestion des Eaux (SDAGE) :	21
L'échelle locale : Le Schéma d'Aménagement et de Gestion des Eaux :	21
L'échelle communale : Les documents d'urbanisme :	22
3. Inventorier pour mieux protéger :	23
a. A l'origine de la démarche : les données informatiques :	23
b. Les méthodes d'inventaires nationaux :	24
L'inventaire des zones humides méditerranéennes :	25
L'inventaire national du "United States Fish and Wildlife Service" :	25
Les autres méthodes d'inventaires nationaux :	26
c. Etat des lieux des inventaires en Pays de la Loire :	27
d. Les inventaires sur le SAGE Layon Aubance :	29
4. L'organisme d'accueil et la zone d'étude :	30
a. Situation géographique :	30
b. Le SMBL : structure porteuse de la CLE et du SAGE :	30
c. Les rôles du SMBL :	31
d. La composition du SMBL :	32
e. Les ressources du SMBL :	33
f. Le bassin versant de l'Hyrôme : territoire d'étude :	34
Caractéristiques générales :	34
Géomorphologie :	34
L'agriculture :	34
Climatologie :	34
La qualité de l'eau :	35
Les zones humides du territoire d'étude :	35
g. La demande du commanditaire et les hypothèses de travail :	36

II. Matériels et méthodes : 37

1. Les documents et outils utilisés :	37
a. Les cartes IGN au 1/25 000 ^{ème} :	37
b. Les orthophotos :	37
2. Création du Modèle Numérique de Terrain (MNT) et utilisation de l'Indice de Beven Kirkby (IBK) :	38
a. Rappels :	38
b. Vectorisation des courbes de niveau et création du MNT :	39
c. L'Indice de Beven Kirkby (IBK) :	40

3. La prélocalisation sur logiciel SIG des zones humides du bassin de l'Hyrôme :	41
L'identification des sources :	41
L'identification des zones de plaines alluviales ou de plaines de bas fond :	41
L'identification des plans d'eau :	42
L'identification des mares :	42
L'identification des boisements humides :	43
L'identification des zones humides artificielles :	43
4. La démarche « terrain » :	44
a. La vérification de la prélocalisation :	44
b. La flore :	45
c. La pédologie :	46
5. La démarche participative à l'échelle communale :	47
a. L'objectif :	47
b. La méthode :	47
Le groupe de travail :	47
Les réunions d'inventaire :	48
c. Les outils :	49
L'atlas :	49
Les fiches d'identité :	49
La base de données :	50
6. Les Zones Humides Stratégiques pour la Gestion de l'Eau (ZHSGE) : premières réflexions	51
a. L'objectif :	51
b. La méthode :	51
III. Présentation des résultats :	53
1. Les résultats topographiques :	53
a. La vectorisation des courbes de niveau :	53
b. Le Modèle Numérique de Terrain :	53
c. L'Indice de Beven Kirkby :	54
2. Les résultats de la prélocalisation :	56
a. Les plans d'eau :	56
b. Les mares :	57
c. Les zones humides de bas fond :	57
d. Les plaines alluviales :	58
e. Les boisements humides :	58
f. Les zones humides artificielles :	59
g. Les sources :	59
3. Les résultats terrain :	59
a. La vérification de la prélocalisation :	59
b. La flore :	60
c. La pédologie :	61
4. La démarche participative :	62
a. Les résultats :	62
b. Les zones humides de la commune de Chanzeaux :	63
c. Les zones humides de la commune de Saint Lambert du Lattay :	64
d. La base de données :	65
Exemples d'analyses sur la commune de Chanzeaux :	65
Exemples d'analyses sur la commune de Saint Lambert du Lattay :	65
Un outil précieux pour la localisation d'espèces rares :	66
5. Les zones humides stratégiques pour la gestion de l'eau :	67
IV. Discussion :	69
1. Bilan des résultats :	69
2. Les limites des méthodes utilisées :	70

a.	Le facteur technique :	70
	Des documents parfois obsolètes :	70
	Les erreurs inhérentes à l'interprétation visuelle :	71
	Les erreurs causées par les documents :	71
	Les erreurs liées à l'utilisation de l'IBK :	71
	Les limites de la méthode de détermination des ZHSGE :	72
b.	Le facteur humain :	72
	L'image des zones humides :	73
	La définition des zones humides :	73
	La crainte d'une réglementation :	73
3.	Les perspectives :	74
a.	L'amélioration de la diffusion des informations :	74
b.	La notion de sites fonctionnels :	74
c.	Les nouvelles orientations réglementaires :	75
d.	Le Contrat Territorial (CT) et le Contrat de Restauration et d'Entretien (CRE) :	76
e.	L'observatoire des zones humides :	76

CONCLUSION

BIBLIOGRAPHIE

GLOSSAIRE

SIGLES ET ABREVIATIONS

TABLE DES FIGURES ET DES TABLEAUX

ANNEXES

INTRODUCTION

Dans les pays occidentaux, les zones humides ont souffert durant de nombreux siècles d'une vision dévalorisante diffusée par les croyances et la littérature. A l'heure actuelle, le processus de disparition des zones humides tend néanmoins à se ralentir grâce à leur reconnaissance tant au point de vue écologique que patrimoniale. Epuratrices des polluants urbains et agricoles, protectrices contre les inondations, elles jouent un rôle prépondérant dans le maintien d'espèces endémiques menacées tout en permettant parfois le développement d'un tourisme salvateur à l'économie locale.

Cependant, malgré cette prise de conscience des nombreux intérêts des zones humides, le constat n'en reste pas moins inquiétant et le développement de l'agriculture intensive a poussé l'homme à dénaturer de façon irréversible un grand nombre de ces sites. Paradoxalement, drainages et assainissements ont eu pour effet d'améliorer les conditions de vie des riverains tout en altérant la qualité des milieux et le fonctionnement hydraulique des bassins versants.

La prise de position internationale lors de la convention de Ramsar en 1971, souligna la nécessité de prendre en compte les zones humides dans toute politique de préservation de la ressource en eau, et de mettre en place des structures garantissant une gestion cohérente et équilibrée de ces espaces. Ainsi, la Commission Locale de l'Eau, en partenariat avec le Syndicat Mixte du Bassin du Layon, tend à réaliser des inventaires de localisation des zones humides pour connaître et agir à posteriori sur les secteurs les plus touchés. Ce programme d'inventaire entrepris depuis 2004, répond à une demande de l'Union Européenne qui prévoit un bon état écologique de la ressource en eau pour l'ensemble de ses membres à l'horizon 2015 (Directive Cadre sur l'Eau).

L'objectif de notre étude est donc de recenser l'ensemble de zones humides présentes sur le bassin versant de l'Hyrôme à l'aide d'outils informatiques, et de réaliser des inventaires participatifs sur les communes de Chanzeaux et Saint Lambert du Lattay. Après une présentation du contexte tant au niveau historique que réglementaire, nous présenterons les différentes méthodes mises en œuvre avant d'analyser les résultats et proposer une première réflexion sur la délimitation des zones humides dites stratégiques pour la gestion de l'eau. Enfin, nous discuterons des limites de ces démarches et de l'avenir des zones humides au sein du Schéma d'Aménagement et de Gestion des Eaux du territoire Layon-Aubance.



Le Nil :

Divinisé sous le nom de Hâpî par les Egyptiens de l'Ancien Empire, le fleuve était vu comme une séparation entre le monde des morts sur la rive Ouest et celui des vivants sur la rive orientale. La réunification des deux rives grâce aux inondations durait quatre mois et était l'occasion de festivités en l'honneur du retour des eaux fertiles chargées de limons.

A la fin du mois de juillet, le nouvel an était indiqué par la réunion des deux terres et symbolisé par l'image du génie de l'inondation ligaturant deux plantes héraldiques : la fleur du bananier sauvage d'Ethiopie pour le Sud, et le papyrus pour le Nord (DESROCHES-NOBLECOURT, 1999).

Fig. 1 : Vue sur la végétation rivulaire du Nil par photo satellitaire

www.mygeo.info

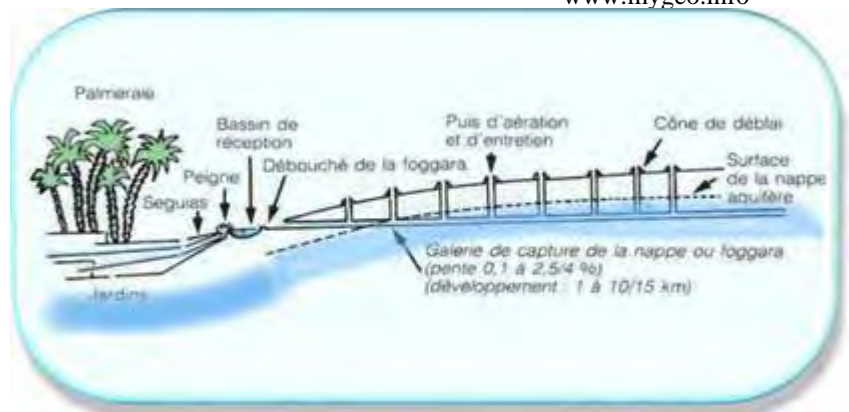


Fig. 2 : Principe de fonctionnement des foggaras

OLIEL, 1994

Zones humides et croyances :

➤ « *Dans les forêts de Vrindavan, sacrées pour le dieu Krishna, dans le nord de l'Inde, chaque village a son propre kund, ou petit lac sacré. Une plantation d'arbres autour du kund permettait de retenir les eaux de pluie et au milieu de cette plantation il y avait un temple ou un sanctuaire dédié à une divinité généralement associée à Krishna ou à la déesse Radha.* »

➤ « *Dans la péninsule Arabe, les zones humides et les sources sont légalement protégées par l'Islam depuis le 11e siècle. Baptisées himas, ces aires protégées couvrent un kilomètre au maximum autour des principaux bassins versants, sources et marais.* »

➤ « *Dans les forêts et les savanes de Guinée plusieurs lacs sont sacrés pour les communautés locales et des tabous religieux stricts dictent l'utilisation appropriée des ressources de la zone humide. Au lac Wassaya, il est interdit de chasser, la saison de pêche est très courte et même les crocodiles de Wassaya sont sacrés.* »

www.ramsar.org

I. Présentation du contexte de l'étude :

1. Une histoire tourmentée :

a. De la vénération ... :

Dans l'antiquité, les grands fleuves, et par conséquent les zones d'inondations qui leur sont attachées, furent considérés comme des lieux propices à l'installation humaine par la plupart des civilisations. Les zones humides du Lac Titicaca, du Gange, du Yang Tsé Kiang, de l'Euphrate ou du Nil furent le berceau et le support de vie des sociétés les plus fastueuses (FUSTEC et LEFEUVRE, 2000). Comme le rappelle POITEVIN (1990), la vallée du Nil a joué un rôle essentiel dans l'origine et l'essor de la civilisation Egyptienne. Le Nil « *voilà l'Egypte fertile et vivante, partout ailleurs le désert et la mort. Là où le flot du fleuve bienfaisant s'arrête commence la plus nue des stérilités* ». Fertilisées par les nutriments déposés lors des inondations successives, les plaines alluviales (**Fig.1**) permirent d'assurer le développement agricole nécessaire à l'édification de l'Egypte antique (CARPICECI, 1993).

Les différentes religions et croyances païennes furent également à l'origine de l'intérêt de l'homme pour l'eau et les zones humides. Synonymes de purification, le déluge et les inondations sont cités dans la genèse comme moyen de « *détruire tous les péchés du monde, afin qu'il puisse renaître de nouveau, débarrassé de ses impuretés* » (www.wateryear2003.org). Cette montée des eaux a également été vénérée dans les croyances Orientales où la culture du riz permettait, et permet encore, de subvenir en partie aux besoins alimentaires des populations. Par conséquent, les sociétés d'Extrême Orient ont fait le choix de mettre en valeur les plaines et les deltas inondables et d'y inventer une architecture sociale encadrée qui, seule, permet la maîtrise de l'eau et la rizière, forme totalement apprivoisée du marécage (PITTE, 2006). Les Gaulois, quant à eux, assignaient aux étendues d'eaux mortes le séjour de leurs dieux. Les marais étaient le lieu de cultes tournés vers le dieu gaulois Taranis qui symbolisait la sagesse, le temps, et commandait la succession des nuits et des jours. On y effectuait des sacrifices en son honneur car il était violent et guerrier, mais aussi dispensateur de fertilité et d'abondance (BRUNAU, 2000).

Dans l'Islam et l'Hindouisme on retrouve cette vénération pour l'eau et les milieux humides au travers des écrits saints et des traditions religieuses. Les pèlerinages religieux Hindous s'effectuent le plus souvent le long des rivières, ou au lieu de convergence de plusieurs d'entre elles, afin d'être en contact avec le dieu de l'orage Indra. (www.wateryear2003.org). La religion musulmane voue elle aussi un véritable culte à l'eau. En effet, considérée comme source de vie dans le Coran, elle est cependant rare et précieuse pour les populations fondatrices de l'Islam dont l'environnement était désertique. Ainsi se développa un mode de vie basé sur une utilisation rationnelle de la ressource et la création de systèmes d'irrigation évolués tels que les « foggaras » (**Fig.2**) afin de préserver les faibles volumes disponibles (BENHAMMOU, 2006).



Fig. 3 : Habitation des Uros sur le lac Titicaca (3a) et îles artificielles sur l'Euphrate au sud de l'Iraq (3b)

www.ramsar.org



Fig. 4 : Anciennes cartes de :

a : Mexico en 1524 (Hernando Cortez)

b : Paris en 1575 (Belleforest)

c : Washington en 1892 (Kurts Johnson)

Mythes et légendes de la Brenne :

➤ « **Le Grand Bissête** est le génie des étangs : plusieurs fois grand comme un homme, ne quittant jamais l'onde, il inspire une immense terreur car il saisit l'imprudent de ses bras humides et l'entraîne au fond des eaux pour l'y dévorer. »

➤ « **Le Cheval Malet** offre sa selle au voyageur exténué et parcourt au grand galop le terrain fangeux des queues d'étang avant d'y précipiter le naïf cavalier qui s'y noie ; ses hennissements stridents sont alors le rire de Satan lui-même. »

Ce système ingénieux consistait à créer des « sources » artificielles en creusant des galeries en pente très faible qui vont rejoindre la nappe phréatique. L'eau suinte alors le long des parois et forme un ruisseau permanent. De nombreuses oasis, qui ne sont en fait que des zones humides artificielles, virent ainsi le jour dans la Perse antique (OLIEL, 1994).

Les zones humides constituèrent également des refuges précieux pour certaines populations soumises à l'exil. En Bolivie par exemple, les « Uros », chassés de leurs terres par les Incas, développèrent un mode de société entièrement dépendant du milieu aquatique (MINISTERIO DE DESARROLLO SOSTENIBLE DE BOLIVIA, 2005). Ce peuple, dont les descendants vivent encore sur le lac Titicaca, ont composé pendant des siècles avec leur environnement, se nourrissant des produits de la pêche et développant une véritable symbiose avec la Tortora (espèce de Carex). En effet, cette plante permit aux Uros de construire des îles pour installer leurs habitations à l'écart des dangers tout en leur fournissant une source considérable de matériaux pour leurs embarcations (**Fig.3a**).

Ce mode de vie en adéquation avec les milieux inondés se retrouve chez de nombreuses peuplades sur les différents continents et ce malgré des cultures radicalement différentes. Les marais du Sud de l'Iraq (**Fig.3b**) à la confluence du Tigre et de l'Euphrate sont à l'heure actuelle encore colonisés par des populations vivant sur des îles artificielles (MITSCH et GOSSELINK, 2000). Les exemples sont nombreux et la plupart des grandes villes mondiales se sont construites sur d'anciens sites marécageux : Mexico (**ANNEXE 1**), Chicago, Washington, Paris... (**Fig.4**). Loin d'inspirer la crainte et la maladie, les zones humides furent ainsi longtemps considérées comme un don de dieu grâce à leur forte productivité agricole et la multitude d'espèces animales et végétales présentes dans ces zones, comme reflet du jardin d'Eden.

b. ...à la diabolisation :

Cependant, en occident, les zones humides ont de tout temps souffert d'une mauvaise réputation, et de nombreuses légendes se sont forgées dans l'idée que le Mal était seul à pouvoir habiter de tels lieux. Ainsi, malgré quelques croyances païennes valorisantes, les populations occidentales ont rejeté ces terrains pour des raisons parfois infondées.

L'engloutissement de pauvres voyageurs perdus dans ces terres aux sols instables a fait des marécages des zones où s'aventurer est considéré comme dangereux (DONADIEU, 1996), et les légendes racontant la disparition d'enfants avalés par la terre, comme un piège se referme sur sa proie, ont attisé les craintes et les superstitions (ROMI, 1992). Stigmatisées au Moyen-âge en « lieu de perdition », les eaux stagnantes sont la demeure d'esprits malins et de créatures démoniaques (LE LOUARN, 1999). Ainsi, les régions d'étangs comme la Brenne ou la Sologne furent témoins de nombreuses croyances telles que celle du Cheval Malet, du Grand Bissète, des Lavandières et autres déités féminines au caractère « mélusinien » (DONADIEU, 1996).

Zones humides et littérature :

➤ « Autour des mares stagnantes (...) on entend durant la nuit le battoir précipité et le clapotement furieux des lavandières fantastiques (...). Ames des mères infanticides, elles battent et tordent incessamment quelque objet qui ressemble à du linge mouillé, mais qui, vu de près, n'est qu'un cadavre d'enfant. Il faut bien se garder de les observer ou de les déranger car eussiez-vous six pieds de haut et des muscles en proportion, elles vous saisiraient, vous battraient dans l'eau et vous tordraient ni plus ni moins qu'une paire de bas. » George Sand, Légendes rustiques

➤ « Et moi qui regardais très fixement, je vis des gens boueux dans ce marais, tous nus et à l'aspect meurtri. Ils se frappaient, mais non avec la main, avec la tête, avec la poitrine et avec les pieds, tranchant leurs corps par bribes, avec les dents. » Dante Alighieri, La divine comédie

➤ « L'homme du marais est triste et défiant : son teint est jaune et maladif et sa constitution se ressent de l'air malsain qu'il respire. Si on ne peut pas dire qu'il a des mœurs, du moins il a les bons instincts de la nature. » Joseph Joseau, Elena ou les charmes du marais

DONADIEU, 1996

La faune et la flore :

➤ « Le crapaud est la bête la plus nuisible qui soit et elle est d'autant plus pernicieuse et mortelle qu'elle vit dans les lieux froids et ombragés, dans les forêts et les marécages où croissent les roseaux (...); on le met dans un petit sac rempli de sel (qui) devenu pernicioeux en gardera le venin. Quiconque en mangera verra son sang empoisonné et mourra en très peu de temps. » J. de la Porta

➤ « Des teintes fauves, noirâtres, tachetées de sang, des odeurs repoussantes nomment l'arum, la ciguë, les glaïeuls, l'hellébore fétide, la renoncule scélérate, et révèlent les qualités âcres, caustiques, vénéneuses de ces plantes redoutables. (...) Beaucoup de plantes de marais ont un aspect sinistre, qui décèle en eux des propriétés malfaisantes. » J.B. Monfalcon, Histoire des marais

DONADIEU, 1996



Fig. 5 : Les monstres des marécages, de la légende au cinéma moderne :

a : Film « *Creature from the black lagoon* », 1954

b : Comics « *Swamp Thing* », 1972

c : Représentation de *Grendel*

De ce fait, les marais et eaux dormantes sont perçus comme le portail vers un monde peuplé de divinités anguipèdes, sirènes et dragons (FUSTEC et LEFEUVRE, 2000), royaume du diable dont les feux follets (combustion spontanée du méthane) rappellent l'ouverture sur les entrailles de la terre et l'enfer.

La littérature fut aussi un des vecteurs de diffusion de la peur inspirée par ces milieux immergés. Que ce soit Georges Sand dans ses *Légendes rustiques*, Dante Alighieri, Joseph Joseau ou encore plus récemment Marguerite Yourcenar, tous dressent le portrait des zones humides sous un point de vue sombre et inquiétant. Les animaux et plantes qui y vivent sont dépeints sous des traits maléfiques, empreints de sorcellerie et outils de magie noire (BOUTET, 1998). Ces croyances sont encore ancrées dans l'imaginaire populaire et les écrivains et scénaristes Hollywoodiens utilisent toujours cette peur viscérale des milieux marécageux pour créer des créatures diaboliques, prédateurs de l'homme et dignes héritiers des anciennes légendes rurales (**Fig.5**). Cependant, bien que les descendants cinématographiques de *Grendel*, monstre mythique des récits épiques Anglais et Scandinaves, soient représentés sous des formes menaçantes, leur statut a progressivement évolué, passant de créature cauchemardesque à celui de défenseur des marais, de la biodiversité et de l'environnement (MITSCH et GOSSELINK, 2000).

Cette vision est donc à l'opposé de celle du jardin d'Eden véhiculée par les civilisations orientales. Cet antagonisme peut premièrement s'expliquer par l'orientation de l'agriculture primitive. En effet, les régions orientales ont fait des choix d'élevages et de cultures basés sur une adéquation avec le milieu humide. Ainsi la découverte du riz, céréale parfaitement adaptée aux inondations temporaires, et la domestication d'espèces bovines de zones rivulaires comme les buffles d'eau ont assuré une agriculture florissante au sein des zones humides (FUSTEC et LEFEUVRE, 2000). Confirmation du bien fondé de ce choix, on estime à l'heure actuelle que les rizières fournissent de la nourriture à la moitié de la population mondiale (MITSCH et GOSSELINK, 2000). A contrario, la culture du blé et l'élevage ovin et caprin développé dans les zones humides occidentales s'est avéré être une option peu appropriée à leur valorisation agricole et à la prise de conscience de leur utilité.

Mais la cause la plus probable de cette désaffection occidentale pour les zones humides provient certainement de l'image insalubre qui leur est associée. Présumé « porter le mal » (ROMI, 1992), d'où *mala aria*, mauvais air en italien qui a donné son nom à la malaria, cette vision nauséabonde de l'atmosphère des marécages s'est accentuée avec l'avènement de la chimie pneumatique en 1760 et l'impulsion de l'hygiénisme (FUSTEC et LEFEUVRE, 2000). Ces théories supposent que par interaction entre l'air et le corps, le seul fait de respirer l'air malsain des eaux dormantes est pathogène (DONADIEU, 1996). De nombreux ouvrages médicaux du XVII^{ème} traitèrent ainsi des dangers liés à l'exposition aux milieux humides comme *Histoire médicale des marais et traité des fièvres intermittentes causées par les émanations des eaux stagnantes* de MONTFALCON publié en 1826 (cité par ROMI, 1992).

MÉMOIRE
SUR LA COMBINAISON DE L'AIR NITREUX
AVEC LES AIRS RESPIRABLES,

ET SUR LES CONSÉQUENCES QU'ON EN PEUT TIRER, RELATIVEMENT À LEUR DEGRÉ DE SALUBRITÉ¹.

Personne n'ignore plus aujourd'hui la découverte importante de l'air nitreux, faite par M. Priestley, et la propriété qu'a cet air de se combiner avec l'air qu'il appelle *déphlogistique*, et auquel les physiciens français, et M. Bergman lui-même, ont donné le nom d'*air vital*: on sait que l'air nitreux et l'air vital, au moment où ils sont en contact l'un avec l'autre, perdent subitement leur élasticité, et se résolvent en une liqueur qui est l'acide nitreux.

M. Priestley a fait une application infiniment heureuse de cet effet singulier, pour reconnaître le degré de salubrité de l'air atmosphérique; et, quand nous ne serions redevables à ce célèbre physicien que de cette découverte, il mériterait par elle seule d'être placé au rang de ceux qui ont le mieux mérité des sciences et de l'humanité.

On n'a pas eu, dans le premier moment, des idées bien précises sur ce qui se passait dans le mélange de l'air nitreux avec les airs respirables; on avait seulement remarqué, en général, que, plus un air était salubre, plus il était susceptible d'être diminué, non-seulement par l'air nitreux, mais encore par la combustion, la calcination, et par différents autres procédés. Depuis, il a été reconnu qu'il n'y a de respirable que la seule espèce d'air appelée, par cette raison même, *air vital*; que cet air entre environ pour un quart dans la composition de l'air de

¹ Présenté le 30 décembre 1783. (*Mémoires de l'Académie des sciences*, 1789, p. 586.)

Fig. 6 : Extrait du mémoire sur la combinaison de l'air nitreux avec les airs respirables de Lavoisier (1782)

Au milieu du XVIII^e siècle, l'insalubrité des zones marécageuses et des eaux stagnantes était un leitmotiv des textes médicaux. Toute une littérature attestait des inquiétudes où il n'était question que de méphitisme, d'exhalaisons fétides, de miasmes putrides, d'airs corrompus (DEREX, 2001). Les hommes du XVIII^e siècle pensaient que les zones marécageuses étaient des réservoirs de maladies endémiques et épidémiques et entraînaient de ce fait des conséquences sur la santé des hommes et des bêtes qui les habitent. Accumulant citations et autorités les plus recommandables, La Maillardière (1782) décrit les « *funestes effets des landages ou marais, vagues ou communs pour la santé des hommes et des animaux dont ils font périr un grand nombre [...]. Une vieillesse prématurée suit de près une jeunesse qui a été pour eux sans agrément ; un homme de soixante ans est un vieillard d'un âge très avancé* ».

Une classification qualitative de l'air respirable par l'homme fut par conséquent créée par les hygiénistes de l'Ancien Régime (**Fig.6**) afin de déterminer les normes du sain et du malsain en se fondant sur la théorie du pneuma (CORBIN, 1982). Les airs chauds et humides furent considérés comme saturés de miasmes et donc dangereux pour la santé humaine incriminant de ce fait les zones humides dans les lieux à fort risque d'infections graves. Il faudra attendre la fin du XIX^e pour comprendre que la malaria n'est pas attribuable à une mauvaise qualité d'air mais à la transmission d'un parasite par la piqûre du moustique anophèle (CIEPP, 1994).

Les causes de la disparition progressive des zones humides en Europe, et notamment en France, furent donc multiples mais l'argument de salubrité publique fut sûrement le déclencheur. Les critères agro-économiques ont également été avancés afin d'expliquer la mise en place d'un plan d'assainissement de ces zones considérées comme improductives. On évoque le plus souvent leur fréquente inaccessibilité, les contraintes d'utilisation induites par une submersion prolongée ou le manque d'appétence des végétaux présents (Joncs, Roseaux...) (LEFEUVRE et DAME, 1994). Le processus de destruction et d'assainissement commença donc dès le Moyen-âge, attisé par les craintes et les stéréotypes colportés durant des décennies au travers des croyances populaires. Il s'en suivra une régression spectaculaire du nombre de zones humides et de leur superficie tout au long des siècles suivants.

c. Au nom de l'assainissement :

Maîtriser les zones humides et les transformer en terrains propices aux activités humaines furent donc les objectifs principaux des sociétés occidentales concernant ce type de milieu. Des systèmes parfois sophistiqués ont donc été imaginés et les techniques hollandaises de poldérisation furent souvent reprises pour conquérir des terres arables sur le domaine maritime. De nombreux marais littoraux firent de la sorte les frais de l'urbanisation et du développement des activités aquacoles et portuaires. En parallèle, les fleuves, rivières et autres ruisseaux ont vu leur cours canalisé, recalibré et équipé d'ouvrages de régulation des débits, au détriment des zones humides riveraines (FUSTEC et LEFEUVRE, 2000).



**Fig. 7 : Un exemple d'aménagement hydraulique :
l'abbaye cistercienne de Fontenay**

LEROUX-DHUY, 2006

L'édit royal d'Henry IV du 8 avril 1599 :

« Il y a grande quantité de palus et marais inondez et entrepris d'eau, et presque inutiles, et de peu de profit, qui tiennent beaucoup de pays comme déserts et inhabités, et incommodent les habitants voisins, tant à cause de leurs mauvaises vapeurs et exhalations, que de ce qu'ils rendent les passages forts difficiles et dangereux : lesquels palus et marais estans desseichez, serviront en partie en prairies et pâturages. »

DONADIEU, 1996

8 avril 1599	Édit pour le dessèchement des marais
janvier 1607	Édit pour le dessèchement des marais
22 octobre 1611	Arrêt du Conseil d'État sur le dessèchement des marais de France
5 juillet 1613	Déclaration avec interprétation et modification de plusieurs articles de l'édit
19 octobre 1613	Deuxième déclaration
12 avril 1639	Troisième déclaration
4 mai 1641	Quatrième déclaration
20 juillet 1643	Déclaration de Louis XIV accordée en faveur des propriétaires de marais
17 février 1731	Arrêt du Conseil
24 septembre 1761	Arrêt du Conseil
11 juin 1761	Arrêt du Conseil
14 juin 1764	Déclaration du roi qui permet à tous les seigneurs de marais, palus et propriétaires de terres inondées d'en faire les dessèchements
5 janvier 1791	Loi relative au dessèchement des marais
14 frimaire an II	Décret sur le dessèchement des étangs
16 septembre 1807	Loi relative au dessèchement des marais
28 juillet 1860	Loi sur le dessèchement des marais et terres incultes communales

**Fig. 8 : La réglementation française sur le dessèchement
des marais (XVII^e-XIX^e siècle)**

DEREX, 2001

Le cas de la France :

Selon les historiens, il est possible de distinguer cinq grandes phases de modifications des zones humides naturelles Françaises :

➤ Les premières traces de réaménagement des zones humides remontent au XI^e siècle avec l'attribution de ces terres, par les seigneurs du Moyen-Âge, aux moines Bénédictins et Cisterciens dont la morale de l'abnégation convenait parfaitement avec la culture de ces sols ingrats (CIEPP, 1994). En région continentale, les moines furent ainsi les premiers à modifier des vastes zones marécageuses telles que les Dombes, la Brenne ou encore la Sologne en créant des étangs voués à la pisciculture. Les abbayes cisterciennes sont le parfait exemple de cette implantation parfois forcée des moines sur les zones humides. De nombreuses communautés devinrent par nécessité et par foi les créateurs de systèmes hydrauliques novateurs (dérivation des cours d'eau, étangs en chapelets), permettant des récoltes inattendues au regard de la pauvreté des terrains exploités, et favorisant ainsi un aménagement massif du territoire Européen du XI^e au XIII^e siècle (**Fig.7**). L'ultime témoignage de l'alliance des Cisterciens et de l'eau des zones humides reste inscrit au coeur des anciennes abbayes puisque le seul décor autorisé à rompre l'austère pureté de l'architecture des moines blancs est la feuille d'eau (cistel) qui ornait jadis les marais de Cîteaux (LEROUX-DHUYS, 2006).

➤ La deuxième phase d'aménagement est marquée par la volonté des rois du XVII^e de prendre le relais des moines en développant une politique d'assainissement des marais. Les croyances et mythes nés de l'imaginaire collectif ont ainsi eu de fortes conséquences d'un point de vue législatif et il en résulta l'édit royal d'Henri IV du 8 avril 1599 (FUSTEC et LEFEUVRE, 2000). Cet édit va constituer le premier acte administratif relatif au dessèchement des marais et donnera lieu à la venue du Hollandais Humphrey Bradley comme « maître des digues et canaux du royaume » (BILLAUD, 1984). Ses compétences seront mises à contribution afin de pratiquer des opérations de poldérisation notamment dans l'ancien golfe des Pictons (marais Poitevin) et dans l'estuaire de la Seine (marais Vernier) (CIEPP, 1994). Les ordonnances d'Henry IV seront reprises et confirmées par les rois qui lui succédèrent (**Fig.8**) notamment Louis XIV en 1643.

➤ La seconde moitié du XVIII^e va également être le témoin d'une forte recrudescence des gains de terre sur la majorité des vasières et marais salés du territoire national. Ce processus est lié à l'influence des physiocrates (1764-1789) qui vont développer une politique de progrès agricole basée sur le drainage et l'assèchement (**Fig.9**). L'un d'entre eux, le contrôleur Bertin, fait édicter des exonérations fiscales en faveur des endiguements (CIEPP, 1994). Des digues sont alors construites sur les rives du bassin d'Arcachon, dans le Bas-Médoc, ainsi que dans le marais Poitevin, Charentais et Breton. Des polders, appelés renclôtures, sont créés dans les Bas-Champs et le Marquenterre (VERGER, 1994).

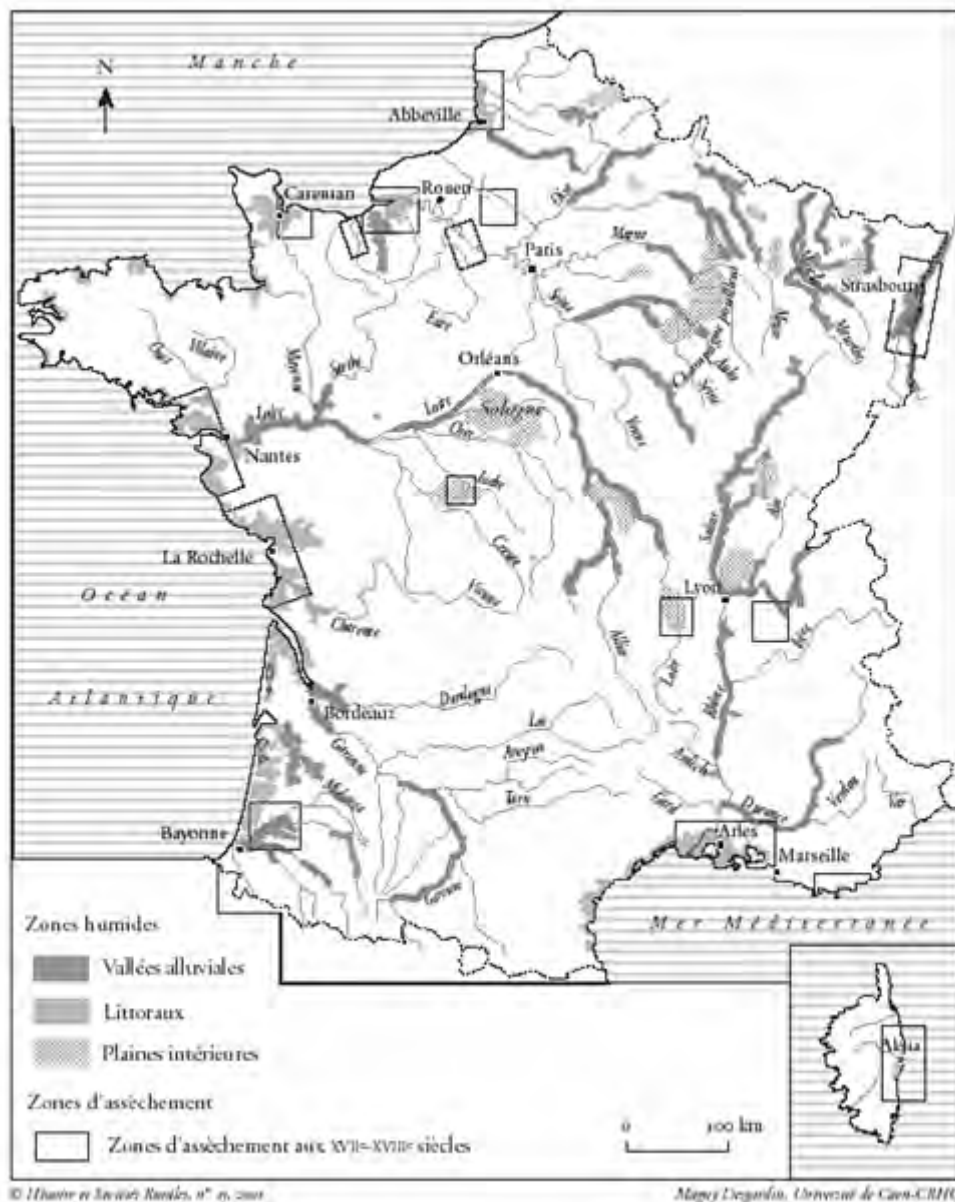


Fig. 9 : Les principaux pôles d'assèchement de zones humides sous l'Ancien Régime

DEREX, 2001

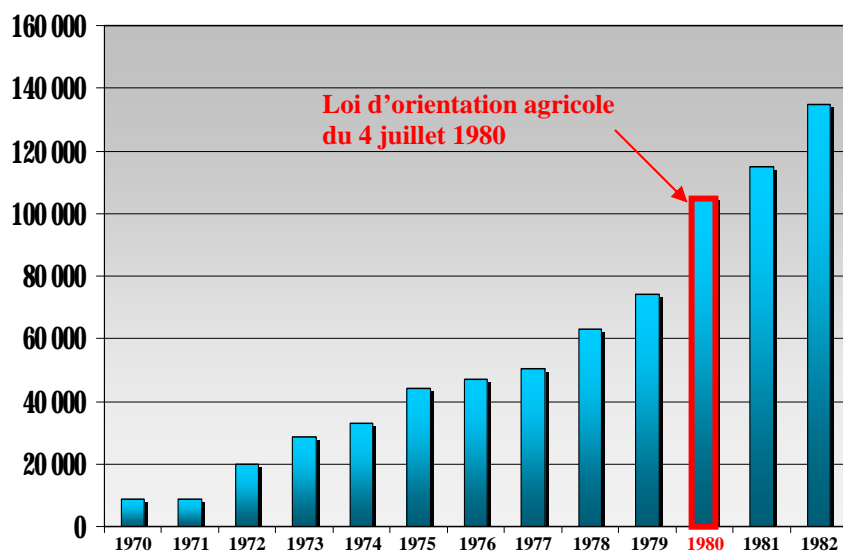


Fig. 10 : Les surfaces annuelles drainées en hectares en France de 1970 à 1982

CIEPP, 1994

Face au caractère médiocre des terres inondables, les avis furent unanimes et les physiocrates utilisèrent cet argument pour également imposer l'idée que les propriétés collectives nuisaient au développement de l'agriculture. Leur assèchement fut envisagé en même temps que leur partage, d'où leur mauvaise réputation aux yeux des élites (DEREX, 2001). Dès lors, les marais furent considérés comme un obstacle au progrès agricole, symbole de passivité et concentrant « *les méfaits de l'humanité, de l'inondable, du marécageux* » (VIVIER, 1999).

➤ Une quatrième phase d'assèchement va avoir lieu après la Révolution française. Les lois des 26 décembre 1790 et 5 janvier 1791 réaffirment la volonté d'aménager les terres humides, comme œuvre de salubrité à entreprendre nécessairement (CIEPP, 1994). Dans ce sens, Napoléon promulguera le 16 septembre 1807 une loi portant sur la création d'un inventaire participatif recensant l'état général des marais de l'Empire auprès des maires de chaque commune concernée. Les grands chantiers d'assèchements entrepris auparavant seront également menés à terme pendant le XIX^e (exemple des grands marais de Bourgoin en 1808) et le second Empire va marquer une reprise des grands travaux d'assainissement des landes d'Aquitaine et du delta du Rhône considérés comme insalubres. Parallèlement, Napoléon III va demander à ses ingénieurs de mettre en valeur les zones incultivables de la Sologne et des landes de Gascogne afin de résorber les poches de pauvreté (FUSTEC et LEFEUVRE, 2000).

➤ Pour finir, la dernière période d'aménagement des zones humides françaises va se dérouler à partir de la fin du XIX^e siècle avec la création de la Société des Polders de l'Ouest dans la baie du Mont Saint-Michel sous l'égide de la compagnie hollandaise Moselman (LEFEUVRE, 1983). Les grandes sociétés capitalistes entreprennent des travaux de poldérisation afin de mettre en valeur économiquement leur territoire. Après la seconde guerre mondiale cette tendance s'affirme comme en témoigne l'ouvrage de Jean François GRAVIER (1949) « *Mise en valeur de la France* ». C'est dans cet esprit que sont dressés les plans d'endiguement de la baie de l'Aiguillon en 1955 dans le cadre du premier schéma d'aménagement des marais de l'Ouest (CIEPP, 1994). En 1960, cette conception de l'aménagement des marais va laisser place à des propositions d'amélioration par drainage pour permettre la mise en culture. Cette phase connaîtra son paroxysme avec la loi d'orientation agricole du 4 juillet 1980 sur la maîtrise de l'eau. Il est alors proposé d'assainir 4 millions d'hectares en l'espace de 4 à 5 plans successifs (**Fig.10**). Cependant, l'ambiguïté entre les Surfaces Agricoles Utiles (SAU), les Surfaces Toujours en Herbe (STH) difficiles à exploiter et les zones humides va conduire au drainage de nombreux marais. Ces opérations permettront d'atteindre 2.5 millions d'hectares drainés en 1991 (AGRESTE in CIEPP, 1994).

Le visage des zones humides françaises a donc radicalement évolué durant le dernier millénaire et il est difficile de se faire une image nette de ce qu'elles étaient à l'origine tant les modifications anthropiques ont été importantes. On remarque d'ailleurs que les périodes à forte croissance démographique se sont accompagnées de plan d'assèchement des zones humides continentales et côtières comme en témoigne l'ouvrage de Jean Michel BOELHER sur l'évolution des zones humides alsaciennes face à la pression démographique.

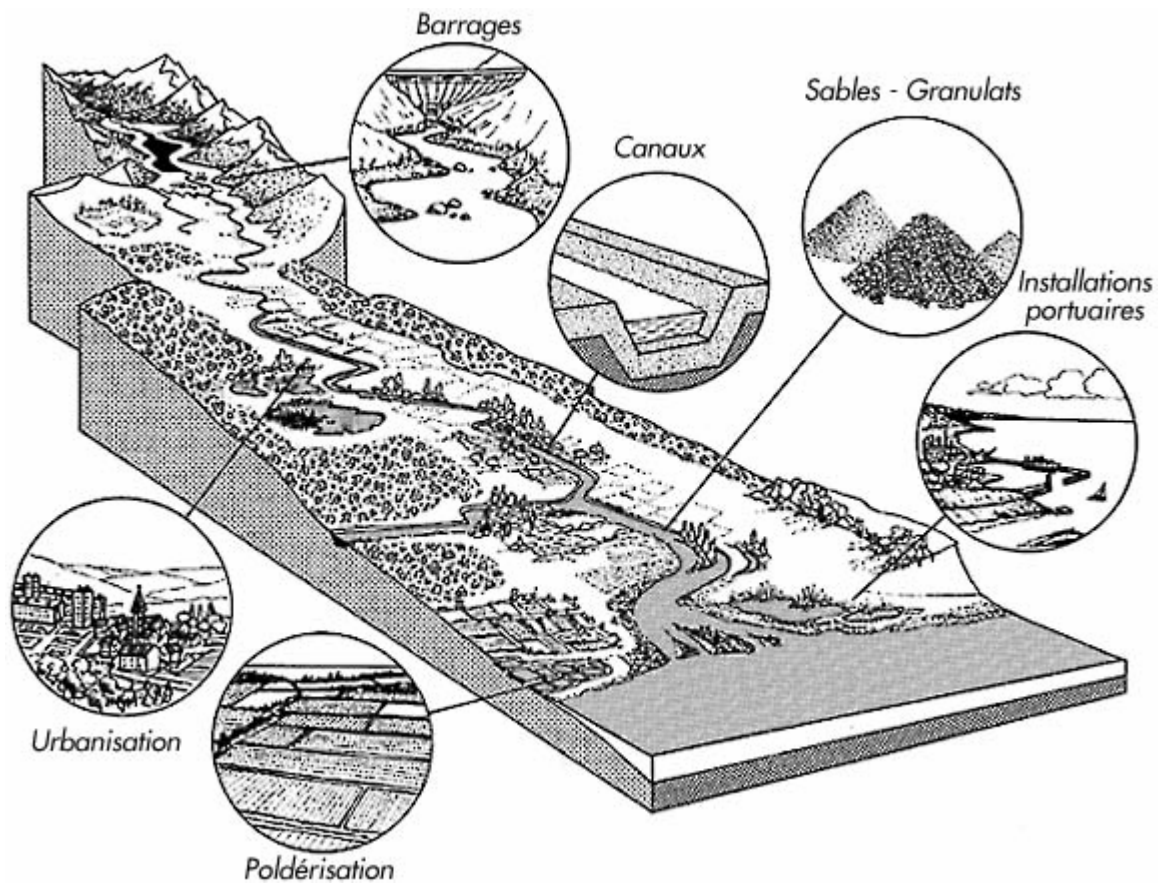


Fig. 11 : Les différentes sources de pression sur les milieux humides

www.ifen.fr



Fig. 12 : Vue sur la transformation de la mangrove de Camau en bassin d'élevage

POPULUS, 2003
et www.geo-trotter.com

Ces modifications furent effectuées de manières différentes dans l'espace et dans le temps. L'histoire des Dombes (FUSTEC et LEFEUVRE, 2000) est le parfait exemple de ces disparités. En effet, le Moyen-âge vit la transformation de ces marais en zone d'étangs voués à l'aquaculture sous l'impulsion des moines cisterciens. Bien que fondamentalement différent du paysage marécageux originel, ce système modifié atteint un nouvel équilibre écologique et on comptait, en 1850, 2000 étangs soit une superficie de 19000 ha d'eau. Au cours du XIXe, la région connut une nouvelle phase de modification plus profonde et de nos jours les assèchements d'étang (8500ha d'eau en 1991), les drainages et mises en culture ont fait disparaître le caractère « humide » préservé jusque là (LEBRETON, 1991).

On ne possède à l'heure actuelle aucune évaluation précise de la régression des zones humides en France. Néanmoins, les estimations fixent un bilan alarmant avec une disparition de 50% de ces zones en l'espace de 50 ans (données IFEN) et une accumulation des sources de pression dans certaines zones (**Fig.11**). Pour exemple, la Camargue a perdu 40% de ses milieux naturels depuis les années 1950 et le marais Poitevin la moitié de ses prairies humides depuis 1970 (CIEPP, 1994). Cependant cette recrudescence des politiques d'assainissement des terrains marécageux n'est pas l'apanage de la France et de nombreux pays ont suivi cette même voie avec des conséquences similaires.

Les autres pays :

Que ce soit en Asie ou en Afrique, les zones humides ont suivi ce même processus de disparition et les mangroves ont petit à petit cédé leur place à l'urbanisation et au développement des activités humaines (TURNER, 1992). Ainsi, le Nigeria a vu disparaître plus de 300 km² des rives marécageuses du fleuve Hadejia suite à la construction d'un barrage (ADAMS et HOLLIS, 1988). Aux Philippines, la mangrove a été amputée de 67% de sa surface initiale en l'espace de 60 ans et ce cas n'est qu'un exemple parmi tant d'autres (DUGAN, 1992). La péninsule de Camau au Viêt-Nam a perdu la quasi-totalité de sa mangrove (**Fig.12**) au profit de bassins dédiés à l'élevage de la crevette (POPULUS, 2003).

Les Etats-Unis, qui pourtant sont l'un des pays se préoccupant le plus du devenir des zones humides, ont perdu 54 % des zones originelles depuis l'arrivée des premiers colons Européens soit près de 87 millions d'hectares (MITSCH et GOSSELINK, 2000). Comme l'ont décrit LARSON et KUSLER, les américains ont toujours vu les zones humides comme « des terres en friches, des zones de désespoir, des réservoirs de maladies et des refuges pour les hors la loi. Un bon *wetland* est un marais drainé libre de ce mélange de facteurs sociaux douteux ». Ces préjugés ont entraîné la disparition de 99% des marais de l'Iowa avec, entre 1955 et 1975, 3 642 300 ha détruits en grande partie pour l'usage agricole et l'urbanisation (FRAYER et al, 1983). D'après l'ouvrage « *Défaillances des politiques dans la gestion des zones humides* » (TURNER, 1992), cette régression des zones humides aux Etats-Unis, bien que paraissant inquiétante, n'est rien en comparaison du cas Européen.

Pays	Période	(%) disparition des zones humides
Pays-Bas	1950-1985	55
France	1900-1993	67
Allemagne	1950-1985	57
Espagne	1948-1990	60
Italie	1938-1984	66
Grèce	1920-1991	63

Tableau 1 : La disparition des zones humides en Europe
CCE, 1995 in BARBIER et al, 1997

Date	Lieu	Sujet
1962	Saintes Maries de la Mer (France)	Lancement du projet MAR
1963	St Andrews (Ecosse)	Conférence Européenne sur la conservation des oiseaux d'eau
1966	Noordwijk (Pays Bas)	Examen du contenu éventuel d'une convention de protection des zones humides
1967	Morges (Suisse)	Modification de l'avant projet
1968	Leningrad (URSS)	Conférence Européenne sur la conservation des oiseaux d'eau et de leurs ressources
1969	Vienne (Autriche)	Précision du contenu de la future convention
1970	Espoo (Finlande)	Réunion technique d'experts
1971	Ramsar (Iran)	Adoption de la convention
1975	-	Entrée en vigueur de la convention

Tableau 2 : Les étapes de création de la convention de Ramsar

KLEMM, 1995

En effet, la durée beaucoup plus importante des interventions humaines sur les milieux naturels laisse supposer une diminution encore plus sévère dans nos contrées occidentales (**Tableau 1**). L'ensemble des scientifiques s'accorde cependant sur le fait qu'elle a atteint son paroxysme depuis la seconde guerre mondiale avec la mécanisation des techniques de drainages. Le Royaume-Uni aurait perdu quelques 60 000 ha de zones humides par an entre les années 1970 et 1980 sous le seul effet de l'intensification de l'usage des terres à des fins agricoles (FUSTEC et LEFEUVRE, 2000). Les tourbières hautes furent les milieux les plus touchés car on estime qu'en 1978, 84% de ce type d'habitat avait disparu en Grande Bretagne en raison du boisement, de la mise en culture et de l'exploitation commerciale de la tourbe (CIEPP, 1994). Ce phénomène se retrouve également dans les pays plus au Sud. Au Portugal, ce sont 70% des zones humides de l'Algarve occidentale qui ont été converties en terres agricoles ou remblayées pour des besoins industriels (FUSTEC et LEFEUVRE, 2000). L'Espagne, quant à elle, a perdu 500 000 ha (50%) de ses zones humides entre 1950 et 1970.

Face à cette éradication programmée des zones humides, les protecteurs des milieux naturels et les scientifiques du monde entier ont déclenché une véritable croisade internationale pour leur sauvegarde (LEFEUVRE, 1985). Après des années de destruction massive, un changement de cap semble s'amorcer et les préjugés acquis pendant des siècles laisse progressivement place à une prise de conscience globale sur l'utilité de ces milieux en voie de disparition.

d. Un retournement de situation récent :

Les premiers soubresauts d'une volonté de protéger les espaces humides sont imputables à la communauté ornithologique au milieu du XIX^e siècle. C'est à partir du suivi des populations d'oiseaux migrateurs, inféodés le plus souvent aux milieux humides, que les ornithologues ont progressivement amené les scientifiques et politiques à prendre conscience de l'intérêt de ces écosystèmes fragiles. Ainsi, des passionnés tels que Luc HOFFMANN ou le français Christian JOUANIN furent les premiers à véhiculer l'idée selon laquelle la disparition des zones humides était synonyme de l'érosion, voire de la perte, d'un patrimoine biologique d'intérêt international : les oiseaux d'eau (FUSTEC et LEFEUVRE, 2000).

Différentes associations comme le Conseil International pour la Préservation des Oiseaux (CIPO) ou le Bureau International de Recherche sur les Oiseaux d'Eau (BIROE) se sont alors mobilisées sous l'égide de l'Union Internationale de Conservation de la Nature (UICN) afin d'aboutir en 1960 à l'élaboration du projet MAR (comme marais en Français, marshes en anglais et marismas en espagnol) programme destiné à inventorier les grandes zones humides du globe (JOUANIN, 1973). Ce consortium de défenseurs des zones humides organisa donc une réunion de concertation sur la conservation et l'aménagement des marécages, tourbières et autres milieux humides des pays tempérés en 1962 (Europe et Afrique du Nord). Symboliquement, elle se déroula aux Saintes Maries de la Mer au cœur du plus vaste marais français : la Camargue.



Fig. 13 : Les pays signataires de la convention de Ramsar (en vert) et les 896 sites inscrits en Europe (chiffres 2007)

www.wetlands.org

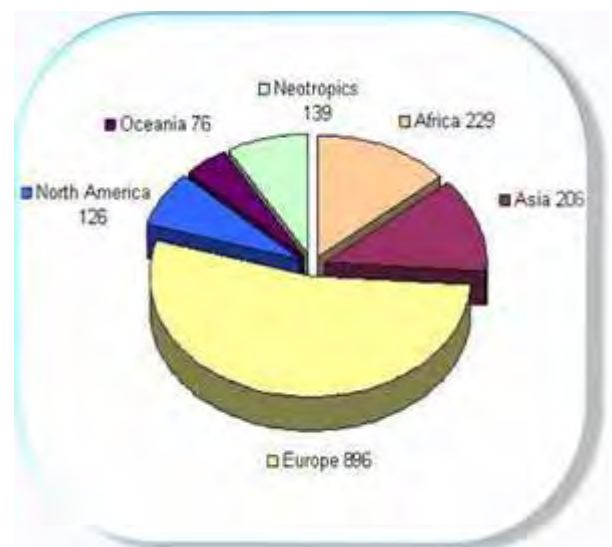
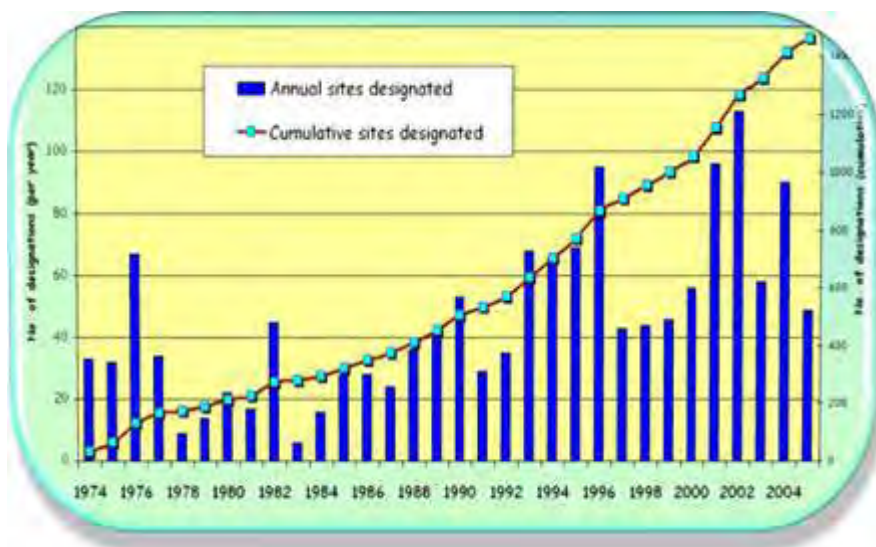


Fig. 14 : Evolution du nombre de sites inscrits et participation de chaque continent à la liste mondiale des 1672 zones humides d'intérêt international

www.wetlands.org

Ce colloque fut également l'occasion pour Jean BAER, alors président de l'UICN, de présenter le programme MAR en insistant sur la prise de conscience contemporaine des associations sur l'assèchement accéléré des grands marais Européens. Face aux énormes lacunes en matière d'études sur les rôles biologiques des zones humides dans les équilibres naturels, les scientifiques furent invités à mieux définir les fonctions et valeurs de ces milieux. En effet, l'argumentaire de protection se devait d'être étoffé afin de ne pas se cantonner aux seules connaissances sur leur capacité à accueillir des populations d'oiseaux d'eau durant les périodes de reproduction ou de migration (CIEPP, 1994).

De nombreuses rencontres firent suite à cette réunion (**Tableau 2**) afin d'affiner le programme et ouvrir la voie à un accord entre pays pour la sauvegarde de leurs zones humides représentatives. Grâce à la coopération avec d'autres unions internationales telles que la Food and Agriculture Organisation (FAO), des listes des tourbières, et autres milieux aquatiques ayant une forte importance écologique, ont été dressées dans le cadre des projets AQUA et TELMA (KLEMM, 1995). En 1971, les négociations commencées en 1962 aboutirent à la convention de Ramsar (Iran) relative aux zones humides d'importance internationale (**Fig.13**). Cette convention marqua d'une pierre blanche l'entrée dans une nouvelle aire de protection des milieux humides et est considérée comme le point de départ de la prise de conscience internationale. Il s'en suivra de nombreuses conférences des parties contractantes afin d'effectuer les mises à jour des sites inventoriés et fournir des informations sur les changements intervenant dans leurs caractéristiques écologiques (CIEPP, 1994).

Face à cette prise de position des institutions internationales, la France fut cependant assez longue à prendre une décision, et il fallut attendre la conférence de Cagliari (Italie) en 1980 pour qu'elle fasse connaître son intention de signer la convention de Ramsar soit 9 ans après son adoption et 20 ans après la mise en place du projet MAR. En définitive, la signature officielle aura lieu en décembre 1982 et ce n'est que 4 ans plus tard, après ratification, que la France deviendra partie contractante de la convention. La Camargue sera la première zone humide française inscrite, peut-être en souvenir des premières initiatives lancées aux Saintes Maries de la Mer par les précurseurs de la convention de Ramsar.

Dans les années 1980-1990, le nombre des pays signant la convention ne va cesser d'augmenter (**Fig.14**) pour atteindre à l'heure actuelle 155 parties contractantes pour 1672 sites inscrits et une superficie totale de plus de 150 millions d'hectares (www.ramsar.org). Les notions de fonctions écologiques et de valeurs des zones humides se sont également répandues au cours de la dernière décennie et ont largement contribué à l'avancement des recherches sur ce milieu. En parallèle, face aux pressions des protecteurs de la nature, les comportements des gestionnaires, aménageurs et usagers ont fondamentalement évolué vers une mise en valeur et une prise en compte du statut d'espace multifonctionnel de ces milieux. Les zones humides ont donc connu une histoire tourmentée mais l'avenir de ces interfaces entre l'eau et la terre semble petit à petit se détacher des clichés dont ils furent affublés pendant des siècles, avec l'espoir d'être enfin appréciés à leur juste valeur.

Les appellations des zones humides sous l'ancien régime :

« aulnaies ; bois et osier ; chemins et étangs ; chemins et mares ; friches communes et rivières ; chemin, rivières et étangs ; chènevières ou terre à chanvre ; commune en marais ; commune en pâture et marais ; commune en prés et aulnaies ; commune en saussaie ; défrichement dans les communes en marais ; étangs ; friches en mares ; friches et rivières ; friches, pâtures et mares ; jardins et marais ; marais ; marais à tourbe ; marais légumiers ; marais indivis ; marnière ; oseraies ; pâture anciennement en étang ; pâture et marais ; près à tourbe ; rivières et étangs ; rivières et prés ; saussaies. »

TOUZERY, 1995

Délibération en vieux français du 21 décembre 1738, contre le projet du dessèchement des marais et le nouveau canal depuis la ville de Beaucaire jusqu'à celle d'Aigues-mortes.

« Une compagnie qui ne se propose que son intérêt particulier fait tous ses efforts pour faire reussir un projet aussi prejudiciable aux intérêts du Roy qu'a ceux de la Province; un projet concû depuis plusieurs siècles, toûjours présenté sous des dehors les plus specieux, mais toûjours arrêté dans son execution, parcequ'on l'a toûjours reconnu le plus pernicieux qu'on puisse imaginer, c'est le dessechement des Marais qui regnent depuis Beaucaire, jusqu'au lieu de Perols [...]

D*< On veut prendre le bien des particuliers a qui ces marais appartiennent, ou qui ont droit d'y faire depaitre leurs bestiaux et de jouir de plusieurs autres facultés considerables, de sorte que si le dessechement en etoit fait, ces propriétaires seroient contraints d'abandonner leurs domaines, comme incapables de produire dequoy les nourrir, et encore moins d'en payer les charges. Toutes les communautés voisines des marais, et particulièrement celles qui composent la baronie de Lunel, ont la faculté d'y faire depaitre leurs boeufs, le reste de leur bétail aratoire y depait aussi presque toute l'année; cette ressource venant à leur manquer par le dessechement de ces marais, elles ne pourront qu'abandonner la culture des terres, faute d'avoir ces paturages destinés à la nourriture de leurs bestiaux.*

E*< La situation de nos côtes fait assés connoitre que nos ennemis pourront facilement y faire des descentes si ces marais, que la nature semble n'avoir formés que pour nous servir de barriere contr'eux, et pour recevoir les eaux que la mer agitée repousse, viennent à être dessechés [...]*

F*< Le dessechement de ces marais occasioneroit infailliblement une furieuse contrebande par mer, qu'on pourroit faire avec autant de facilité que d'impunité, ce qui diminueroit notablement le prix des fermes du roy.*

G*< Si cette entreprise a lieu, toutes les terres de la province où il y a du salan, comme au Ribeyrés de St Gilles et autres lieux deviendroient incultes, parce que cette sorte de terroir n'est susceptible d'aucune production si on ne l'adoucit, ou en l'arrosant avec de l'eau douce (faculté dont il n'y a que la Camargue qui jouisse) ou en la jonchant de roseaux, qui croissent seulement dans les marais. Et où les prendra-t-on quand ils seront dessechés et qu'on n'en pourra pas même trouver pour nourrir les boeufs ni les chevaux ? [...] »*

FOURQUIN, 2003

2. Les zones humides :

a. Définition et typologie :

L'expression « zone humide » n'est apparue qu'assez tardivement dans le langage courant français et provient directement de la traduction du terme *wetland* utilisé par les scientifiques Américains (MITSCH et GOSSELINK, 2000). Les premières références à ce mot se trouvent dans l'ouvrage *Wetlands of the United States* publié en 1956 par SHAW et FREDINE. Avant cette date, les zones humides étaient mentionnées sous des termes plus communs tel que marais, tourbières, marigot, palude ou marécages et la nécessité de préciser une définition constituait peu d'intérêt tellement il paraissait plus adéquat de chercher comment les rendre cultivables. En retraçant l'histoire des zones humides au cours des siècles, force est de constater que pendant très longtemps ces espaces n'ont pas été définis en France ou bien ont souffert de confusions (DEREX, 2001). Ainsi, en analysant les plans d'intendance de la généralité de Paris sous l'Ancien Régime, Mireille TOUZERY (1995) dénombre pas moins de 28 appellations pour désigner les espaces humides recensés par les arpenteurs de 1780. En 1830, une première tentative de classement fit son apparition lors d'un projet de loi sur le dessèchement proposé par le banquier LAFFITTE. Cependant, le texte n'ayant pas été retenu, pendant longtemps chaque enquête adopta ses propres critères (DEREX, 2001).

Cette confusion dans la façon d'appréhender les milieux humides fut également entretenue par les hommes tout au long des différentes phases d'assainissement. Les archives regorgent ainsi de contestations entre communautés villageoises et compagnies d'assèchement sur la limitation des espaces à bonifier (DEREX, 2001) comme en témoigne l'ouvrage de MAILLARD (1998) « *Les campagnes de Touraine au XVIII^e siècle* ». Prétendant que leurs prés « *ne sont pas des marais...tout juste sont-ils inondés en hiver* », les communautés paysannes avaient tout intérêt à minimiser les surfaces à assécher, et le flou existant sur la définition précise des zones humides aida fortement à limiter l'aménagement de leurs terres.

Le souci de définir les zones humides le plus précisément possible est donc récent, l'exercice ne présentant qu'un intérêt relatif à une époque où la seule ambition consistait à séparer la terre et l'eau par tous les moyens possibles (CIEPP, 1994). Il fallut attendre les années 1970 pour prendre conscience de la nécessité de créer une définition précise afin de réaliser le recensement. De plus, les lois de régulation nationales et internationales adoptées pour la préservation des milieux humides soulignèrent cette exigence afin de déterminer ce qui était possible ou non de faire sur ce type de zone. La définition d'une zone humide, et implicitement de ses limites physiques, est donc devenu important lorsque les sociétés ont commencé à reconnaître la valeur de ces écosystèmes et ont traduit cette reconnaissance en lois visant à stopper leur disparition (MITSCH et GOSSELINK, 2000). Cependant, comme dans le cas d'une forêt ou d'un désert, cette définition se devait d'être basée sur des critères scientifiquement défendables.

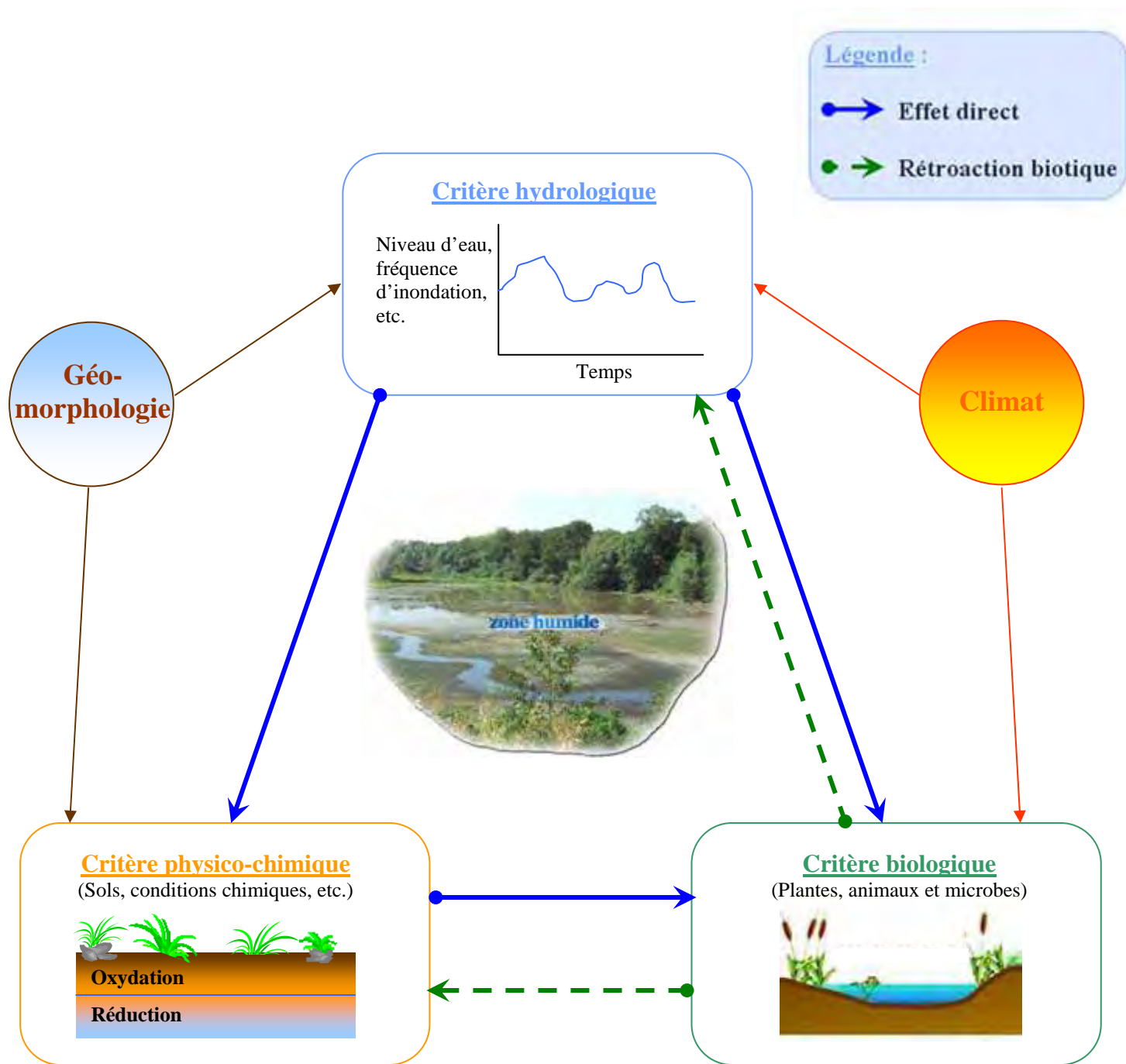


Fig. 15 : Les trois composantes de la définition d'une zone humide

Inspiré de NRC, 1995

A l'interface entre terre et eau, il existe un gradient d'humidité souvent continu qui rend difficile la délimitation des zones humides (FUSTEC et LEFEUVRE, 2000). Comme le rappelle TURNER (1992), ce type de milieu peut désigner tout élément de ce continuum reliant l'environnement aquatique à l'environnement terrestre. De plus, une majeure partie de ces milieux est soumise à des phases d'alternance entre inondation et exondation d'importances variables dans l'espace et le temps, avec une dépendance aux conditions climatiques. Une telle diversité de situation contraint donc à étudier les caractéristiques qui les distinguent des autres écosystèmes (CIEPP, 1994).

Que ce soit une plaine alluviale, un marais côtier ou une tourbière, ces types de milieu possèdent plusieurs critères communs. Tous sont recouverts d'eau ou ont le sol saturé, tous accumulent la matière végétale en décomposition, tous hébergent des espèces de plantes et d'animaux adaptées aux conditions humides (MITSCH et GOSSELINK, 2000). La définition d'une zone humide doit donc contenir ces trois composantes principales (**Fig.15**) :

- La présence d'eau de façon temporaire ou permanente en surface ou dans le sol (critère hydrologique).
- Des conditions pédologiques différentes des milieux adjacents avec présence de sols hydromorphes (critère physico-chimique).
- Une formation végétale caractéristique de type hygrophile et donc par conséquent l'absence d'espèces intolérantes aux conditions humides (critère biologique).

Finalement, une définition fut enfin élaborée en 1971 et adoptée par les pays signataires de la convention de Ramsar. Contenue dans l'article 1.1 de la convention sur les zones humides d'importance internationale, cette définition extrêmement large caractérise les zones humides comme « *des étendues de marais, de fagnes, de tourbières ou d'eaux naturelles ou artificielles, permanentes ou temporaires, où l'eau est stagnante ou courante, douce, saumâtre ou salée, y compris des étendues d'eau marine dont la profondeur à marée basse n'excède pas six mètres* ». L'article 2.1 de la convention précise également que ces zones humides « *pourront inclure des zones de rives ou de côtes adjacentes à la zone humide et des îles ou des étendues d'eau marine d'une profondeur supérieure à six mètres à marée basse, entourées par la zone humide* » (BARBIER et al., 1997).

Cependant, cette définition juridique de portée mondiale ne prend en compte qu'un seul critère : celui de la présence d'eau, créant ainsi un amalgame entre « humide » et « aquatique ». Le but historique de la convention de Ramsar étant de protéger les oiseaux d'eau, et la protection des zones humides n'étant qu'un moyen parmi d'autres, les caractéristiques retenues sont donc celles ayant trait à l'élément fondamentale de la présence de cette faune : l'eau (WELLER, 2001). La végétation hygrophile et l'aspect hydromorphe des sols étant relégués au second plan, certains scientifiques s'attacheront à étayer la définition en les prenant en compte (MITSCH et GOSSELINK, 2000).

Les définitions des zones humides :

➤ « Les zones humides se caractérisent par la présence, permanente ou temporaire, en surface ou à faible profondeur dans le sol, d'eau disponible douce, saumâtre ou salée. Souvent en position d'interface, de transition entre milieux terrestres et milieux aquatiques proprement dits, elles se distinguent par une faible profondeur d'eau, des sols hydromorphes ou non évolués, et/ou une végétation dominante composée de plantes hygrophiles au moins une partie de l'année. Enfin, elles nourrissent et/ou abritent de façon continue ou momentanée des espèces animales inféodées à ces espaces. »

BARNAUD, 1998

➤ « Les zones humides sont des écosystèmes hétérogènes mais distincts dans lesquels des fonctions écologiques, biogéochimiques et hydrologiques particulières résultent de la dominance et des sources, de la chimie et de la périodicité des inondations ou saturations par de l'eau. Elles se situent dans des paysages différents et peuvent supporter de faibles tranches d'eau (<2m) permanentes ou temporaires. Elles possèdent des sols, substrats et biota adaptés aux inondations et aux conditions associées d'oxygénation restreintes. »

MITSCH et GOSSELINK, 1993

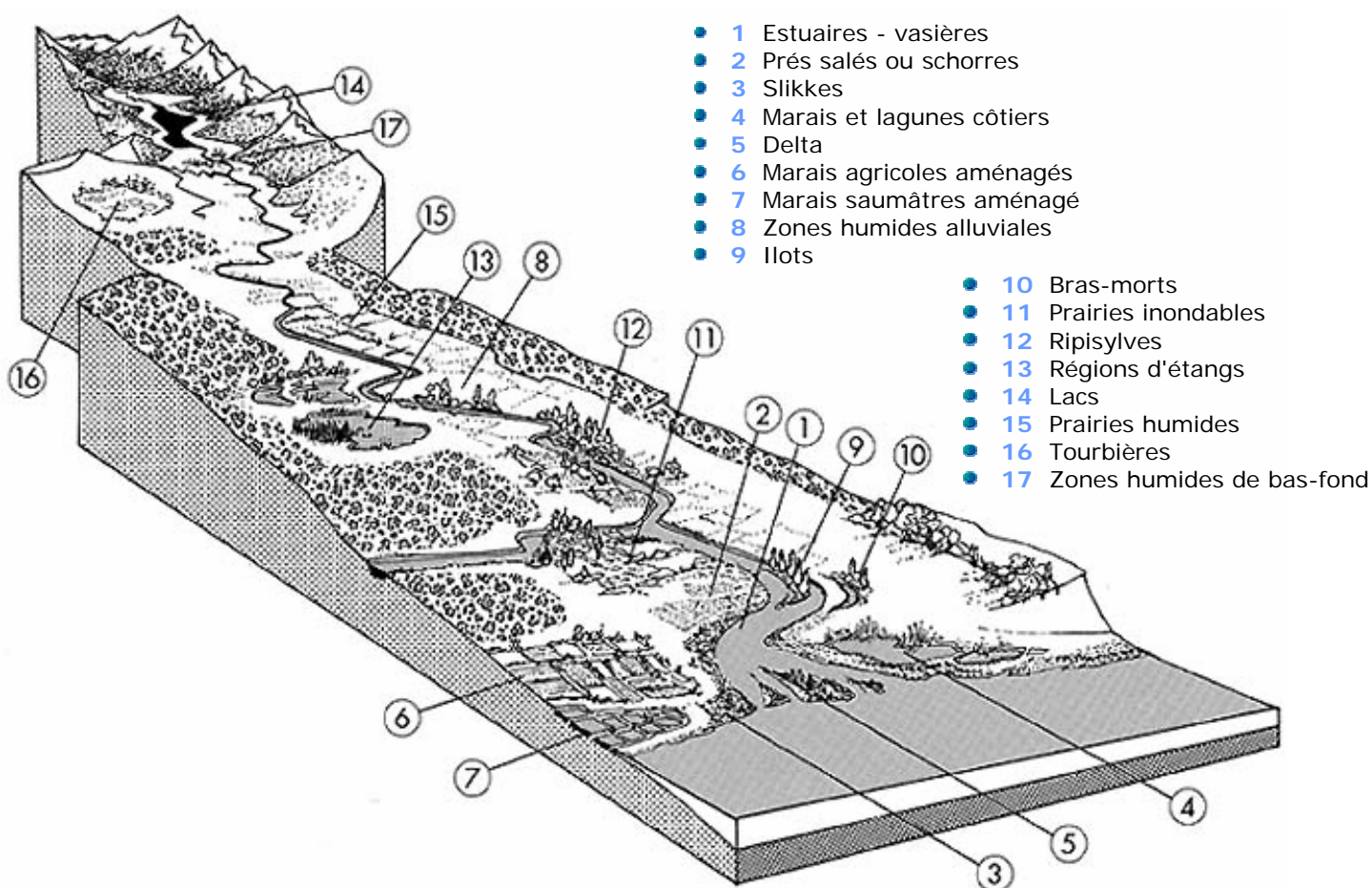


Fig. 16 : Les grands types de zones humides localisées sur un bassin versant

Diverses définitions furent ainsi créées dans le monde entier afin de caractériser le plus fidèlement possible les zones humides. Cependant, face à ces imprécisions, la France a contraint les scientifiques à s'accorder sur le choix des termes pour permettre de définir le champ d'application de la future réglementation (LEMAZURIER, 2006). En effet, les législateurs ayant tout intérêt à éviter les controverses, il paraissait nécessaire de pouvoir se baser sur une définition claire ayant un sens d'un point de vue légal (BARNAUD, 1998). La loi sur l'eau promulguée le 3 janvier 1992 donna enfin une définition juridique aux zones humides françaises. Inséré dans l'article L211-1 du code de l'environnement, elle précise qu' « *on entend par zones humides 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* » (www.legifrance.gouv.fr). Elle constitue une définition simple et générale tout en tenant compte, de façon claire ou implicite, les trois critères que sont l'hydrologie, la végétation et les sols. Un terrain peut alors être considéré comme zone humide s'il satisfait à l'un ou l'autre des critères stipulés. Cependant, le critère pédologique n'étant pas clairement précisé, la présence de sols hydromorphes ne constitue pas en soi une preuve suffisante dans le cadre de la législation. Cette définition a été précisée par un décret dans le cadre de la loi relative au développement des territoires ruraux (cf. § I.2.c).

Cependant, face à la grande diversité géographique des zones humides (**Fig.16**), une simple définition reste trop globale. Ainsi, la recrudescence des inventaires de zones humides a mis en évidence la nécessité d'établir une typologie adaptée à l'échelle de l'étude. On remarque que la plupart des typologies mises au point résultent généralement de l'affinage de la première classification établie par le projet MAR en 1960 (CIEPP, 1994). Il faut savoir que plusieurs typologies ont été proposées dans le monde soit d'un point de vue général ou avec une vision régionale. Pour l'Europe, la typologie la plus complète a été proposée par un groupe d'experts internationaux dans le cadre du projet CORINE-Biotopes (ANNEXE 2) répertoriant les sites d'importance pour la conservation de la nature à l'échelle de la communauté Européenne (DEVILLERS et al., 1989). Néanmoins, la classification générale des zones humides considérée à l'heure actuelle comme la plus complète est celle de COWARDIN et al., créée en 1979 aux Etats-Unis. En effet, elle a le mérite de prendre en compte différents facteurs, tels que la salinité, les espèces végétales dominantes, la fréquence des inondations et la composition des sols, permettant ainsi de faire le parallèle avec les définitions scientifiques des zones humides (TURNER, 1992). Elle sera ainsi reprise et complétée par SCOTT en 1989, puis adoptée dans le cadre de la convention de Ramsar (ANNEXE 3). Pour simplifier il est toutefois possible de résumer la classification en 5 grands systèmes : estuaires, milieux marins, milieux riverains, milieux palustres et milieux lacustres (BARBIER et al., 1997). Dans le cas de notre étude, nous verrons plus tard que cette typologie a été adaptée afin de correspondre le plus fidèlement possible aux zones humides du territoire (cf. § I.4.f).

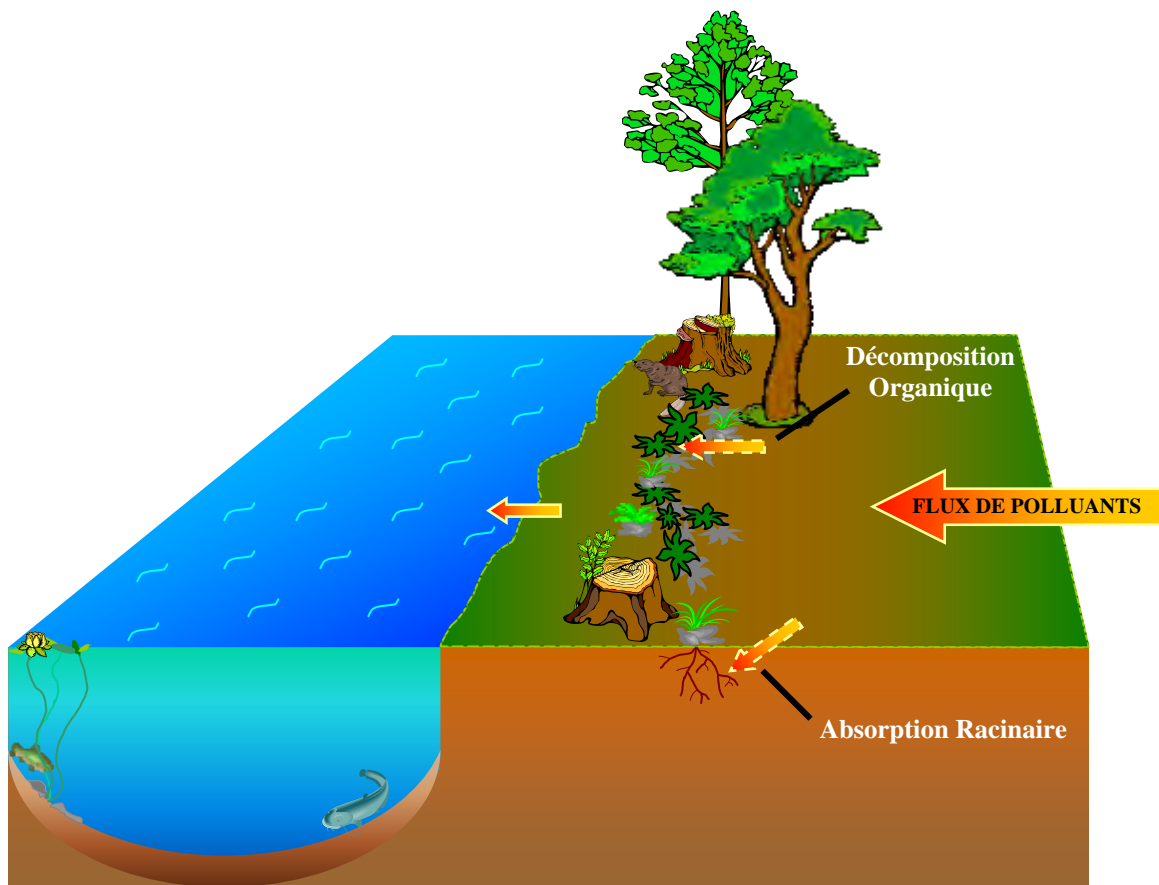


Fig. 17 : Schéma représentatif de l'action filtrante des zones humides sur des polluants transitant du bassin versant vers le cours d'eau

Quelques exemples de faits relatifs au pouvoir d'épuration des zones humides :

➤ « *Les marécages de cyprès en Floride éliminent 98 % de l'azote et 97 % du phosphore contenus dans les eaux usées qui pénètrent dans les zones humides, avant que ces eaux n'atteignent la nappe souterraine.* »

➤ « *Les marais de l'est de Calcutta qui couvrent 8000 hectares, une mosaïque de canaux bordés d'arbres, de parcelles maraîchères, de rizières et d'étangs de pisciculture transforment chaque jour, avec l'aide de 20 000 personnes, un tiers des eaux usées de la ville et la majeure partie de ses déchets domestiques en 20 tonnes de poissons et 150 tonnes de légumes.* »

➤ « *La ville de New York a récemment évité de dépenser USD 3 à 8 milliards pour construire de nouvelles usines de traitement des eaux usées en investissant USD 1,5 milliard dans l'acquisition de terres autour de réservoirs, au nord de l'État, ainsi qu'en mettant en place d'autres mesures de protection du bassin versant.* »



Fig. 18 : Station d'épuration sur lits filtrants à macrophytes (roseaux)

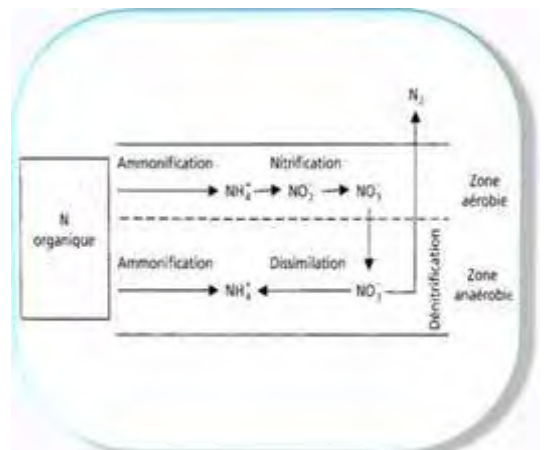


Fig. 19 : Cycle de l'azote en milieu humide
FUSTEC et LEFEUVRE, 2000

b. Les rôles des zones humides :

De nos jours, la sensibilisation croissante de la population aux problèmes environnementaux a permis de donner aux zones humides un statut d'espace multifonctionnel pouvant rendre de nombreux services à notre société (Ministère de l'écologie et du développement durable, 2004). Malheureusement, de nombreuses zones humides ont disparu dans le monde entier à cause de l'urbanisation croissante des dernières décennies et de l'utilisation grandissante des terres pour les activités agricoles (TURNER et al., 2000). Pourtant, les zones humides constituent un patrimoine unique que ce soit au niveau des richesses naturelles, de la diversité biologique ou du paysage, qu'en terme d'héritage culturel et d'identité des populations. Comme le rappelle MITSCH et GOSSELINK, l'importance des zones humides ne tient pas à leur superficie globale (seulement 6% des terres émergées) mais à leur localisation dans le paysage, à leur structure particulière et à l'ensemble des processus qui s'y manifestent (FUSTEC et LEFEUVRE, 2000). Aux images contradictoires des siècles passés, semblent maintenant se substituer une vision plus profonde et scientifique des fonctions et valeurs essentielles des zones humides.

Une fonction épuratoire essentielle :

En tant que zone d'interface entre les cours d'eau et les bassins versants, les zones humides sont assimilées à des zones d'épuration des eaux en transit (LEMAZURIER, 2006). Leurs caractéristiques écologiques particulières (fonds superficiels riches en matière organique, aération, ralentissement des flux hydriques...) ainsi que le métabolisme et les capacités d'assimilation des organismes qui y résident permettent d'améliorer la qualité des eaux en assurant la transformation des apports solides et dissous (CIEPP, 1994). En effet, l'eau qui s'écoule sur les bassins versants se charge inévitablement en nutriments mais également en polluants, entre autres d'origine agricole. Les zones humides vont alors jouer le rôle de filtre naturel (**Fig.17**) face à ces substances grâce à la combinaison de plusieurs facteurs tels que la rugosité ou la sédimentation des matières en suspension. On peut d'ailleurs noter que ce processus a été repris dans les stations modernes d'épuration par cultures fixées (**Fig.18**) (LEYNAUD, 1993).

L'une des caractéristiques pouvant expliquer cette capacité de rétention des substances polluantes est la succession des phases d'engorgements et d'assèchements qui vont entraîner des variations des conditions d'oxydoréduction des sols. Ce critère est d'autant plus important dans le cas de l'azote (**Fig.19**) dont il influence significativement le cycle (FUSTEC et LEFEUVRE, 2000). Ainsi, les taux de rétention des produits organiques de type nitrates sont souvent supérieurs à 50% (**Tableau 3**) permettant ainsi de créer une zone tampon pour les surplus d'engrais et de produits phytosanitaires drainés (Agence de l'eau Loire Bretagne, 2005). Sans trop entrer dans les détails, ce phénomène met en œuvre deux processus liés à l'activation microbiologique du cycle de l'azote : la nitrification et la dénitrification (KNOWLES, 1982).

Type de zone humide	Teneur en entrée de la zone (mg/l)	Teneur en sortie de la zone (mg/l)	Performance d'abattement	Références
Marais et forêt rivulaires	6	0,2	97%	Cooper J.R et al .1986 Caroline du Nord (USA)
Ripisylve sur sol organique	0,361	0,023	94%	Cooper AB. 1990 Nouvelle Zélande
Ripisylve sur sol minéral	0,361	0,13	64%	Cooper AB. 1990 Nouvelle Zélande
Bras mort entre culture et Garonne	10,5	0,5	95%	Fustec (1990 – France)
Aulnaie et roselières riveraines de la Garonne	11,2	0,4	96%	Fustec et Décamps (non daté - France)
Zone inondable de la Garonne	1,9	0,3	84%	Fustec et Décamps (non daté - France)
Peupleraie	3 à 9	0	100%	Haycock et Pinay (Angleterre)
Bande herbagée	3 à 11	0,1	99%	Haycock et Pinay (Angleterre)
Ripisylve de 46 mètres	7,9	0,1	99%	Jacobs et Gilliam (1985 - USA)
Ripisylve de 16 mètres	7,3	0,1	99%	Jacobs et Gilliam (1985 - USA)
Jeune aulnaie	3,5	0,5	86%	Labroue et Pinay (1986 - France)
Ripisylve entre zones cultivées et rivière	2 à 6	0,5	Jusqu'à 88%	Lowrance et al (1984 - USA)

Tableau 3 : Performances d'abattement du nitrate observées sur différents types de zones humides

Agence de l'eau Loire Bretagne, 2005

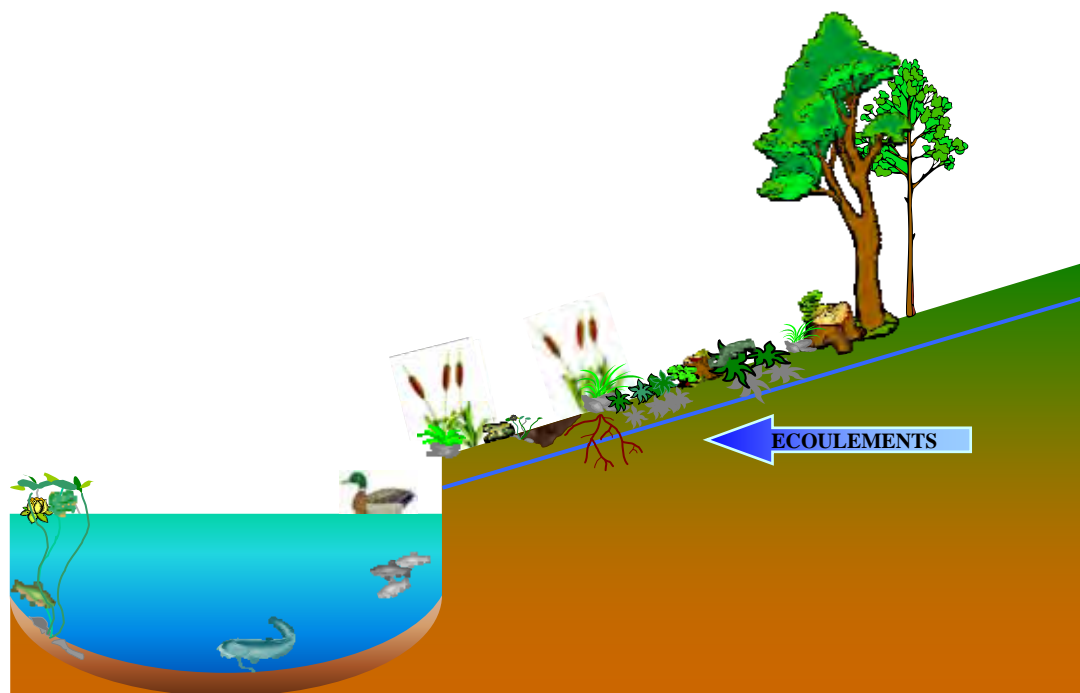


Fig. 20 : Schéma représentatif de l'écoulement d'une nappe dont le niveau d'eau est soutenu par la zone humide en période sèche.

La nitrification réalisée en condition aérobie va permettre d'améliorer la productivité biologique mais paradoxalement va entraîner une augmentation parfois forte de la teneur en nitrates qui vont migrer vers les horizons saturés du sol. C'est alors qu'intervient le mécanisme le plus important et le plus positif pour l'environnement en matière de régulation des flux d'azote : la dénitrification. Elle va permettre de transformer les nitrates en azote gazeux sous l'action de bactéries anaérobies et ainsi libérer la zone de ses excès de produits azotés (MICHELOT, 2003). En Bretagne par exemple, les capacités de dénitrification des fonds de vallée sont de l'ordre de 100 à 500 mg/ha/jour in situ (Conseil scientifique de l'environnement de Bretagne, 1997).

La végétation joue également un rôle prépondérant dans l'épuration des eaux de ruissellement. Elle permet de piéger une partie non négligeable des polluants et nutriments par absorption racinaire et régule les concentrations dans les eaux courantes. Les substances utiles au développement des végétaux sont captés et assimilés alors que les polluants sont stockés ou dégradés (LEMAZURIER, 2006). Dans le cas du phosphore, on note ainsi des abattements entre 60% et 90% notamment dans le cas de formations végétales de type héliophytes (roseaux, scirpes...) (WOLTEMADE, 2000). Ce phénomène végétal favorise en outre la transformation des éléments nutritifs surabondants générateurs de phénomènes dits « d'eutrophisation » et participe donc directement à l'équilibre des écosystèmes halieutiques (www.ramsar.org).

Cependant, les récentes études semblent indiquer l'existence de seuils de charge critique pour les zones humides au-delà desquels il y a perte d'efficacité et des risques de dégradation du milieu avec notamment des inversions floristiques (LEMAZURIER, 2006). Plus grave, on note l'apparition d'effets secondaires sous la forme d'émissions accrues d'un gaz à effet de serre 300 fois plus nocif que le dioxyde de carbone (CO₂) : le protoxyde d'azote (N₂O). Ces constatations renforcent donc l'idée de lutter efficacement en amont contre les utilisations irraisonnées d'engrais (VERHOEVEN et al., 2006).

Les fonctions hydrologiques :

Comme le rappelle CARBONNEL (in LEMAZURIER, 2006), « *les milieux humides en tant qu'hydrosystèmes font partie intégrante des systèmes aquatiques auxquels ils sont reliés : soit une nappe phréatique, soit un cours d'eau dont ils sont les prolongements latéraux, soit une zone lacustre dont ils constituent les bordures. A ce titre, ils ne peuvent être, d'un point de vue hydrologique, isolés des autres hydrosystèmes avec lesquels ils sont connectés et aux variations de stocks desquels ils réagissent* ». En effet, les zones humides, de par leurs caractéristiques fonctionnelles et leur situation géographique au sein d'un bassin versant, possèdent une capacité plus ou moins importante de rétention des eaux superficielles ou souterraines. Deux phénomènes hydrologiques sont alors visibles : l'effet éponge (**Fig.20**) et l'effet d'étalement (FUSTEC et LEFEUVRE, 2000).

Exemples de l'effet éponge ...

- Dans la vallée de Messara, en **Crète**, les eaux souterraines se rechargent à près de 50 % à partir du lit de cours d'eau qui drainent le bassin versant.
- En **Floride**, on estime la valeur d'un marécage de 223 000 ha à 25 millions de \$ par an pour son rôle dans le stockage de l'eau et la recharge de l'aquifère.
- Dans le nord du **Nigeria**, la valeur des zones humides pour la recharge des aquifères qui fournissent l'eau à usage domestique a été évaluée à 4,8 millions de \$ par an.

...et de l'effet de laminage des crues

- Aux **USA**, 3800 hectares de zones humides intactes le long de la rivière Charles ont été évalués à 17 millions de \$ par an, uniquement pour leur valeur dans la protection contre les inondations.
- En **Chine**, l'assèchement des zones humides et l'urbanisation ont directement aggravé les inondations de 1998 (32 milliards de \$ de pertes économiques).

www.ramsar.org

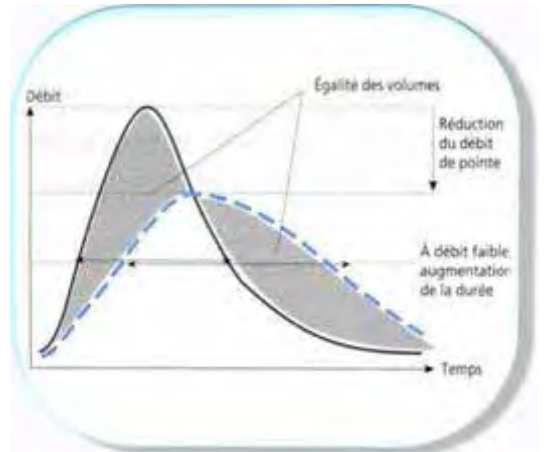


Fig. 21 : Effet général d'une zone humide (bleu) sur l'écroulement d'une crue
FUSTEC et LEFEUVRE, 2000



Fig. 22 : Vue aérienne sur une zone d'expansion des crues : les basses vallées angevines

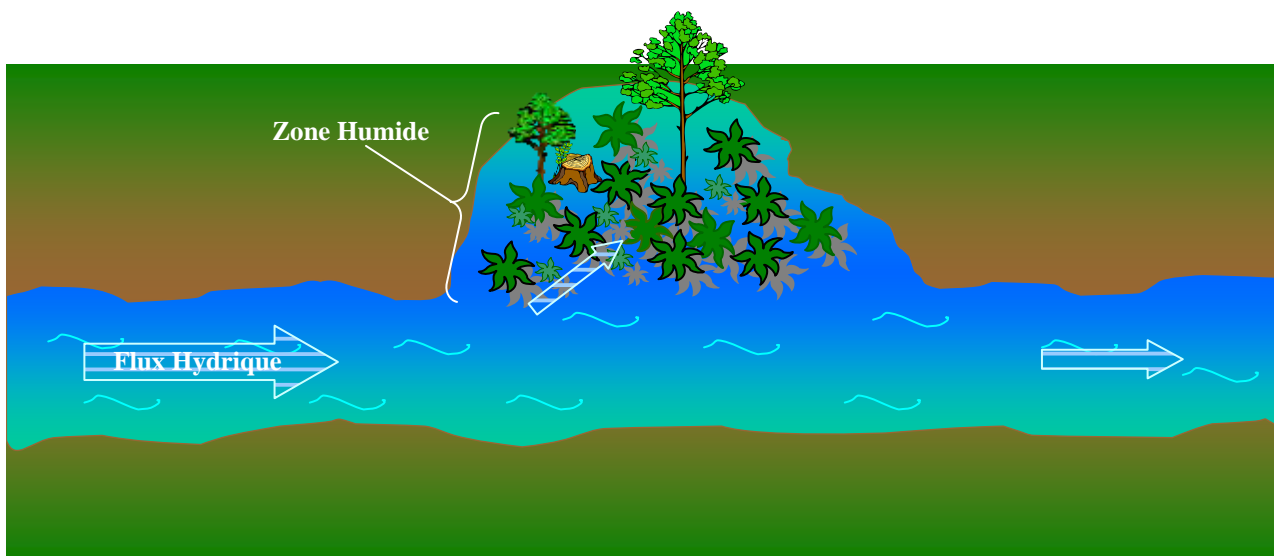


Fig. 23 : Schéma représentatif de la diminution des débits d'un cours d'eau en crue par expansion des eaux dans une zone humide

L'effet éponge, est une fonction hydrologique des zones humides qui leur permet de stocker un certain volume d'eau dans les dépressions du paysage, dont tout ou une partie pourra être restituée. Ainsi, en période de crue, les zones humides vont se charger d'eau. A contrario, en période sèche, l'eau stockée sera restituée soit directement dans les cours d'eau, soit via les nappes alluviales. Les échanges entre les eaux superficielles et les eaux souterraines vont donc pouvoir s'effectuer de façon réversible et variable au cours de l'année suivant leurs niveaux respectifs et ce d'autant plus intensément que l'on se trouve dans des zones de contact entre la nappe et les eaux libres (CIEPP, 1994). Par conséquent, cette propriété concède aux zones humides un rôle de soutien des débits en période d'étiage (NEGREL et al., 2005).

L'effet d'étalement, nommé aussi effet de laminage des crues (**Fig.21**), permet aux zones humides de diminuer la quantité d'eau libre en mesure de rejoindre les cours d'eau. Ces milieux constituent donc une protection naturelle contre les inondations en réduisant les pics de crues (LEMAZURIER, 2006). Par exemple, les plaines alluviales (**Fig.22**), les grands marais et autres zones humides annexes (bras morts, prairies inondables...) vont jouer le rôle d'espace d'expansion des crues (étalement de la lame d'eau) et ainsi se substituer aux ouvrages de régulation des débits hydrauliques (**Fig.23**). Cet effet est d'autant plus fort que la rugosité du paysage est importante : présence de végétation, terrain irrégulier, structures construites (Agences de l'eau, 2001). La réduction des surfaces de ces zones d'épanchement des eaux entraînerait donc des coûts importants de mise en place d'infrastructures artificielles. Pour exemple, une étude menée sur la Loire à l'initiative de l'agence de l'eau Loire Bretagne sur le rôle d'écêtement des zones humides montre que l'absence de lit majeur en amont de l'agglomération de Decize (58) se traduirait par l'inondation de deux des quartiers de la ville (SAFEGE, 2006).

Face à la raréfaction des eaux souterraines et paradoxalement à l'augmentation des dégâts provoqués par les inondations, les pays du monde entier prennent petit à petit conscience des rôles hydrologiques fondamentaux des zones humides. Cependant, après des siècles de détérioration, ce changement de cap semble arriver un peu tardivement au vue des dommages déjà causés.

Une production exceptionnelle de matière vivante source de biodiversité :

Les zones humides assument dans leur globalité les différentes fonctions essentielles à la vie des organismes qui y résident : abri, refuge, alimentation, reproduction et repos. Ainsi, les zones humides disposent d'une extraordinaire capacité à produire de la matière vivante (www.ifen.fr). Au niveau agricole, la productivité biologique des prairies humides est nettement plus élevée que dans les autres milieux naturels, et comparable à celle de zones intensives (cas des prairies estuariennes) grâce à la richesse des sols en éléments nutritifs (CIEPP, 1994).

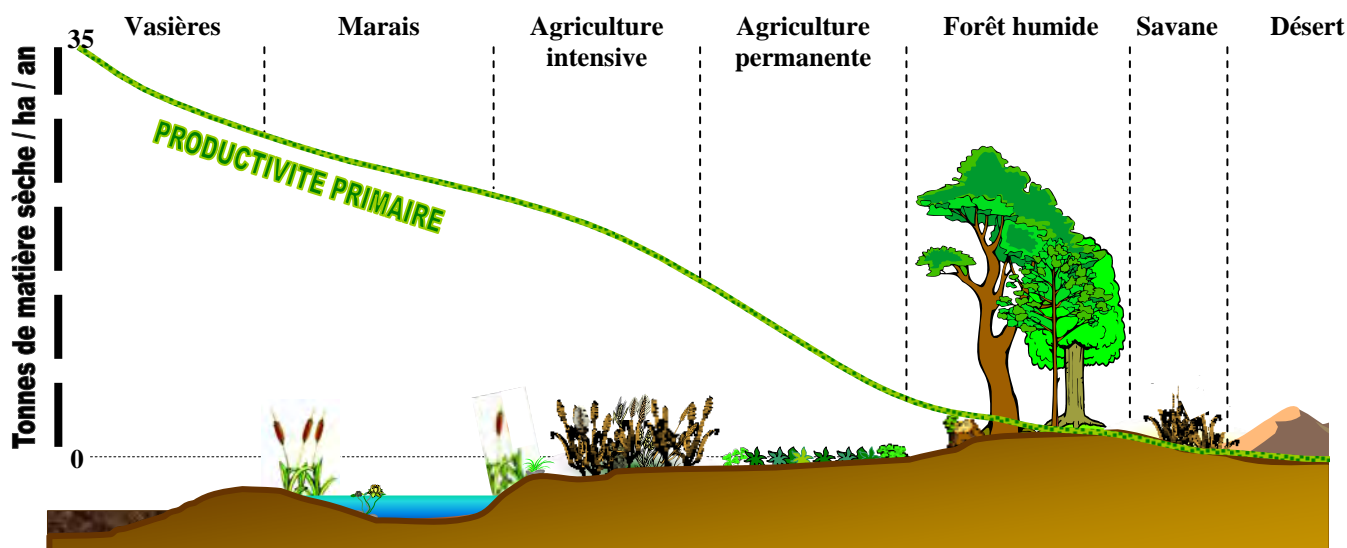


Fig. 24 : Schéma représentant la production de matière vivante suivant le type d'habitat
Inspiré de www.ifen.fr



Fig.25 : Exemples d'espèces inféodées aux zones humides du territoire du SAGE Layon Aubance

- 1 ~ Chenille de sphinx de l'épilobe
- 2 ~ Salicaire
- 3 ~ Araignée frelon
- 4 ~ Rainette arboricole
- 5 ~ Fritillaire pintade
- 6 ~ Caloptéryx vierge

Le patrimoine économique et biologique des zones humides :

- « Les mangroves de Moreton Bay, en **Australie**, ont été évaluées à 4850 \$/ha d'après la prise de poissons commercialisables. »
- « Aux **États-Unis**, les crabes, crevettes et saumons débarqués ont été évalués à 13 millions de \$ en 1991; ces espèces dépendent des zones humides durant une partie au moins de leur cycle de vie. »
- « Au **Brésil**, la réserve de Mamirauá, qui s'étend sur un million d'hectares, fournit des produits des zones humides d'une valeur de 4,4 millions de \$ par an. »
- « Les zones humides d'eau douce contiennent plus de 40% des espèces de la planète et 12% de toutes les espèces animales. »
- « Certaines zones humides abritent de nombreuses espèces endémiques (ex : le lac **Tanganyika**, avec 632 espèces animales endémiques et **l'Amazonie** avec environ 1800 espèces de poissons endémiques). »
- « La biodiversité des zones humides est un important réservoir génétique au potentiel économique considérable pour l'industrie pharmaceutique. »

De nombreuses études ont ainsi démontré que les marais salés présentaient la production primaire la plus élevée des différents écosystèmes de la planète (WHITTAKER, 1975) avec 24% de la production totale de matière vivante pour 6,4% de la surface terrestre (WILLIAM, 1990). De ce fait, la forte productivité biologique (**Fig.24**) qui caractérise les zones humides est à l'origine d'importantes productions agricoles (herbages, pâturages, élevages, rizières, cressonnières, exploitations forestières, roseaux...), piscicoles (pêches, piscicultures) et conchylicoles (moules, huîtres...), dont les répercussions financières, difficiles à chiffrer précisément se révèlent néanmoins considérables (www.ifen.fr). On estime cependant que le poisson, produit le plus important à l'échelle mondiale des zones humides, constitue la principale source de protéine pour près d'un milliard de personnes (www.ramsar.org). Le riz, céréales des zones humides nourrit la moitié de l'humanité soit 3 milliards de personnes (MITSCH et GOSSELINK, 2000). A l'échelle plus locale, les zones humides ont permis la mise en place de productions diverses intimement liées à la culture locale comme le sel, les végétaux de construction ou l'élevage d'organismes aquatiques (FUSTEC et LEFEUVRE, 2000).

Bilan de cette productivité élevée, les milieux humides constituent un patrimoine biologique considérable, source de biodiversité et lieu de croissance d'un grand nombre d'espèces rares (CIEPP, 1994). La variabilité des conditions hydriques entraîne en effet une diversité de conditions environnementales favorables à l'installation de peuplements végétaux diversifiés et d'espèces animales typiques à ces milieux. De plus, le pH de leurs eaux étant compris entre des limites allant du plus acide (tourbières) au plus alcalin (marais de faible profondeur) et leurs sols présentant une gamme étendue de teneurs en matières organiques on comprend aisément que ces écosystèmes soient riches en espèces (FUSTEC et LEFEUVRE, 2000).

A l'échelle de la France on estime ainsi que 30% des espèces végétales remarquables et menacées vivent dans les zones humides, environ 50% des espèces d'oiseaux en dépendent et les deux tiers des poissons consommés s'y reproduisent ou s'y développent (Commissariat général du plan, 1993). Les zones humides sont donc de véritables réservoirs de biodiversité (**Fig.25**) mais également des étapes indispensables pour l'avifaune migratrice et les espèces d'oiseaux d'eau dépendantes de ces sites pour leur reproduction. La fragmentation, l'isolement des zones humides, comme la dégradation des habitats, sont autant de menaces qui pèsent sur la biodiversité et la survie d'espèce endémiques.

Les valeurs touristiques et culturelles :

La richesse biologique des zones humides en fait des milieux d'exception autant pour leur cadre que pour l'attrait touristique ou pédagogique. Ces milieux sont d'excellents « laboratoires biologiques » où les étudiants de tout âge et niveau scolaire peuvent s'éduquer aux sciences de la nature et du vivant (MITSCH et GOSSELINK, 2000).

	Valeur totale (USD) par hectare, par an	Valeur totale du flux monétaire mondial (en \$ par an)
Estuaires	22.382	4.100.000.000.000
Herbiers marins/lits d'algues	19.004	3.801.000.000.000
Récifs coralliens	6.075	375.000.000.000
Marais cotidaux/mangroves	9.990	1.648.000.000.000
Marécages/plaines d'inondation	19.580	3.231.000.000.000
Lacs/cours d'eau	8.498	1.700.000.000.000
TOTAL	-	14.855.000.000.000

Tableau 4 : Evaluation des services rendus par les écosystèmes des différents types de zones humides définis par la Convention de Ramsar

www.ramsar.org



Fig. 26 : Activités récréatives et pédagogie au service de la protection de la Camargue

www.marais-vigueirat.reserves-naturelles.org

Des valeurs culturelles et économiques exceptionnelles :

- « Au **Tibet**, certains lacs ont une importance religieuse profonde pour la population locale. »
- « Le site Ramsar de la péninsule de Coburg, en **Australie**, a une importance particulière pour les propriétaires aborigènes traditionnels qui y célèbrent encore des cérémonies et y mènent des activités de chasse et de cueillette semi-traditionnelles. »
- « Les résidents de **Hong-Kong** ne peuvent plus observer le Gei Wai, une méthode traditionnelle d'élevage des crevettes, pratiquée par la population locale pendant des siècles, que dans le site Ramsar des marais de Mai Po. »
- « Le site Ramsar du fjord de Stavns, au **Danemark**, est un site archéologique exceptionnel datant de l'âge de bronze. »
- « Un nouveau complexe de zones humides de 40 hectares, établi au cœur de **Londres**, attend 350.000 visiteurs par an; il a été créé à partir de plusieurs réservoirs et propose 30 lacs et marais, des chemins de bois, des observatoires et des sentiers. »
- « Aux **États-Unis**, la pêche sportive attire plus de 45 millions de personnes qui consacrent 24 milliards de \$ chaque année à leur passion. »
- « Au **Canada**, au **Mexique** et aux **États-Unis**, plus de 60 millions de personnes observent les oiseaux migrateurs et 3,2 millions chassent les canards et les oies, entre autres gibiers; la valeur économique de ces activités s'élève à plus de 20 milliards de \$ par an. »

www.ramsar.org

Par l'intensité de la vie végétale et animale, la spécificité des adaptations et la diversité des conditions environnementales (eaux salées, saumâtre, courante...) aisément observables, les zones humides sont des modèles majeurs pour l'enseignement de la zoologie, de la botanique et de l'écologie en générale (FUSTEC et LEFEUVRE, 2000). Les nombreuses réserves et parcs naturels facilitent également cet apprentissage en mettant à disposition des structures d'accueil et des parcours « découverte » pour les visiteurs. L'animation de ces sites naturels est d'ailleurs une des clefs de leur nouvelle popularité grâce à la mise à disposition d'activités variées. Cela va de l'écotourisme à la découverte de la ferme et des anciennes activités agricoles en passant par la visite guidée de marais ou mares pédagogiques (LEMAZURIER, 2006).

Dans les sites les plus beaux, ce tourisme est pourvoyeur de ressources économiques importantes grâce à l'afflux de visiteurs venant parfois de pays étrangers. C'est le cas sur les sites français du Mont Saint Michel, de la Camargue, des marais de Brière ou encore du marais Poitevin qui, valorisés comme hauts lieux du tourisme vert, permettent de « booster » l'économie locale. A cet engouement pour le tourisme vert s'ajoute des activités comme la pêche sportive et la chasse des oiseaux d'eau qui renforcent encore un peu plus le statut récréatif (**Fig.26**) alloué aux zones humides (www.ramsar.org).

En parallèle, les zones humides sont une importante source d'information sur notre patrimoine culturel où subsistent souvent des modes de vies et d'agricultures ancestraux, vitrines du passé et héritages des traditions locales (CIEPP, 1994). Ce patrimoine culturel est donc le reflet de l'adaptation des hommes à ces milieux dont ils se sont accommodés en développant des techniques et pratiques particulières. La préservation des zones humides est dans ces cas fortement dépendante d'une volonté des populations locales de préserver leur manière de vivre et de s'identifier à un territoire (LEMAZURIER, 2006). Les législations vont dans ce sens, comme par exemple la loi d'orientation agricole française, en incitant au maintien d'activités favorables aux zones humides. « *Le gouvernement s'attache à soutenir le maintien des activités traditionnelles et économiques dans les zones humides qui contribuent à l'entretien des milieux sensibles, notamment les prairies naturelles et les milieux salants* » (Art.88, Loi n2006-11).

Le tourisme et les actions pédagogiques sont donc le fer de lance de la politique de préservation de ces milieux. Incités par une volonté de plus en plus forte des populations citadines à retourner vers des activités plus proches de la nature, les gestionnaires cherchent à rendre attractif leur territoire en développant les activités écologiques et pédagogiques. Sensible à la manne financière potentielle que représentent ces milieux (**Tableau 4**), on assiste à une prise de conscience nouvelle des valeurs offertes par les zones humides. Agriculteurs, collectivités locales et usagers apprennent donc que fonctions écologiques et valeurs économiques sont intimement liées et que toute gestion de ces zones doit se faire par le biais de projets de développement durable et d'aménagements raisonnés (Ministère de l'écologie et du développement durable, 2004).

Les Parties contractantes,

« Reconnaissent l'interdépendance de l'Homme et de son environnement;

Considèrent les fonctions écologiques fondamentales des zones humides en tant que régulateurs du régime des eaux et en tant qu'habitats d'une flore et d'une faune caractéristiques et, particulièrement, des oiseaux d'eau;

Sont convaincues que les zones humides constituent une ressource de grande valeur économique, culturelle, scientifique et récréative, dont la disparition serait irréparable;

Sont désireuses d'enrayer, à présent et dans l'avenir, les empiétements progressifs sur ces zones humides et la disparition de ces zones;

Reconnaissent que les oiseaux d'eau, dans leurs migrations saisonnières, peuvent traverser les frontières et doivent, par conséquent, être considérés comme une ressource internationale;

Sont persuadées que la conservation des zones humides, de leur flore et de leur faune peut être assurée en conjuguant des politiques nationales à long terme à une action internationale coordonnée. »

Fig. 27 : Préambule de la convention de Ramsar (1971)

www.ramsar.org

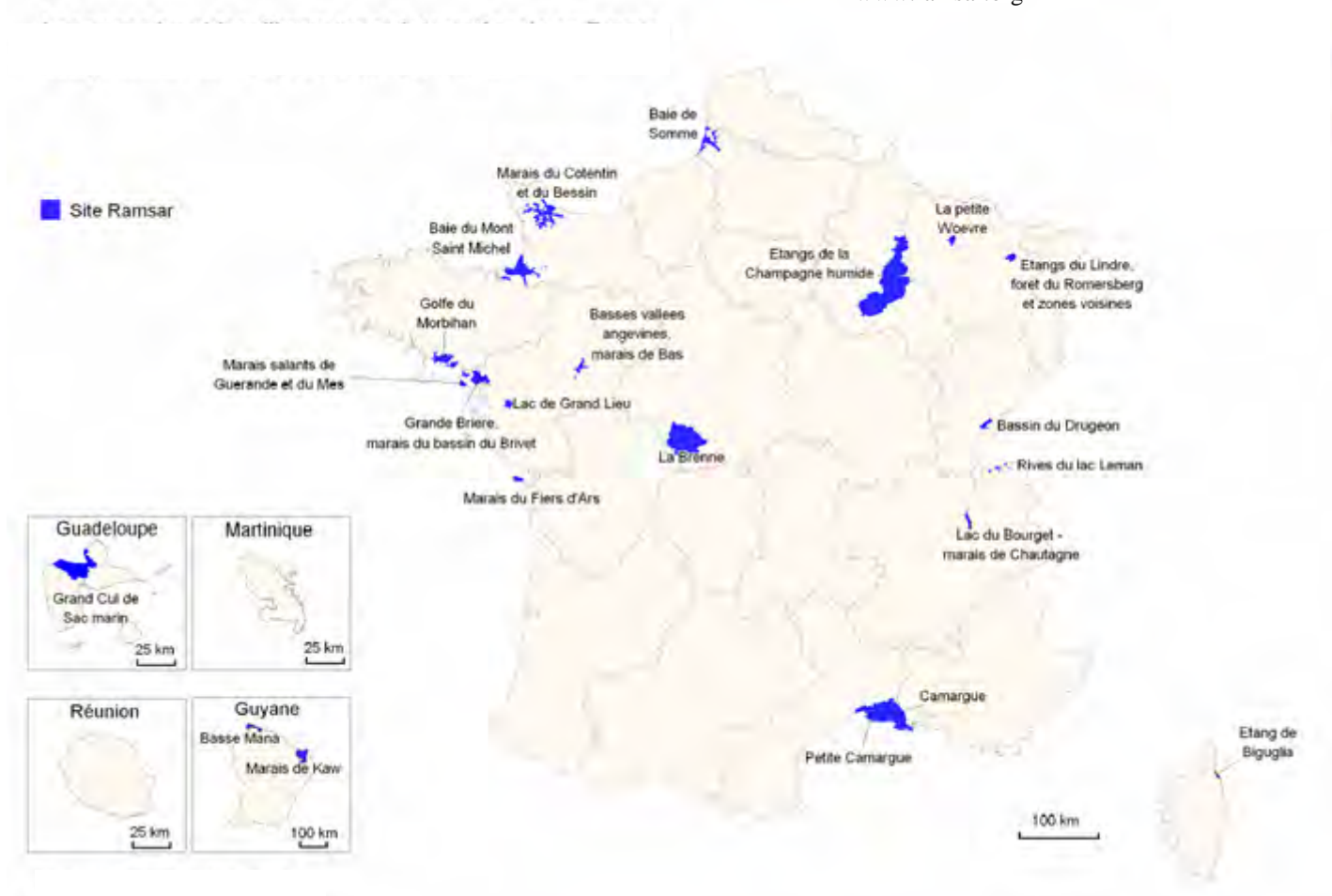


Fig. 28 : Les zones humides d'importance internationale en France désignées au titre de la convention Ramsar

www.ifen.fr

c. Des engagements internationaux à la réglementation Française :

Comme nous avons pu le voir auparavant, les zones humides remplissent de nombreuses fonctions utiles à nos sociétés modernes. Dans le but de préserver le patrimoine existant de toute répercussion anthropique, des réglementations particulières ont donc vu le jour sous l'impulsion d'engagements internationaux et notamment de la convention de Ramsar en 1971. Nous nous attacherons donc dans cette partie à étudier la réglementation instaurée sur les zones humides du niveau international jusqu'au niveau communal pour le cas des zones humides françaises. L'ensemble des textes réglementaires français cités sont visibles sur le portail du droit : www.legifrance.gouv.fr.

La convention de Ramsar :

La convention de Ramsar (**ANNEXE 4**), dont nous avons déjà présenté l'historique en début de rapport, n'est pas un outils réglementaire à proprement dit. Elle sert de cadre à la coopération internationale (**Fig.27**) et a pour mission « *de favoriser la conservation et l'utilisation rationnelle des zones humides par des mesures prises au plan national et par la coopération internationale comme moyens de parvenir au développement durable dans le monde entier* » (www.ramsar.org). Elle fixe cependant aux pays signataires l'obligation d'entreprendre quatre activités principales:

- **Inscrire** des zones humides sur la «*Liste des zones humides d'importance internationale*» et maintenir leurs caractéristiques écologiques (**Fig.28**).
- **Elaborer** des politiques nationales pour les zones humides, incorporer des considérations relatives à la conservation des zones humides dans leur planification nationale, élaborer des plans de gestion intégrée des bassins versants et, en particulier, adopter et appliquer les lignes directrices relatives à l'application du concept d'utilisation rationnelle, c'est-à-dire l'utilisation durable des zones humides, au bénéfice de l'humanité, d'une façon qui soit compatible avec le maintien des propriétés naturelles de l'écosystème.
- **Promouvoir** la conservation des zones humides de leur territoire par la création de réserves naturelles et promouvoir la formation en matière de recherche, gestion et surveillance des zones humides.
- **Consulter** d'autres parties contractantes en ce qui concerne les zones humides transfrontalières, les systèmes aquatiques partagés, les espèces partagées et l'aide au développement pour les projets relatifs aux zones humides.

Pour les pays adhérents à cette convention (155 en 2007), l'inscription de leurs zones humides à la liste Ramsar n'est donc pas contraignante mais correspond plutôt à une mise en valeur de l'importance d'une zone et de sa protection (CLE du bassin versant de l'Huisne, 2005). Cependant elle incite à créer des réglementations nationales afin d'encadrer les activités sur ce type de milieu, et est ainsi indissociable des évolutions réglementaires ayant vu le jour durant les dernières décennies.

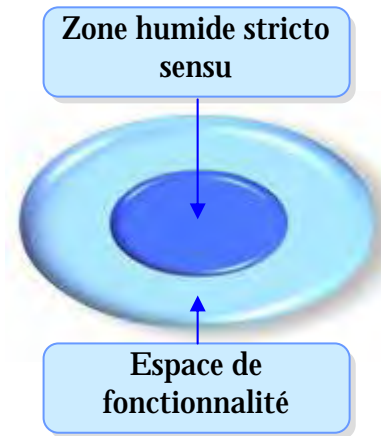
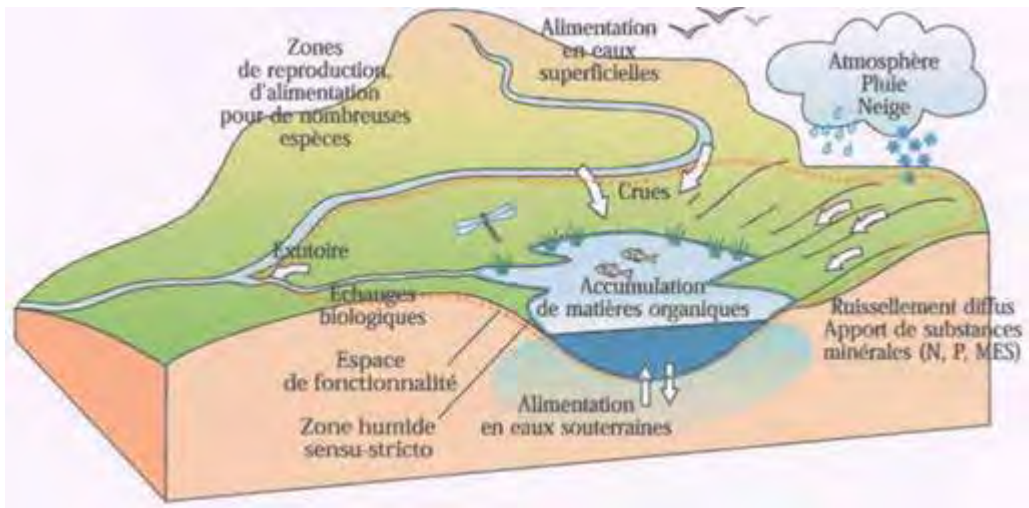


Fig. 29 : La zone humide et son espace de fonctionnalité
(Agence de l'eau Rhône Méditerranée Corse, 2001)

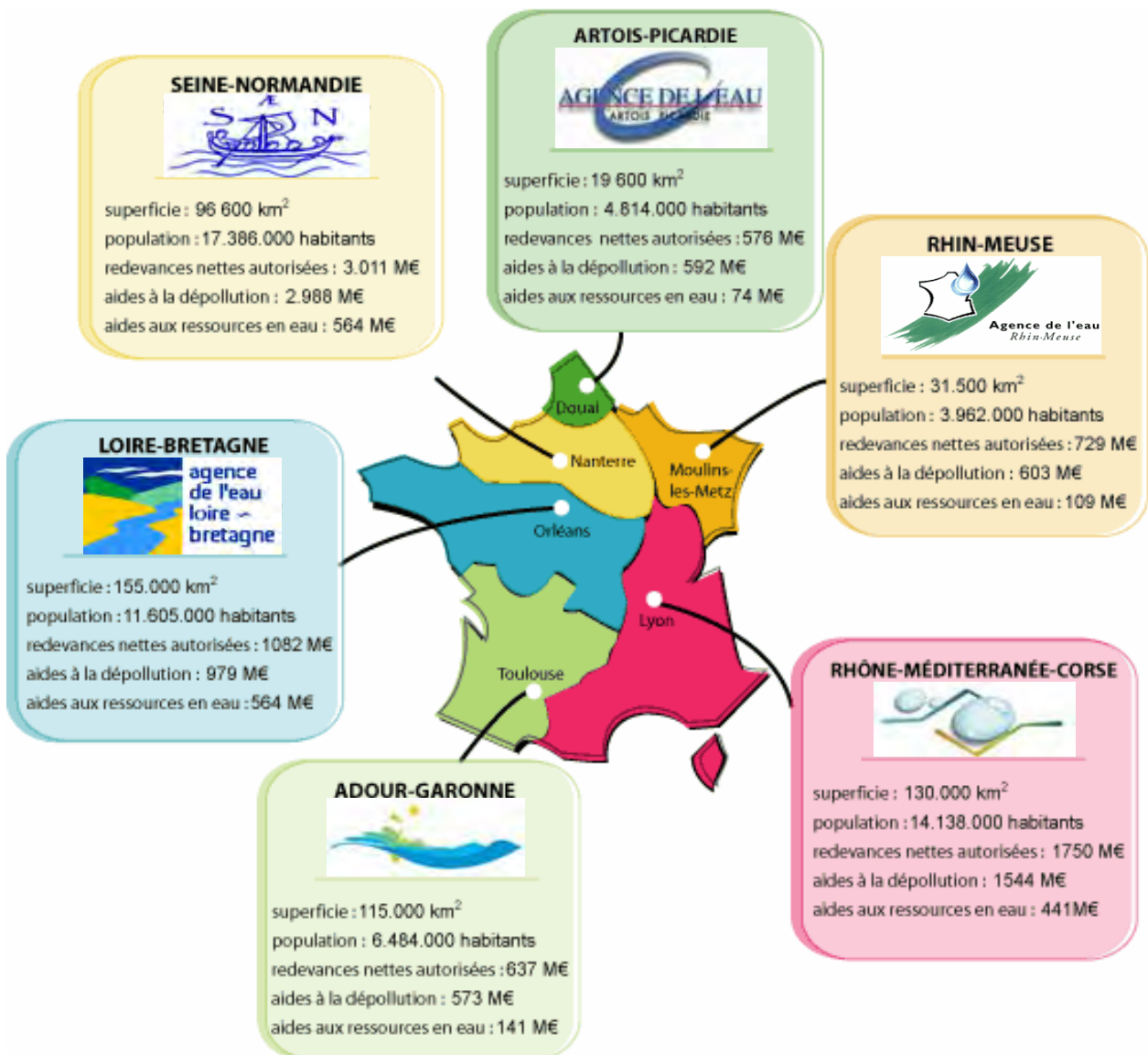


Fig. 30 : Les 6 grands bassins hydrographiques métropolitains
www.cnrs.fr

Un niveau Européen de protection : La Directive Cadre sur l'Eau (DCE)

La Directive Cadre sur l'Eau du 23 octobre 2000 (transposée au droit français le 21 avril 2004) fixe un objectif de bon état des eaux et des milieux aquatiques à l'horizon 2015. Le bon état des eaux s'apprécie à la fois sur le plan écologique (habitats, espèces) et chimique, l'état écologique étant défini comme « *expression de qualité du fonctionnement des écosystèmes aquatiques associés aux eaux de surface* » (CLE du bassin versant de l'Huisne, 2005). Pour satisfaire à cette exigence, on se doit de considérer tout ce qui contribue à la qualité des zones d'intérêt biologique (annexe V, 1.1.2 de la D.C.E.). Tous les milieux situés à l'interface des activités humaines et de la rivière sont à prendre en compte, même les milieux éloignés des berges des cours d'eau et des plans d'eau. Cette approche introduit le concept de « *zone d'influence* » ou « *zones tampons* », c'est-à-dire toutes les zones dont les caractéristiques ou le fonctionnement interfèrent sur l'état des milieux aquatiques. Les zones humides en font partie, ainsi que « *l'espace de fonctionnalité* » dans lequel elles s'insèrent (**Fig.29**).

La DCE donne donc une reconnaissance juridique à l'importance des zones humides dans la gestion quantitative et qualitative de la ressource en eau. D'ici 2009, les pays Européen devront définir un plan de gestion définissant les objectifs à atteindre en 2015 ainsi qu'un programme de mesures identifiant les actions nécessaires à leur réalisation (www.ecologie.gouv.fr). A l'échelle du territoire français, la mise en œuvre de la directive se fera par grands bassins hydrographiques (**Fig.30**) dans le cadre de la mise à jour de leur Schémas Directeur d'Aménagement et de Gestion des Eaux (SDAGE).

Le niveau national : Le Code de l'Environnement (CE)

La gestion et la préservation des zones humides à l'échelon Français sont régies par 3 principales lois dont les textes sont codifiés dans le code l'environnement :

➤ **La loi sur l'eau de 1992** : La loi sur l'eau de 1992 a instauré les schémas d'aménagement et de gestion de l'eau et a permis de mieux définir ce qu'est une zone humide au travers des caractéristiques intrinsèques du terrain. Elle indique également que « *dans un sous-bassin ou un groupement de sous-bassins correspondant à une unité hydrographique ou à un système aquifère, un Schéma d'Aménagement et de gestion des eaux fixe les objectifs généraux d'utilisation, de mise en valeur et de protection quantitative et qualitative des ressources en eau superficielle et souterraine et des écosystèmes aquatiques ainsi que de préservation des zones humides...* » (art L211.1.1 du Code de l'Environnement.). De plus, les installations, les ouvrages, les travaux et activités, réalisés à des fins non domestiques par toute personne physique ou morale, publique ou privée sont soumis à autorisation ou à déclaration (Décret n°2006-881 du 17 juillet 2006). Ainsi l'assèchement, la mise en eau, l'imperméabilisation, le remblai de plus de 1 ha en zones humides ou marais est soumis à autorisation. Dans le cas d'une surface comprise entre 0,1 ha et 1 ha, les travaux sont soumis à déclaration (art L214-1 et 2 du C.E.).

La loi sur le Développement des Territoires Ruraux :

➤ La délimitation :

« Les préfets pourront délimiter des **Zones Humides d'Intérêt Environnemental Particulier (ZHIEP)**, c'est-à-dire celles qui présentent un intérêt écologique, paysager, touristique ou cynégétique particulier ou un intérêt pour la gestion intégrée du bassin versant ». « Dans des zones, pourront y être mis en place des programmes d'actions qui auront pour objet de préserver ou de restaurer les dites zones. Ces programmes pourront préciser les pratiques à promouvoir et rendre obligatoire certaines d'entre elles (faucardage, pâturage). Ces programmes seront soutenus par des aides essentiellement agro-environnementales lorsque des surcoûts seront constatés. »

« Le SAGE peut délimiter des **Zones Humides Stratégiques pour la Gestion de l'Eau (ZHSGE)**, c'est-à-dire celles qui contribuent à la protection de la ressource en eau ou à la réalisation des objectifs du SAGE ». « Dans ces zones, des prescriptions pourront limiter certains modes d'utilisation du sol sur les terrains appartenant à des collectivités locales ou à l'Etat et soumis au baux ruraux. Des servitudes identiques à celles mises en place par la loi Risques pourront être créées par le SAGE et interdire le drainage, le remblaiement ou le retournement de prairies ».

➤ La nouvelle fiscalité :

« La loi prévoit pour certaines zones humides, une exonération totale ou partielle de **Taxe Foncière sur les Propriétés Non Bâties (TFPNB)** par période de 5 ans, renouvelable ». « L'exonération ne concerne que certaines catégories de terrains identifiés dans la nomenclature fiscale (instruction de 1908) et qui vise les catégories 2 (prés, prairies naturelles, herbages et pâturages) et 6 (landes, pâtis, bruyères, marais, terres vaines et vagues y compris les tourbières naturelles). Trois régimes d'exonération coexistent :

- Exonération de **50%** de TFPNB en dehors des zones protégées (liste dressée par les maires).
- Exonération de **100%** de TFPNB dans les zones protégées (ZHIEP, Terrains du Conservatoire, Sites classés, Parcs Nationaux...).
- Exonération de **100%** de TFPNB en zone Natura 2000 (engagement de gestion via la charte Natura 2000) »

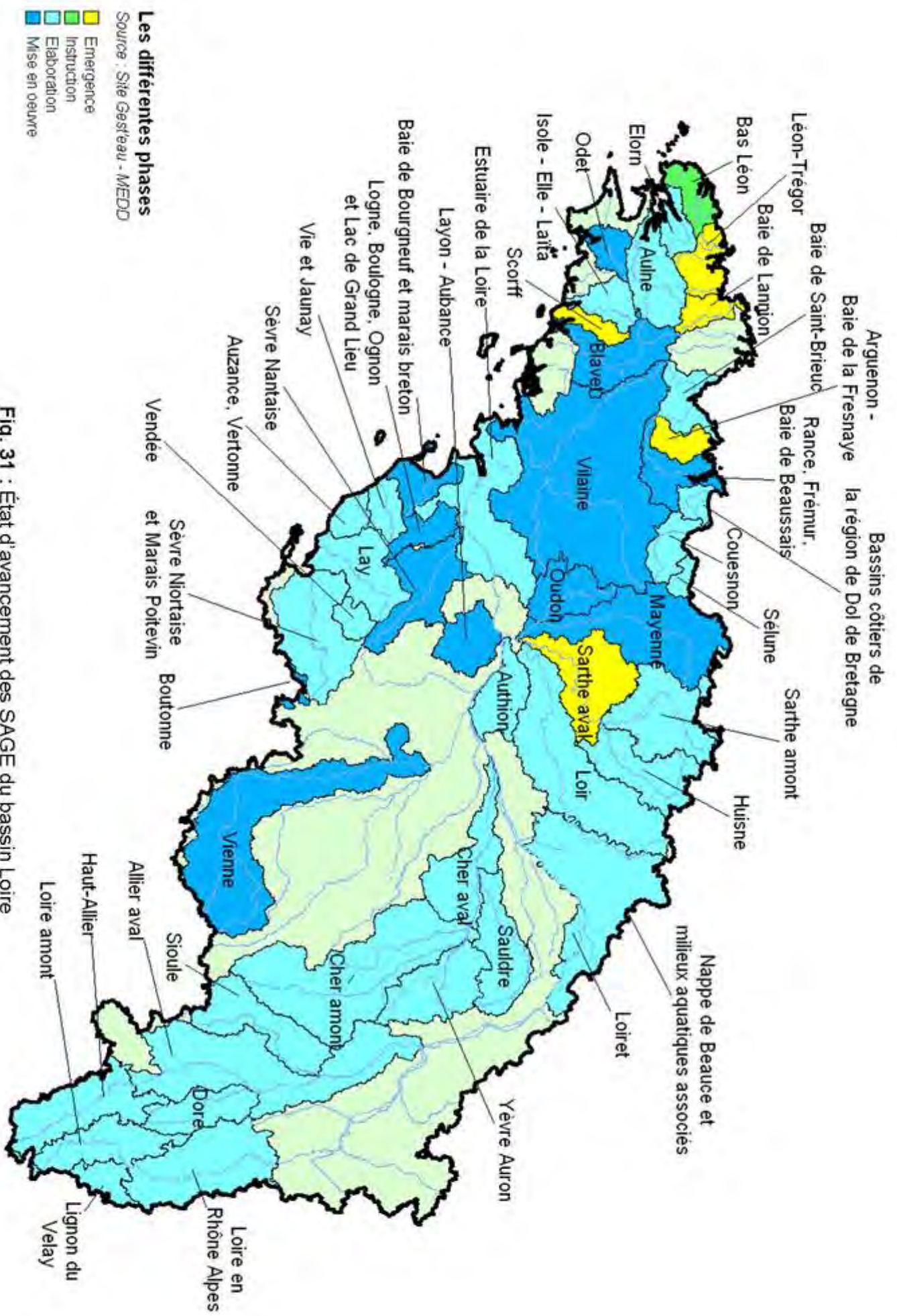
➤ **La loi de Développement des Territoires Ruraux** : Cette loi adoptée le 23 février 2005 (JO, 24 février, p. 3073) a créé un nouveau régime juridique spécifique aux zones humides. Cette loi est le résultat d'une évolution historique (passage d'un droit d'assèchement des zones humides à celui d'un droit de protection, à partir de la loi sur l'eau de 1992) et d'une demande des acteurs et gestionnaires de zones humides (dont le groupe zones humides et l'association nationale des élus des zones humides). Les dispositions ont été rédigées en collaboration avec le Ministère de l'Agriculture et celui de l'Ecologie. Les principales innovations concernent la reconnaissance politique et juridique des zones humides, la modification de leur définition, la création de procédures de délimitation, une nouvelle fiscalité incitative et un renforcement global de leur protection. La loi précise :

- **La définition des zones humides** afin de rendre plus efficace le travail accompli par les services de police des eaux, de diminuer les risques de contentieux portant sur la qualification des zones humides et de rendre la notion plus compréhensible par les citoyens.
- **Le statut du schéma d'aménagement et de gestion des eaux** pour qu'il prenne en compte les zones humides et puisse délimiter des « zones humides stratégiques pour la gestion de l'eau », c'est-à-dire celles contribuant à la protection de la ressource en eau ou à la réalisation des objectifs du SAGE.

Un décret en précisera le contenu. Dans ces zones, des prescriptions pourront limiter certains modes d'utilisation du sol sur les terrains appartenant à des collectivités locales ou à l'Etat et soumis aux baux ruraux. Des servitudes identiques à celles mises en place par la loi Risques (servitudes de mobilité des cours d'eau ou de rétention des crues) pourront être créées par le SAGE et interdire le drainage le remblaiement ou le retournement de prairies (www.legifrance.fr).

➤ **La loi sur l'eau et les milieux aquatiques** : La loi n° 2006-1772 sur l'Eau et les Milieux Aquatiques a été promulguée le 30 décembre 2006 après une phase de concertation et de débats qui a duré deux ans (www.ecologie.gouv.fr). Elle modifie certains articles dans le code de l'environnement et le code rural et renforce également la nécessité de « Mener et favoriser des actions de préservation, de restauration, d'entretien et d'amélioration de la gestion des milieux aquatiques et des zones humides » (art. 83.7 du C.E.) car « la préservation et la gestion durable des zones humides définies à l'article L. 211-1 sont d'intérêt général » (inséré par Loi n° 2005-157 du 23 février 2005, art. 127 II JO du 24 février 2005). Ainsi l'Etat veille à la prise en compte de cette cohérence dans les Schémas d'Aménagement et de Gestion des Eaux.

Ces 3 lois forment l'arsenal juridique français de protection des zones humides et fixent les modalités de mise en œuvre des plans de gestion de ces milieux au sein de leurs bassins hydrographiques respectifs.



L'échelle régionale : le Schéma Directeur d'Aménagement et de Gestion des Eaux (SDAGE)

Le SDAGE fixe pour chaque bassin hydrographique métropolitain les orientations fondamentales d'une gestion équilibrée de la ressource en eau dans l'intérêt général et le respect des principes de la loi sur l'eau. D'une portée juridique importante, ce document d'orientation doit être consulté par l'Etat, les régions, les départements et les collectivités locales lors de tout projet d'aménagement du territoire et donc de milieux humides. Par exemple, le SDAGE du bassin Loire Bretagne (lieu de l'étude) met en avant la nécessité de sauvegarder et mettre en valeur les zones humides. « *Il nous faut protéger énergiquement (et dans certains cas restaurer ou reconstituer) les zones humides dont la haute valeur écologique et les fonctions de régulation (auto-épuration ou amortissement des variations de débit et de niveau d'eau) ont été très souvent négligées jusqu'ici* » (SDAGE Loire Bretagne, 1996). Cette protection des zones humides se fera selon 3 principes :

- **Inventorier** les zones humides et renforcer les outils de suivi et d'évaluation.
- **Assurer la cohérence des politiques publiques** qui y sont menées.
- **Informers et sensibiliser** les partenaires locaux concernés et la population.

« La régression doit être arrêtée grâce à la mise en place d'une véritable politique de préservation et de gestion basée sur la reconnaissance de leur statut d'infrastructure naturelle ». Le SDAGE s'impose donc aux conditions de l'Etat en matière de police de l'eau notamment au travers des déclarations d'autorisations administratives (urbanisme, rejet...) (www.eau-rhin-meuse.fr).

L'échelle locale : Le Schéma d'Aménagement et de Gestion des Eaux

Le schéma d'aménagement de gestion des eaux, SAGE, comme le SDAGE est né de la loi sur l'eau de 1992. Si le SDAGE fixe pour chaque grand bassin hydrographique des orientations fondamentales pour une gestion équilibrée de la ressource en eau, le SAGE, quant à lui s'applique à un niveau local (www.eau-rhin-meuse.fr). Il est compatible avec les orientations du SDAGE qui stipule que « *le SAGE doit établir l'inventaire et la cartographie des zones humides comprises dans son périmètre en tenant compte de leur valeur biologique et de leur intérêt pour la ressource en eau* » (SDAGE Loire Bretagne, 1996). En effet, la sauvegarde des zones humides nécessite en premier lieu de mieux connaître les zones humides en elles-mêmes ainsi que leur situation spatiale sur un territoire.

L'initiative d'un SAGE (**Fig.31**) revient aux responsables de terrains, élus, associations, acteurs économiques, usagers de l'eau... qui ont un projet commun pour l'eau. Une Commission Locale de l'Eau (CLE) est alors créée par le préfet avec obligation d'y retrouver une majorité d'élus (50%), des usagers de l'eau (25%) et les services de l'Etat (25%). Le travail de cette structure est considérable car une fois validé par le préfet, le SAGE a valeur de règlement pour l'eau et les milieux qui lui sont associés comme les zones humides.

Type de protection	Outils	Résumé	Références réglementaires
ESPECES	<u>Loi de protection de la faune et de la flore</u>	« <i>Lorsqu'un intérêt scientifique particulier ou que les nécessités de la préservation du patrimoine biologique justifient la conservation d'espèces animales non domestiques ou végétales non cultivées</i> », la destruction, l'altération ou la dégradation du milieu particulier à ces espèces animales ou végétales est interdit.	Art. L411 du C.E.
	<u>Réseau Natura 2000</u> 	La désignation des sites Natura 2000 est fondée sur la présence d'espèces et d'habitats visés par les <u>Directives Oiseaux</u> (n°79/409/CEE) et <u>Habitats Naturels</u> (n°92/43/CEE). « <i>Les sites Natura 2000 font l'objet de mesures destinées à conserver ou à rétablir dans un état favorable à leur maintien à long terme les habitats naturels et les populations des espèces de faune et de flore sauvages qui ont justifié leur délimitation</i> ».	Art. L4141 et suivants du C.E.
MILIEUX	<u>Réserves naturelles classées</u> 	« <i>Des parties du territoire d'une ou de plusieurs communes peuvent être classées en réserve naturelle lorsque la conservation de la faune, de la flore, du sol, des eaux, des gisements de minéraux et de fossiles et, en général, du milieu naturel présente une importance particulière ou qu'il convient de les soustraire à toute intervention artificielle susceptible de les dégrader</i> ».	Art. L332-1 du C.E.
	<u>Forêts de protection</u>	« <i>Une zone boisée peut être classée si elle est reconnue nécessaire entre autres pour l'existence de sources, cours d'eau et zones humides et généralement pour la qualité de l'eau</i> ».	Art. L311-3 loi n°2001-602 du 09/07/01
	<u>Sites inscrits, sites classés</u> 	Les zones humides peuvent être classées comme « <i>monuments naturels ou sites dont la conservation ou la préservation présente, au point de vue artistique, historique, scientifique, légendaire ou pittoresque, un intérêt général</i> ». Ainsi, « <i>les monuments naturels ou les sites classés ne peuvent ni être détruits ni être modifiés dans leur état ou leur aspect sauf autorisation spéciale</i> ».	Art. L341-là 22 du C.E.
	<u>Arrêtés de protection de biotope</u>	Cet arrêté a pour objectif de <u>prévenir la disparition des espèces protégées</u> par la fixation de mesures de <u>conservation des biotopes</u> et la délimitation par le préfet de <u>périmètres d'action</u> . Un arrêté de protection de biotope peut également avoir pour objet l' <u>interdiction</u> de toute <u>action</u> portant atteinte de manière indirecte à l' <u>équilibre biologique</u> des milieux.	Art. L411-1 et 2 du C.E.

Tableau 5 : Les outils de protection des zones humides

L'échelle communale : Les documents d'urbanisme

« Les schémas de cohérence territoriale, les plans locaux d'urbanisme et les cartes communales déterminent les conditions permettant d'assurer l'équilibre entre le renouvellement urbain, un développement urbain maîtrisé, le développement de l'espace rural, d'une part, et la préservation des espaces affectés aux activités agricoles et forestières et la protection des espaces naturels et des paysages, d'autre part, en respectant les objectifs du développement durable » (art L121-1 du Code de l'Urbanisme).

➤ Les Schémas de Cohérence Territoriale (S.C.O.T.) :

Les S.C.O.T. déterminent les espaces et les sites naturels à protéger et peuvent en définir la localisation ou la délimitation (CLE du bassin versant de l'Huisne, 2005). De plus, les schémas de cohérence territoriale doivent être « compatibles avec les orientations fondamentales d'une gestion équilibrée de la ressource en eau et les objectifs de qualité et de quantité des eaux définis par les schémas directeurs d'aménagement et de gestion des eaux (SDAGE) en application de l'article L. 212-1 du code de l'environnement ainsi qu'avec les objectifs de protection définis par les schémas d'aménagement et de gestion des eaux (SAGE) en application de l'article L. 212-3 du même code » (Loi D.T.R. n°2005-157 du 23/02/05, art L122-1 du C.U.).

➤ Les Plans Locaux d'Urbanisme (P.L.U.) :

Dans le cadre du SAGE, la C.L.E. demande aux communes de participer au travail d'inventaire des zones humides lors d'études environnementales réalisées préalablement à l'élaboration de leur P.L.U. Dans ce contexte, il est alors possible (art L123-1 du C.U.) :

- d'identifier et de localiser les éléments du paysage.
- de délimiter les sites et secteurs à protéger.
- de mettre en valeur ou requalifier des parcelles pour des motifs d'ordre écologique.
- de définir, le cas échéant, les prescriptions de nature à assurer leur protection.

Ainsi, après vote par les conseils municipaux des limites des zones humides identifiées par inventaire, celles-ci sont intégrées au Plans Locaux d'Urbanisme (PLU). Ensuite elles peuvent être classées en zones « N », c'est-à-dire en Zone Naturelle relevant de l'article R.123-8 du code de l'urbanisme. Elles sont alors assujetties à des mesures de protection et de gestion pour les préserver.

La réglementation en faveur de la protection des ressources en eau est donc intimement liée à la préservation des milieux associés. Elle prône cependant une approche territoriale afin de sensibiliser chaque usager de l'eau aux problèmes des zones humides. Au fur et à mesure des années, de nombreux outils de protection basés sur les milieux et les espèces locales sont également venus enrichir le panel juridique français (**Tableau 5**). C'est donc dans ce contexte réglementaire que la mise en place d'inventaires participatifs des zones humides s'est développée au sein de nombreux SAGE, incitée par les mesures de politiques générales mettant en avant la nécessité de cartographier et caractériser ces milieux avant toute mise en œuvre de mesures de protection (BOBIERE et al., 2003).

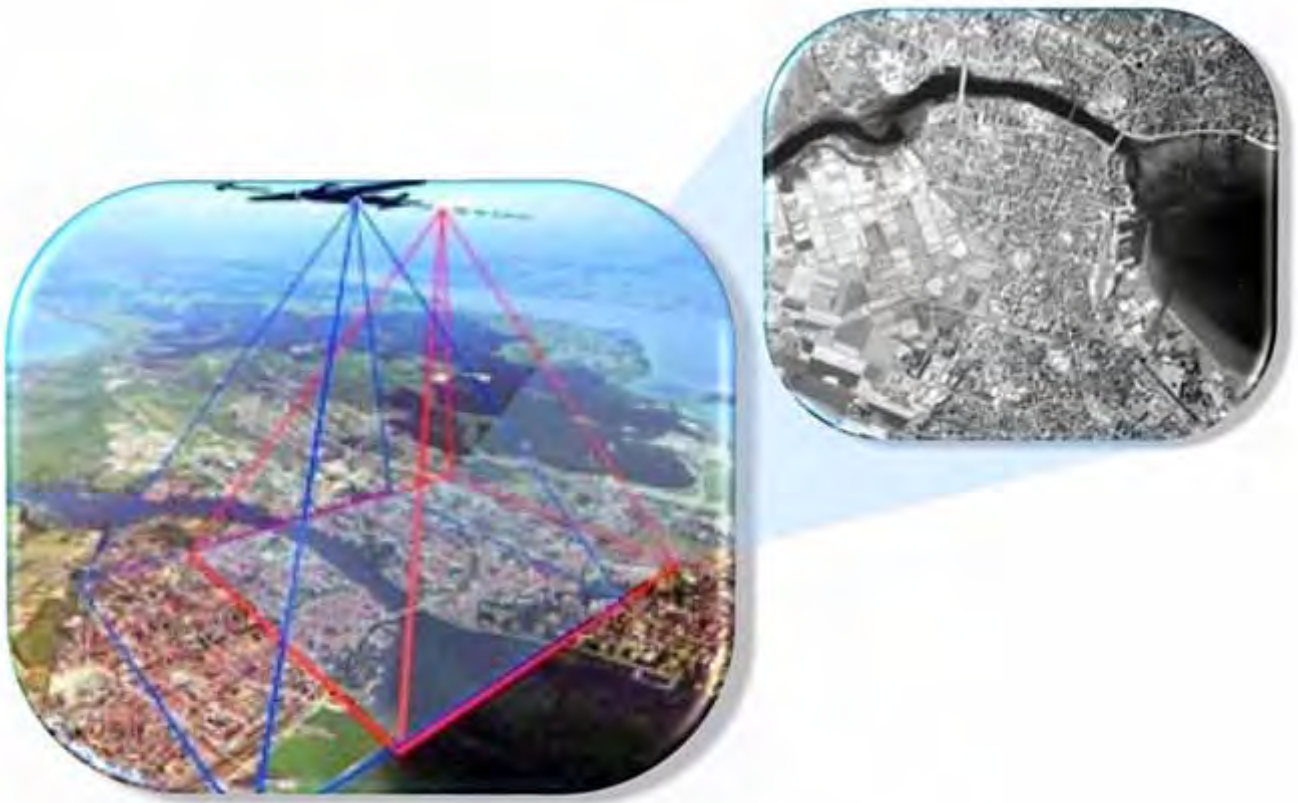


Fig. 32 : Principe de photographie aérienne d'un territoire

www.lv-bw.de

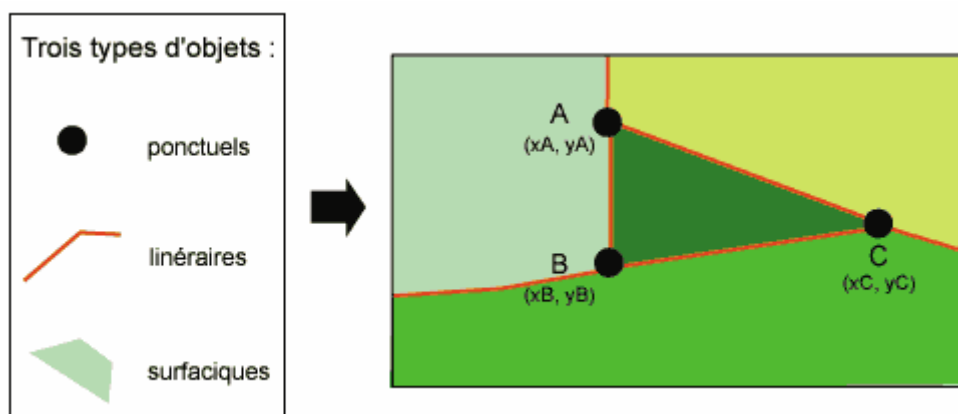


Fig. 33 : Exemple de représentation des données

seig.ensg.ign.fr

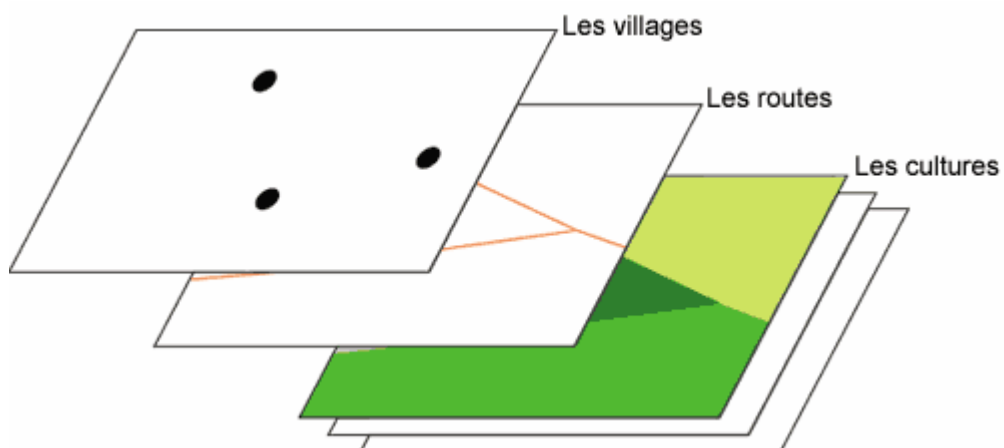


Fig. 34 : Organisation des données au sein d'un logiciel SIG

seig.ensg.ign.fr

3. Inventorier pour mieux protéger :

a. A l'origine de la démarche : les données informatiques

Comme nous avons pu le voir précédemment, l'objectif actuel en matière de protection des zones humides est de recenser les ressources existantes afin de mieux orienter la mise en place de plans de gestion futurs. Cette démarche d'inventaire a cependant connu une recrudescence durant les dernières années avec le développement des outils informatiques et l'utilisation des photos aériennes. Comme le rappelle MITSCH et GOSSELINK (2000), les premières cartographies des zones humides d'un territoire étaient réalisées à partir de bateaux ou lors de prospections terrain, rendant leur précision et leur échelle fortement dépendante de l'auteur (O'NEIL, 1949). De nos jours, la télédétection combinée avec les vérifications sur le terrain a rendu le processus plus rapide et surtout plus fiable. Les images prises à haute altitude (**Fig.32**) par les avions espions tels que le U-2, furent ainsi utilisées pour étudier le territoire Américain avant d'être remplacées par l'imagerie satellitaire grâce au satellite Landsat en 1972 (MITSCH et GOSSELINK, 2000). L'utilisation de ces données photographiques a connu un développement fulgurant avec l'arrivée d'outils de traitement : les Systèmes d'Informations Géographiques (SIG) (HUBERT-MOY, 2000).

Les SIG sont donc à l'origine des démarches d'inventaire des zones humides comme nous les connaissons à l'heure actuelle. Sans trop entrer dans les détails, un SIG peut être défini comme un « *système informatique de matériels, de logiciels, et de processus conçus pour permettre la collecte, la gestion, la manipulation, l'analyse, la modélisation et l'affichage de données à référence spatiale afin de résoudre des problèmes complexes d'aménagement et de gestion* » (FICCDC, 1988 in <http://seig.ensg.ign.fr>). Contrairement à cette définition Américaine qui présente les SIG comme un système informatique, l'économiste français Michel DIDIER préféra définir les SIG comme un « *ensemble de données repérées dans l'espace, structuré de façon à pouvoir en extraire commodément des synthèses utiles à la décision* ». On retrouve donc dans ces deux définitions les idées de repérage spatial des données et d'outils d'aide à la décision pour l'aménagement d'un territoire. Un SIG peut ainsi définir un jeu de données décrivant un espace géographique mais également le logiciel utilisé pour les analyser.

L'organisation des données au sein de tels logiciels peut être représentée sous forme d'un ensemble de couches d'informations contenant chacune de entités de type lignes (limites communales, routes...), polygones (champs, bâtiments, zones particulières...) ou points (sources, arbres...) (**Fig.33**). Chacune de ces couches étant géoréférencée, c'est-à-dire localisée dans l'espace, il est alors possible de les superposer (**Fig.34**) avec des photos aériennes afin de croiser les informations et d'obtenir une représentation de la réalité adaptée à la recherche. Cette précision offerte par les SIG dans l'étude des composantes d'un territoire a donc permis de favoriser l'inventaire des zones humides dans un grand nombre de pays, et l'échange des données entre les différents acteurs chargés du recensement et de l'étude de ces milieux a été facilité.





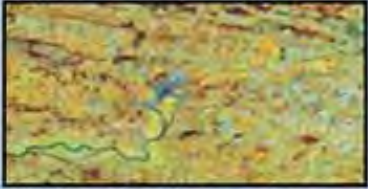

Type d'outils	Atouts	Contraintes
Carte IGN (Scan 25) 	<ul style="list-style-type: none"> • Disponibilité • Peu onéreux 	<ul style="list-style-type: none"> • Précision limitée • Mauvaise représentation des cours d'eau
Orthophotos 	<ul style="list-style-type: none"> • Echelle adaptable • Précision • Lisibilité 	<ul style="list-style-type: none"> • Utilisation par des professionnels • Coûteux • Pas d'information sur les reliefs
Photo aérienne IGN (Emulsion Panchromatique) 	<ul style="list-style-type: none"> • Lisibilité (plan d'eau, végétation...) • Coût modéré • Relief par vues stéréoscopiques • Historique possible 	<ul style="list-style-type: none"> • Traçage des cours d'eau incomplet • Déformations sur les bords dues à l'optique
Photo aérienne IGN (Infra-rouge couleur) 	<ul style="list-style-type: none"> • Mise en évidence des surfaces humides • Coût modéré • Relief par vues stéréoscopiques • Lisibilité (végétation) 	<ul style="list-style-type: none"> • Photo déformée par la perspective
Image satellitaire (Spot, Landsat...) 	<ul style="list-style-type: none"> • Exploitable directement sur ordinateur • Zones humides visibles 	<ul style="list-style-type: none"> • Coûteux • Pas de connaissance du relief • Précision encore limitée
Modèle Numérique de Terrain 	<ul style="list-style-type: none"> • Vision 3D • Repérage facile des zones humides • Permet la simulation des écoulements 	<ul style="list-style-type: none"> • Précision insuffisante • Coûteux • Nécessite de grandes compétences

Tableau 6 : Données géographiques disponibles pour un inventaire des zones humides

Cependant, l'utilisation de ces données pose le problème de l'échelle à choisir lors de la réalisation de l'inventaire. En effet, que ce soit pour un inventaire national, régional ou local, l'échelle de l'inventaire et la précision des données utilisées varient selon l'objectif poursuivi. S'il n'est pas nécessaire en général de représenter les objets au centimètre près pour gérer une zone humide, il peut en être ainsi lorsque l'on veut modéliser ou simuler un aspect de son fonctionnement (HUBERT-MOY, 2000). La qualité des données recueillies sera donc fortement dépendante du choix d'une échelle adéquate (LOWRY, 2006) et des types de données géographiques employés (**Tableau 6**).

b. Les méthodes d'inventaires nationaux :

La convention de Ramsar fut également un catalyseur de la mise en place de mesures de recensement des zones humides pour les pays signataires. Ainsi, la Conférence des Parties a adopté à plusieurs reprises des recommandations portant sur les inventaires nationaux (KLEMM, 1995) telles que :

- La recommandation de la conférence de Cagliari demandant aux pays participants de préparer dès que possible des inventaires des zones humides et de leurs ressources « *en tant qu'aide à l'élaboration et à la mise en vigueur de politiques nationales sur les zones humides* » (REC.C.1.5.).
- La recommandation de la conférence de Montreux qui souligne « *le rôle joué par les inventaires nationaux des zones humides dans l'identification des sites nécessitant une protection* » et prie « *instamment les parties contractantes de dresser des inventaires nationaux détaillant l'emplacement et les caractéristiques des zones humides* » (REC.C4.4.).
- Ou encore la recommandation REC.C.4.6., également à la conférence de Montreux qui recommande aux parties contractantes d'élaborer des inventaires scientifiques nationaux de zones humides faisant apparaître celles qui sont d'importance nationale.

En outre, la convention de Ramsar a permis de fournir un cadre pour les inventaires et faire prendre conscience de la nécessité de réaliser des recensements nationaux complets en tant que base vitale pour l'élaboration de politiques de protection et d'identification des zones humides ayant disparu et celles pouvant encore être restaurées (Résolution VII.20, 1999). En effet, comme le souligne FINLAYSON et DAVIDSON lors de « *l'étude mondiale des ressources en zones humides et des priorités d'inventaire pour les zones humides* » (1999), peu de pays disposent d'inventaires complets de leurs ressources en zones humides. Face à ce constat, le Groupe d'Evaluation Scientifique et Technique (GEST) de la convention en partenariat avec le Bureau Ramsar, Wetlands International et l'Environmental Research Institute of the Supervising Scientist (Australie), a entrepris l'élaboration d'un cadre pour l'inventaire des zones humides afin de fournir des orientations sur une approche normalisée de la conception d'un programme d'inventaire (www.ramsar.fr). Ce cadre comprend 13 étapes (**Tableau 7**) servant de base à la prise de décision conforme aux objectifs et ressources disponibles.

Étape	Orientations
1. Énoncer le but et l'objectif	Indiquer les raisons d'entreprendre l'inventaire et pour lesquelles l'information est requise, comme base pour le choix d'une échelle spatiale et d'un ensemble de données minimales.
2. Examiner les connaissances	Examiner la littérature publiée et non publiée et déterminer l'étendue des connaissances et de l'information disponibles sur les zones humides de la région étudiée.
3. Examiner les méthodes d'inventaire existantes	Examiner les méthodes disponibles et solliciter des avis d'experts techniques pour: a) choisir les méthodes en mesure de fournir l'information requise, et b) faire en sorte que les processus appropriés de gestion des données soient en place.
4. Déterminer l'échelle	Déterminer l'échelle et la résolution requise pour réaliser le but et l'objectif définis à l'étape 1.
5. Établir un ensemble de données central ou minimal	Identifier l'ensemble de données central, ou minimal, qui suffit à décrire la localisation et la taille de la (des) zone(s) humide(s) et de toute caractéristique spéciale. Cet ensemble de données peut être complété par des informations supplémentaires sur les facteurs qui affectent les caractéristiques écologiques de la (des) zone(s) humide(s) et d'autres questions de gestion, si nécessaire.
6. Classer les habitats	Choisir une classification des habitats qui convienne au but de l'inventaire car aucune classification n'est universellement acceptable.
7. Choisir une méthode	Choisir une méthode adaptée à un inventaire spécifique, d'après une évaluation des avantages et des inconvénients, des coûts et bénéfices, des différentes solutions.
8. Établir un système de gestion des données	Établir des protocoles clairs de collecte, d'enregistrement et de stockage des données, y compris d'archivage sous format électronique ou imprimée. Cela devrait permettre aux futurs usagers de déterminer la source des données ainsi que leur précision et leur fiabilité. Une métabase de données doit être utilisée pour: a) enregistrer l'information sur les ensembles de données d'inventaire, et b) préciser les dispositions de conservation des données et d'accès par d'autres usagers.
9. Établir un calendrier ainsi que le niveau des ressources requises	Établir un calendrier prévoyant: a) la planification de l'inventaire; b) la cueillette, le traitement et l'interprétation des données; c) l'établissement de rapports sur les résultats, et d) l'examen régulier du programme. Établir la quantité et la fiabilité des ressources disponibles pour l'inventaire. Si nécessaire, préparer des plans d'urgence pour empêcher la perte des données en cas d'insuffisance des ressources.
10. Évaluer la faisabilité et le rapport coût-efficacité	Évaluer si le programme, y compris le rapport sur les résultats, peut être entrepris dans la situation institutionnelle et financière actuelle et avec le personnel à disposition. Déterminer si les coûts d'acquisition et d'analyse des données s'inscrivent dans le budget et veiller à ce qu'un budget soit prévu pour mener à bien le programme.
11. Mettre en place une procédure d'établissement des rapports	Mettre en place une procédure d'interprétation de tous les résultats et d'établissement des rapports dans les délais et dans un bon rapport coût-efficacité. Le rapport doit être succinct et concis; il doit indiquer si l'objectif a été atteint et contenir des recommandations pour la gestion, y compris sur la nécessité de recueillir ou non d'autres données ou informations.
12. Établir un processus d'examen et d'évaluation	Établir un processus d'examen ouvert et officiel pour garantir l'efficacité de toutes les procédures, y compris de la procédure d'établissement des rapports et, au besoin, fournir des informations pour modifier ou même conclure le programme.
13. Prévoir une étude pilote	Valider et ajuster la méthode et l'équipement spécialisé qui sont utilisés, évaluer les besoins de formation du personnel et confirmer les moyens de rassembler, saisir, analyser et interpréter les données. Veiller, en particulier, à ce que la télédétection soit étayée par des études appropriées de validation dans la pratique.

Tableau 7 : Cadre pour l'inventaire des zones humides selon le
GEST

De nombreuses méthodes normalisées d'inventaire ont été utilisées dans différentes circonstances ou pays avec des approches et des échelles spécifiques au terrain étudié. Cependant, les techniques de télédétection et les systèmes de classification utilisés lors des inventaires des zones humides méditerranéennes (MedWet) ou celui des zones humides du Fish and Wildlife Service des Etats-Unis ont souvent été adaptées pour d'autres pays (FINLAYSON et DAVIDSON, 1999). Il est donc intéressant d'en étudier rapidement les principes de base.

L'inventaire des zones humides méditerranéennes :

Il s'agit d'un ensemble de méthodes et d'outils normalisés adaptés à la mise en place d'une démarche d'inventaire de zones humides en milieu méditerranéen. Il repose sur l'utilisation de fiches de données hiérarchisées selon trois niveaux :

- **Le bassin versant :** collecte des données sur les caractéristiques communes des zones humides se trouvant sur le même bassin versant.
- **Le site :** collecte des données de chaque zone humide.
- **L'habitat :** collecte de renseignements précis sur les habitats de chaque site.

La plupart des zones humides ont été localisées à l'aide de cartes topographiques, de photographies aériennes et de cartes d'occupation des sols de type CORINE Landcover (COSTE et al., 1996). Les résolutions spatiales utilisées ont été multiples et adaptées à l'échelle des territoires d'étude. La collaboration internationale a également permis de garantir la compatibilité de la méthodologie MedWet avec les programmes CORINE Biotopes, Natura 2000 et Ramsar. Ainsi, les fiches descriptives ont été testées dans plusieurs pays de la région méditerranéenne (Portugal, Maroc, Grèce, Espagne et France) en suivant un processus en 5 étapes : **Sélection** du site, **Identification** du site par télédétection, outils cartographiques et évaluation terrain, **Classification** des résultats, **Collecte** et gestion des données sur fiches descriptives et base de données normalisées et enfin **Production** de cartes.

L'inventaire national du "United States Fish and Wildlife Service" :

Ce programme national de longue haleine débuté en 1974 a permis de mettre au point une classification et une méthodologie pour produire un inventaire sur la base de cartes (GLENN, 1991). Il résulte de l'interprétation de photographies aériennes infrarouges en couleur à l'échelle 1:24 000 et plus récemment 1:40 000 et 1:80 000, les unités cartographiques variant selon les régions et les zones humides identifiées. Afin d'étayer l'inventaire, l'analyse stéréoscopique des photographies s'est accompagné d'une validation terrain et de nouvelles techniques de télédétection à l'essai. Ce programme a bénéficié d'un important financement permettant d'obtenir à l'heure actuelle une cartographie quasiment complète du pays au 1:24 000 et 1:62 000 (WILEN et BATES, 1995). Les zones humides recensées furent classées selon les codes du système de classification développé par COWARDIN en 1979, basé sur l'organisation hiérarchique des plantes, des sols et de la fréquence des inondations (COWARDIN et al., 1979).

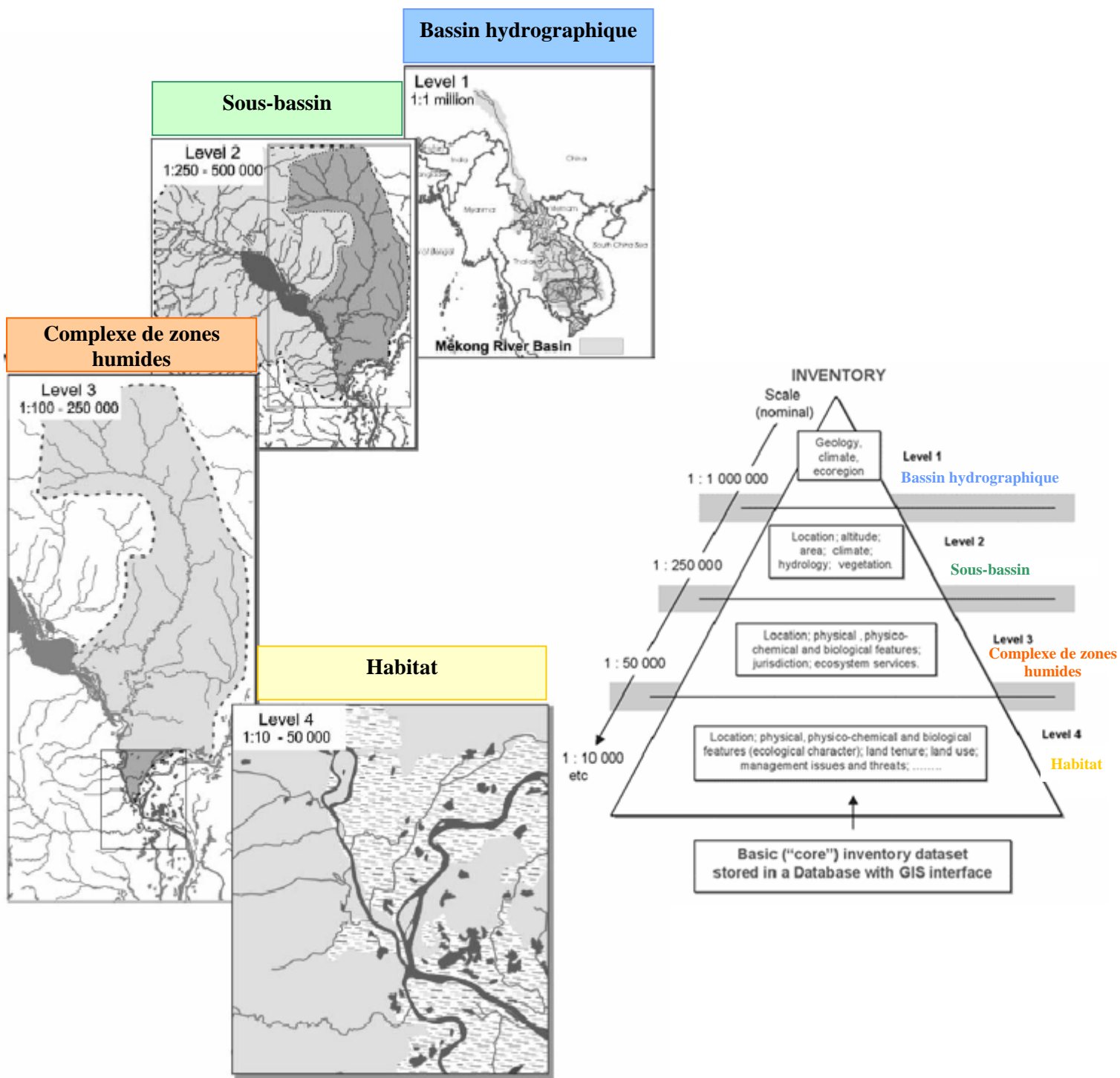


Fig. 35 : Les 4 échelles spatiales d'étude de l'
« *Asian Wetland Inventory* »

FINLAYSON, 2002

Les autres méthodes d'inventaires nationaux :

Les parties contractantes d'Amérique du sud, d'Afrique et d'Asie ont également entrepris de créer des inventaires nationaux pour répondre aux recommandations lancées par la convention de Ramsar. Ainsi, l'Equateur a lancé en 1996 une démarche d'inventaire sur son territoire sous l'égide du Ministère de l'Environnement, du Bureau Ramsar et de la Fondation EcoCiencia (www.ramsar.org). La méthode utilisée pour recueillir les informations fut la télédétection à une résolution de 1:50 000 et la réalisation d'entretiens pour l'acquisition de renseignements sur les aspects socio-économiques et écologiques des zones humides. L'ensemble des données fut intégré dans une base de données SIG (BRIONES et al., 1997).

En Ouganda, un inventaire similaire est en cours de réalisation à partir d'images SPOT à l'échelle 1:50 000 et de l'utilisation d'une classification des habitats basée sur trois critères : la topographie, la végétation et le régime des eaux. L'analyse cartographique est effectuée sur logiciel SIG d'après les données de la télédétection et les cartes topographiques. En parallèle des démarches informatiques, des études sur le terrain sont accomplies à l'aide de formulaires normalisés contenant différentes informations à annoter : nom du site, superficie, types de végétation et animaux...Le traitement de ces fiches permet de donner une base de données informatisées reliée aux données cartographiques.

Enfin une méthode hiérarchisée pouvant être mise en œuvre à quatre échelles spatiales différentes (**Fig.35**) a été conçue pour réaliser un inventaire des zones humides en Asie (Asian Wetlands Inventory). Elle reprend un protocole élaboré par FINLAYSON et al. (2001) :

Niveau	Echelle	Documents
1	Bassin hydrographique : 1:10 000 000 à 1:5 000 000	Géologie générale, couverture des terres et climat pour les bassins hydrographiques
2	Sous-bassin : 1:1 000 000 à 1:250 000	Géologie, topographie, climat pour les régions de zones humides
3	Complexe de zones humides : 1:250 000 à 1:100 000	Caractéristiques hydrologiques, climatiques, topographiques, physico-chimiques et biologiques pour les complexes de zones humides
4	Habitat : 1:50 000 à 1:25 000	Niveau 3 + Informations sur les questions de gestion et procédures incluses.

Tableau 8 : Niveaux d'analyses de la méthode AWI

Les habitats sont classés suivant la topographie, le régime hydrologique et éventuellement des données sur la végétation et la qualité de l'eau. Comme dans le cas de l'inventaire réalisé en Ouganda, les cartes sont analysées par télédétection sous logiciels SIG et des fiches descriptives ont été réalisées pour les études sur le terrain au niveau local (niveaux 3 et 4). A l'heure actuelle, cette méthode a été mise en place dans l'inventaire des zones humides des marais de Hokkaido et Kushiro au Japon (FINLAYSON et al., 2002).

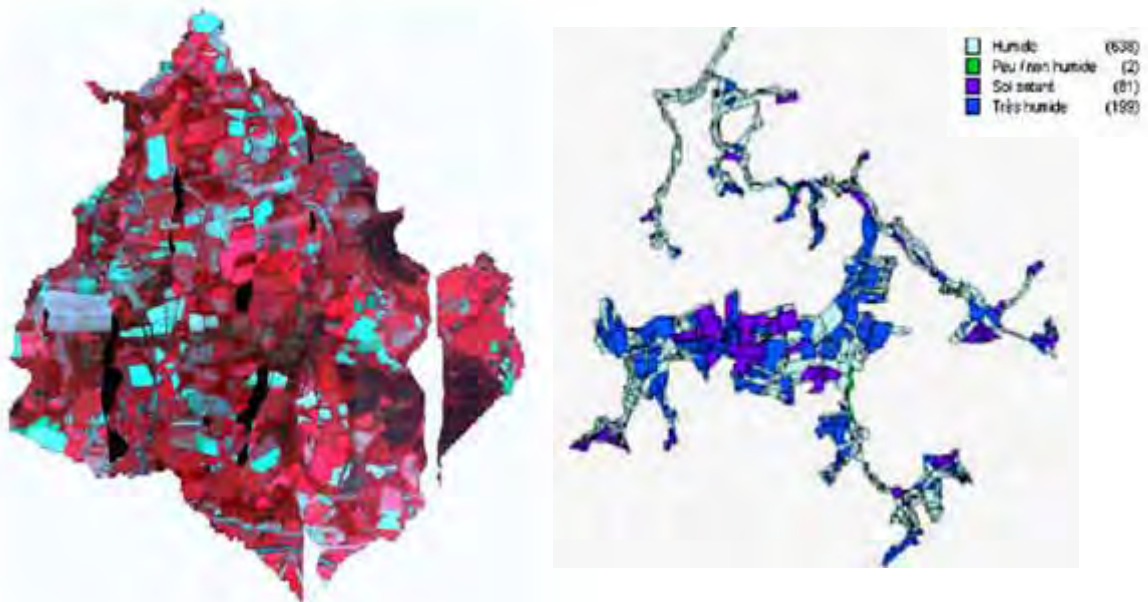


Fig. 36 : Carte en composition colorée du bassin versant du Rozambo (35) montrant les secteurs humides (bleu foncé à noir) et carte de l'hydromorphie des sols
MEQUIGNON et al., 2005

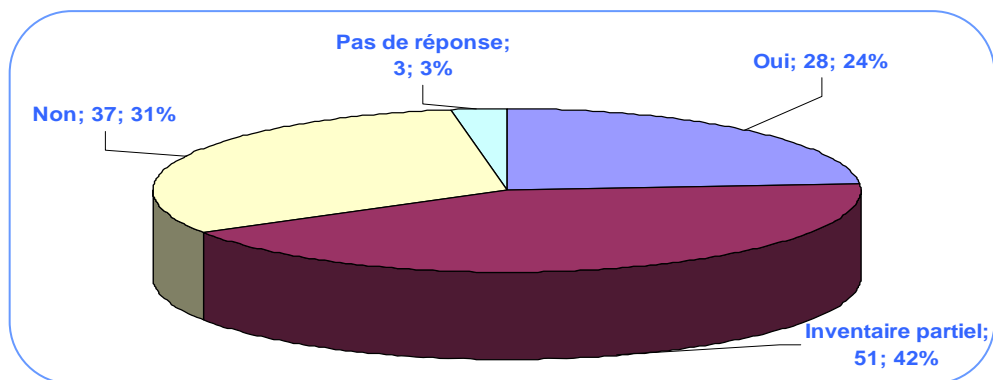


Fig. 37 : Etat des lieux des inventaires internationaux lors de la 8^{ème} conférence des parties contractantes à la convention de Ramsar

www.ramsar.org

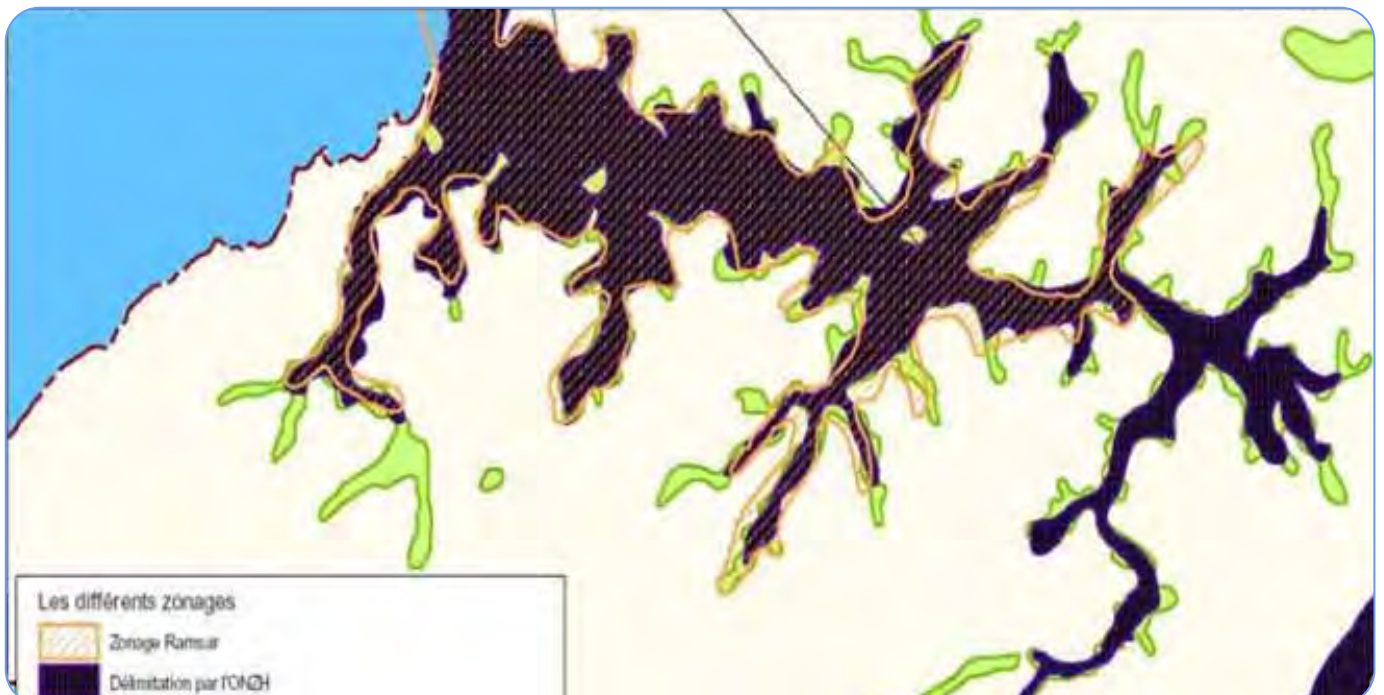


Fig. 38 : Exemple de variabilité importante dans les délimitations : le marais de Mesquer (44)
LEMAZURIER, 2006

Les méthodes employées pour réaliser des inventaires nationaux sont donc diverses et variées avec cependant une omniprésence de la télédétection (**Fig.36**) et l'usage de logiciels SIG pour stocker les données. Selon le rapport du secrétariat général de la convention de Ramsar (www.ramsar.org), lors de la 8ème session de la conférence des parties contractantes (18 au 26 novembre 2002), 28 pays ont indiqué posséder un inventaire complet des zones humides avec une couverture nationale, soit 24 % des pays signataires. L'inventaire national de 51 autres pays étaient en cours de réalisation (**Fig.37**).

c. Etat des lieux des inventaires en Pays de la Loire :

Comme nous avons pu le voir auparavant, le Schéma Directeur d'Aménagement et de Gestion des Eaux du bassin Loire Bretagne préconise la mise en place d'inventaires des zones humides sur son territoire (SDAGE Loire Bretagne, 1996). Cependant, il n'existe pas à l'heure actuelle de recensement global à l'échelle de la région Pays de la Loire, mais seulement une succession d'inventaires emboîtés réalisés avec des méthodologies différentes à échelle plus réduite. Ainsi, comme le présente LEMAZURIER (2006) dans son rapport sur « les inventaires de zones humides en pays de la Loire », tous les inventaires réalisés n'ayant pas les mêmes objectifs, il est possible de les répartir en six classes :

- **Les inventaires de zones humides :** Inventaires Départementaux, Inventaires par les SAGE ou par l'Observatoire National des Zones Humides (ONZH) visant à localiser les zones humides sur un secteur géographique.
- **Les inventaires d'un type de zones humides :** Inventaires de mares, plans d'eau, tourbières...
- **Les inventaires des habitats :** Ils recensent et délimitent les milieux naturels remarquables ou sensibles et donc les zones humides (NATURA 2000, ZNIEFF...).
- **Les outils de protection :** comme les arrêtés de protection de biotope ou les sites classés qui permettent de localiser un certain nombre de zones humides.
- **Les études ponctuelles sur une partie d'un cours d'eau :** il arrive que les zones humides soient recensées en tant qu'habitats pour la faune piscicole ou éléments de l'hydrosystème (Contrat Restauration Entretien (CRE), inventaires de frayères à brochet...).
- **Les synthèses de données existantes :** comme lors de localisation des zones humides d'un territoire en préalable à la mise en place de schéma de planification.

Cependant, la répartition géographique des inventaires n'est pas uniforme sur la région, certaines zones ayant fait l'objet de nombreuses campagnes d'investigations et d'autres au contraire semblant avoir été oubliées. La vallée de la Loire par exemple a été très largement étudiée à cause de la richesse en milieux humides et de nombreuses zones rivulaires ont ainsi été recensées (ZNIEFF, ZICO, NATURA 2000...). Néanmoins, ce regain d'intérêt pour certains sites a entraîné une multiplication des délimitations ne faisant que complexifier l'appréhension des limites réelles des zones humides (**Fig.38**).

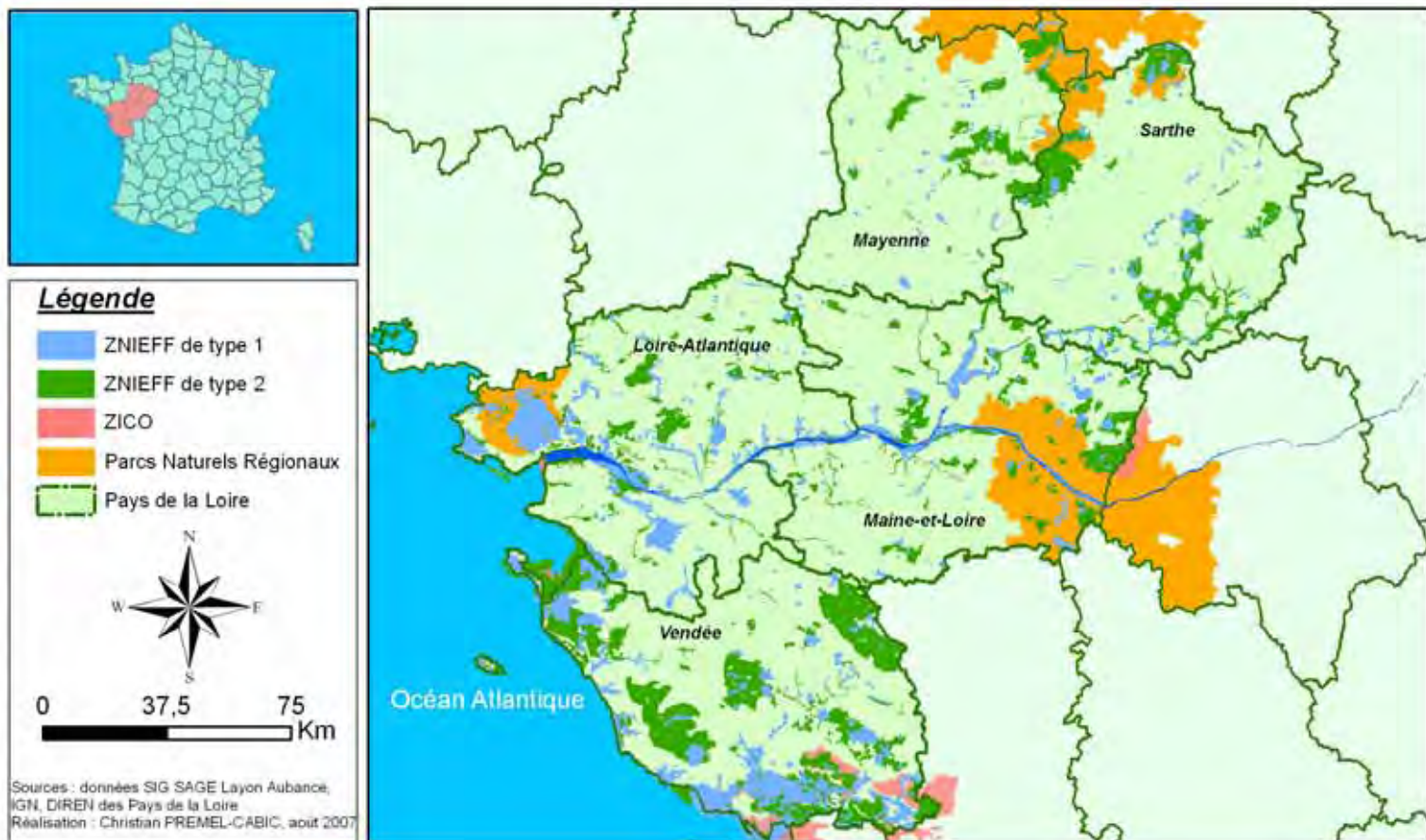


Fig. 39 : Inventaires nationaux des espaces naturels (ZNIEFF et ZICO) en Pays de la Loire et positionnement des PNR



Fig. 40 : Les inventaires des zones humides sur la région Pays de la Loire

On compte une quarantaine d'inventaires relatifs aux milieux naturels, d'initiative internationale, européenne, nationale, régionale, départementale ou locale en région Pays de la Loire avec des maîtres d'ouvrage d'horizons différents (Organisations non gouvernementales (Ramsar), Union Européenne, Etat, Associations...). Ainsi, la convention de Ramsar s'applique sur 4 secteurs représentant 37 000ha : la Grande Brière, le lac de Grand-Lieu, les Basses Vallées Angevines et les Marais Salants de Guérande (www.pays-de-la-loire.ecologie.gouv.fr). On note également l'existence de 3 parcs naturels régionaux (Parc de Brière, Parc Loire Anjou Touraine et le Parc Normandie-Maine) dont les cartographies sont en cours de réalisation avec mise en place d'inventaires des zones humides dans le cadre de leurs SAGE respectifs (LEMAZURIER, 2006). Au niveau de la protection nationale spontanée des milieux naturels, 16 Zones d'Importance pour la Conservation des Oiseaux (ZICO) sont présentes sur le territoire, 879 ZNIEFF de type I, 225 de type II représentant plus de 5,6 millions d'hectares, et englobant de nombreuses zones humides (**Fig.39**). Enfin, il faut savoir que la région Pays de la Loire compte 4 Réserves Naturelles Nationales, 8 Réserves Naturelles Régionales et que les mesures de protection des sites et paysages couvrent 113 sites classés et 150 sites inscrits (www.pays-de-la-loire.ecologie.gouv.fr).

L'ensemble des inventaires et outils de protection, qui touchent directement ou indirectement la protection des zones humides, a donc permis de recenser une partie de ces milieux à l'échelle régionale. Dans le but de mieux connaître le territoire et les composantes paysagères, des inventaires départementaux des zones humides ont été initiés par les services de l'Etat en Loire Atlantique (DDAF) et en Maine et Loire (MISE). Afin de nous rapprocher de notre site d'étude nous ne parlerons que de ce second inventaire.

En 2002, les services de l'Etat regroupés au sein de la Mission Inter Services de l'Eau (MISE) ont décidé de procéder à l'inventaire des zones humides afin de disposer d'un document permettant de mieux assurer la cohérence des politiques publiques dans la planification de l'aménagement du territoire et poursuivre la conservation de ces milieux (BRINGARD, 2003). Le maître d'œuvre fut le bureau d'étude Aquascop qui réalisa l'inventaire en deux étapes :

- **Création de cartes de potentialité** recensant les zones humides connues avec une délimitation selon la définition de la loi sur l'eau de 1992 (Maillage 500m x 500m).
- **Visites sur le terrain** des zones potentiellement intéressantes.

Cette démarche conduisit en 2002 à un premier atlas provisoire contenant 80 zones humides délimitées et identifiées par une fiche descriptive et 100 autres en cours d'identification (MISE 49, 2005). Une nouvelle mouture de l'atlas fut produite en 2007, reprenant les zones identifiées dans le cadre d'inventaires locaux par les associations de protection de la nature et les SAGE. A l'heure actuelle 539 zones ont été recensées (**Fig.40**). Il est cependant important de préciser que les zones prises en compte se limitent à celles dont la surface est supérieure à 1000 m² (seuil de déclaration de la loi sur l'eau).

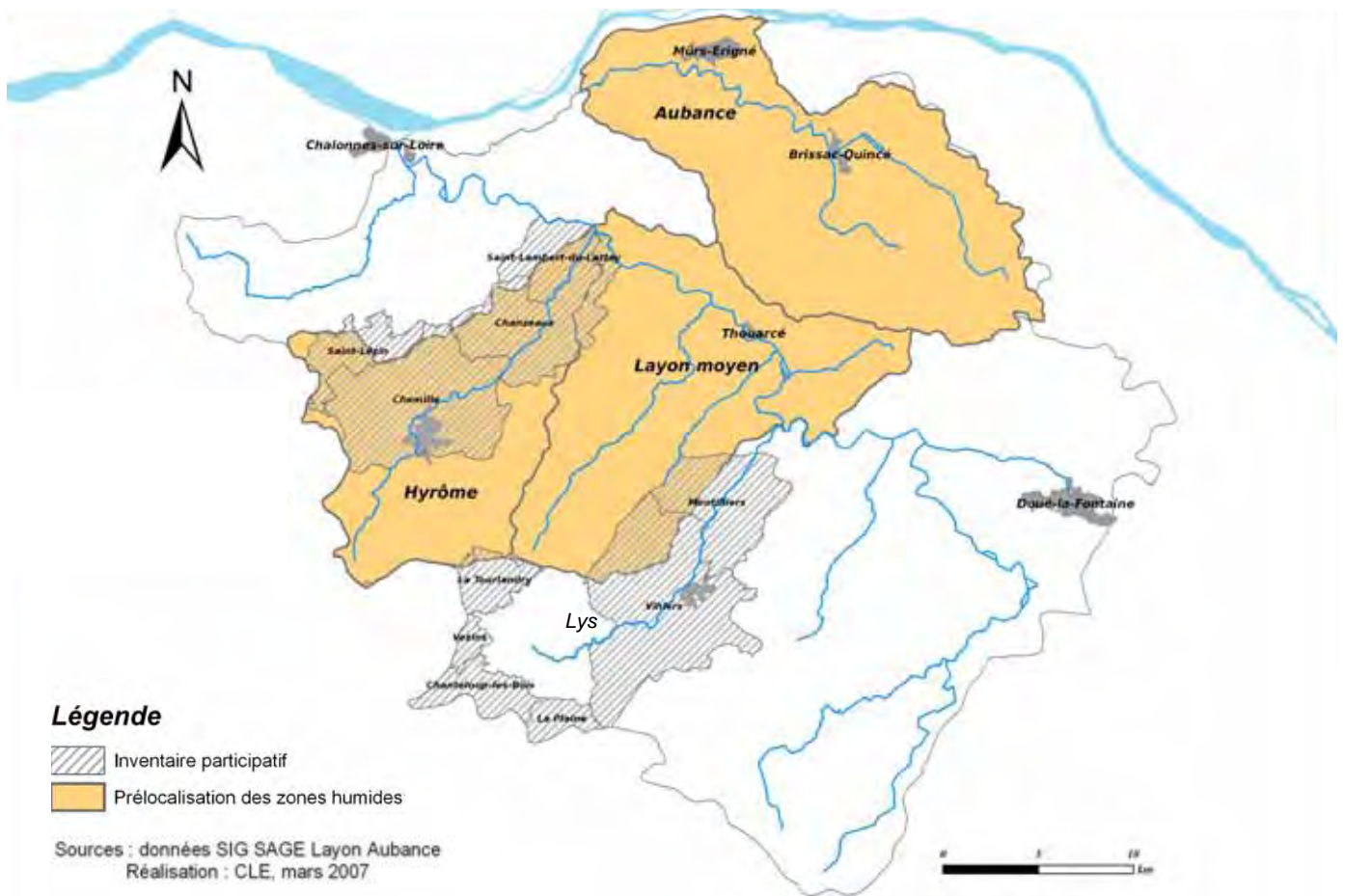


Fig. 41 : Etat d'avancement des inventaires de zones humides au sein du SAGE Layon Aubance

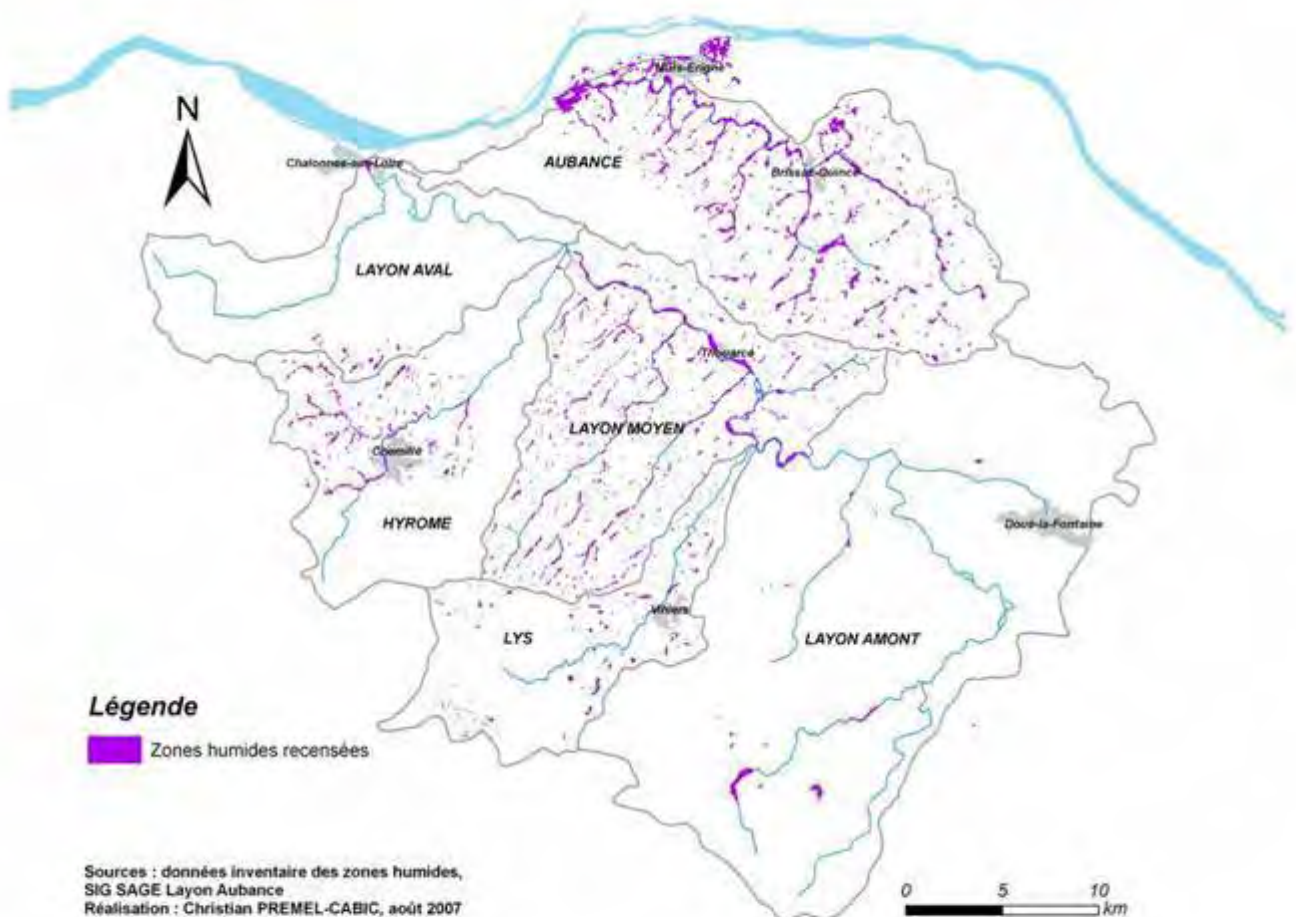


Fig. 42 : Les zones humides recensées par prélocalisation ou démarche participative sur le SAGE Layon Aubance

d. Les inventaires sur le SAGE Layon Aubance :

Les communes réalisent parfois l'inventaire des zones humides de leur territoire sous l'influence des SAGE et des syndicats de bassins versants selon des méthodes adaptées à l'échelle locale d'étude. Le SAGE Layon Aubance préconise donc l'inventaire des zones humides à l'aide d'une démarche participative à l'échelle communale, plaçant ainsi les acteurs locaux au cœur du processus collectif et les sensibilisant du même coup à la problématique de protection des zones humides (**Fig.41**). Le recensement des milieux humides de ce territoire (**Fig.42**) a observé l'enchaînement suivant :

- En **2004**, une première méthode d'inventaire participatif a été testée sur 7 communes du sous-bassin versant du Lys par le stagiaire Samuel BOURDIN. Après prélocalisation sous logiciel SIG (MapInfo), 904 zones ont pu être recensées, et une démarche auprès des communes de Montilliers, Vihiers, La Tourlandry, Vezins, Chanteloup-les-Bois et La Plaine a permis d'affiner l'inventaire et la localisation précise des zones.
- En **2006**, la démarche fut poursuivie et améliorée par Jonathan THIERY-COLLET, stagiaire de l'Université d'Angers, dans les communes de Chemillé et de Saint-Lézin sur le bassin versant de l'Hyrôme. Suite aux vérifications réalisées par les groupes de travail locaux, 541 zones furent recensées pour une surface de 182,8 ha avec cependant une marge d'erreur de 37% entre les zones prélocalisées et les zones réelles.
- Toujours dans le but de préciser la méthode, une démarche de prélocalisation sur photos aériennes accompagnée de la création d'un Modèle Numérique de Terrain (MNT) sous SIG (ArcView) a été mise en place en **2006** par Nicolas PATRY sur le bassin versant de l'Aubance (15 communes). De plus, un nouvel indice topographique, l'Indice de Beven Kirkby (IBK), issu de la modélisation du relief a été mis au point afin d'aider à l'identification des zones humides sur l'ensemble du bassin. 1259 zones furent ainsi prélocalisées en attente d'une vérification par démarche participative.
- En **2007**, une prélocalisation (photos aériennes + IBK) des zones humides a également été effectuée sur le bassin du Layon moyen par Quentin POURREAU, avec le recensement de 1253 zones.

Cette année, le SAGE Layon Aubance a souhaité effectuer une prélocalisation des zones humides du bassin de l'Hyrôme (sauf Chemillé et Saint-Lézin) afin de dresser des inventaires participatifs sur 2 communes : Chanzeau et Saint Lambert du Lattay situés en aval du cours d'eau. La méthode employée découlera des précédentes études, avec l'utilisation d'outils informatiques (orthophotos, IBK...) et la mise en place de démarches de terrain (botanique et pédologique) afin d'étayer les connaissances sur la valeur biologique des zones recensées et permettre la création d'un guide technique d'aide à la réalisation d'inventaire à l'échelle communale. L'étude qui va suivre présente cette méthode, le déroulement des inventaires et les résultats qui en découlent.

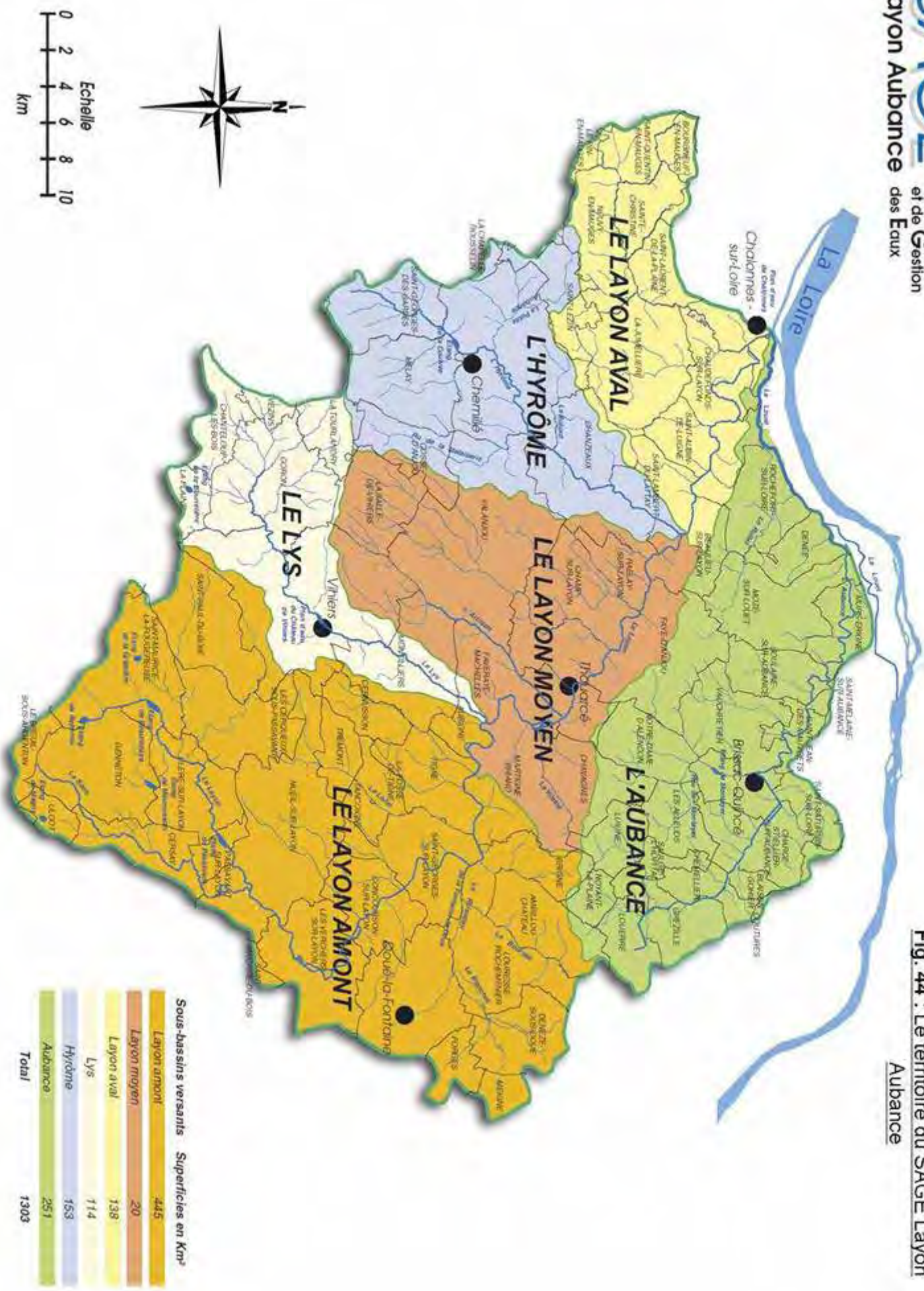


Fig. 44 : Le territoire du SAGE Layon Aubance

4. L'organisme d'accueil et la zone d'étude :

a. Situation géographique :

Mon mémoire de fin d'étude de cycle ingénieur ESA se déroule au sein du Syndicat Mixte du Bassin du Layon (SMBL) situé sur la commune de Martigné Briand dans le sud du Maine et Loire (**Fig.43**). Responsable de la gestion de la ressource en eau ainsi que de l'aménagement et la mise en valeur des réseaux hydrographiques de son territoire, le syndicat mène des actions s'insérant dans le Schéma d'Aménagement et de Gestion des Eaux (SAGE) du territoire Layon-Aubance regroupant 6 bassins versants (**Fig.44**). Des travaux ayant déjà été réalisés sur certaines zones, l'étude commanditée par cet organisme ne concerne pas la totalité du territoire du SAGE et a été, de ce fait, restreinte au bassin versant de l'Hyrôme.

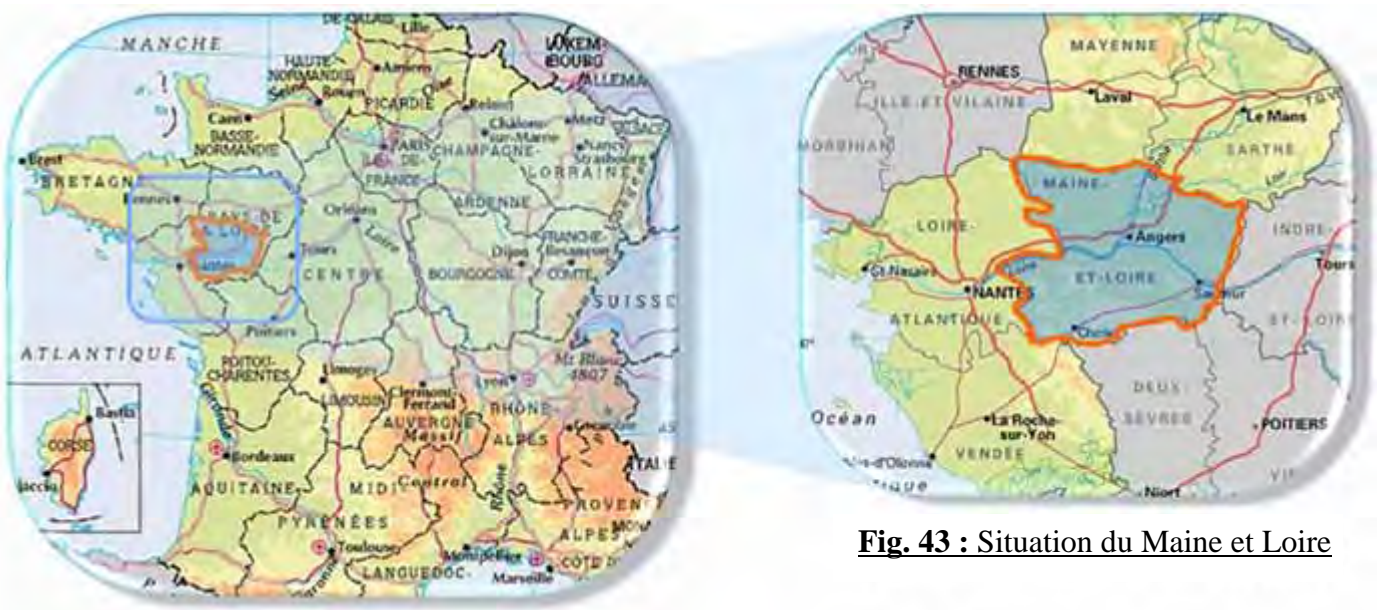


Fig. 43 : Situation du Maine et Loire

Ce bassin versant possède une superficie de 153 km² avec une altitude variant de 20 m à 215 mètres au dessus du niveau de la mer et une population estimée d'après le dernier recensement de 1999 à 11 102 habitants. L'Hyrôme, rivière principale, prend sa source au sud-ouest du département sur la commune de St Georges des Gardes pour se jeter 27 km plus loin dans le Layon à St Lambert du Lattay. Une description plus précise du bassin versant est visible en partie 4)f).

b. Le SMBL : structure porteuse de la CLE et du SAGE

Le Syndicat Mixte du Bassin du Layon a été constitué par arrêté préfectoral le 29 novembre 1973 suite à l'association de 22 communes riveraines du cours d'eau (BABARIT, 2002). A l'heure actuelle, le SMBL compte 42 communes (**Fig.45**) réparties comme suit :

- Les communes riveraines du Layon
- La Communauté de Communes de la région de Doué la Fontaine
- Les communes de Montilliers, Saint Laurent de la Plaine et Vihiers sur le bassin du Lys

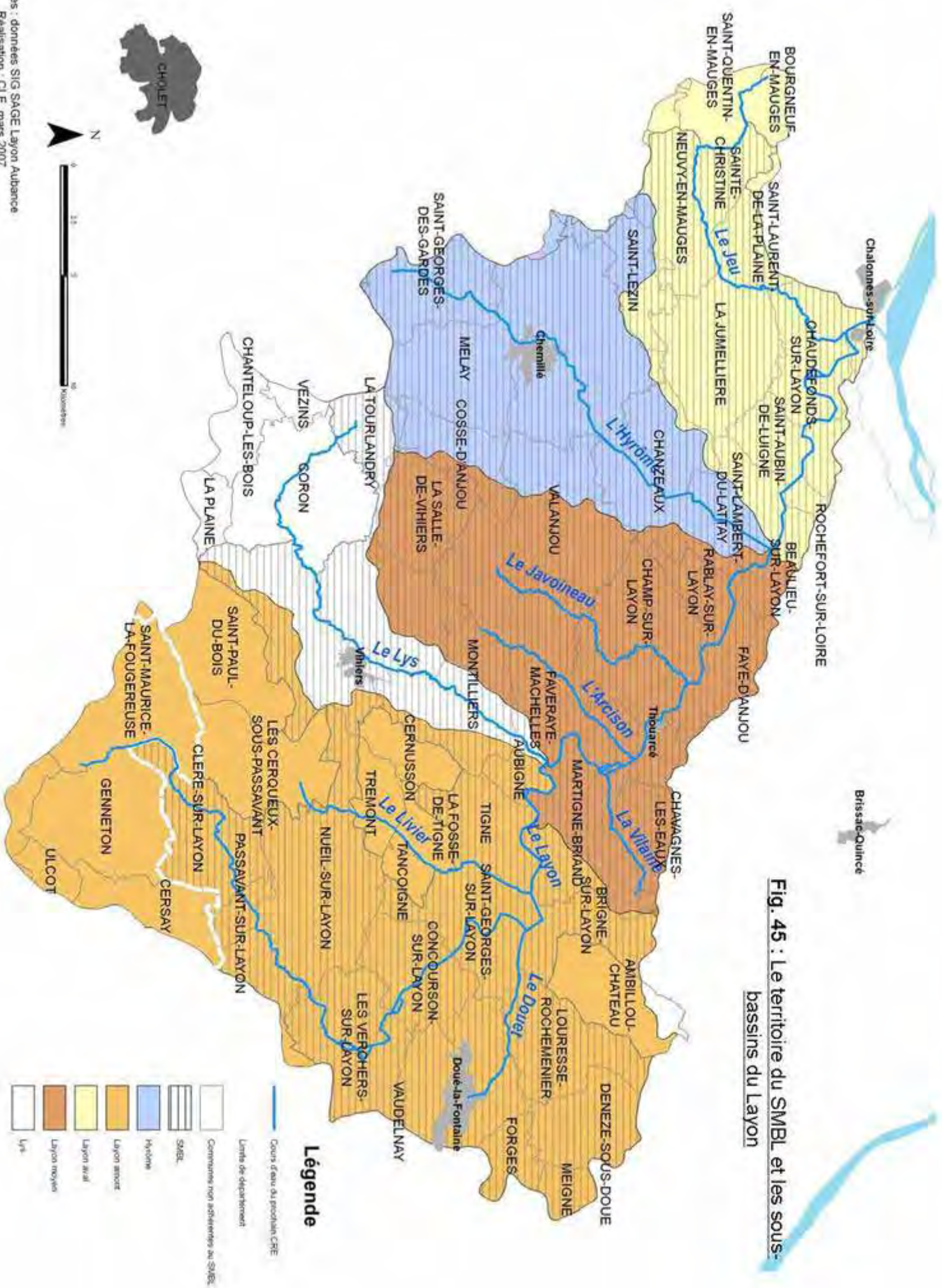


Fig. 45 : Le territoire du SMBL et les sous-bassins du Layon



Lors de sa création, le Syndicat n'avait été mis en place que pour une meilleure gestion quantitative de l'eau (améliorer la circulation des eaux en hiver, constituer des retenues d'eau en été...). Seul le cours principal du Layon était donc géré par le Syndicat. Cependant, face à la dégradation de la ressource en eau, il devint nécessaire d'élargir son champ d'action sur l'ensemble du bassin versant, passant ainsi du statut de Syndicat Intercommunal pour l'Aménagement du Bassin du Layon à celui de Syndicat Mixte du Bassin du Layon en 2002.

Basé à Martigné-Briand, le SMBL met à disposition ses moyens humains et financiers pour mettre en application les actions préconisées par la CLE et inscrites dans le SAGE Layon Aubance. Dans le cadre du projet d'inventaire des zones humides, il constitue donc l'organe exécutif et c'est à lui que revient la fonction d'animation et de gestion du projet. Il endosse successivement plusieurs rôles : organisateur de l'étude, collecteur de l'information et diffuseur des données produites (THIERY-COLLET, 2006).

c. Les rôles du SMBL :

Le SMBL suit une politique basée sur 3 grands axes principaux :

- Animation et mise en œuvre de la politique de gestion des milieux aquatiques
- Conseil technique auprès de l'ensemble des acteurs locaux (Communes, Associations...)
- Suivi qualitatif et quantitatif des cours d'eau et milieux associés

Le syndicat va donc avoir pour objet, l'aménagement, la mise en valeur du réseau hydrographique et la gestion des aspects hydrauliques du bassin versant du Layon sur l'ensemble du territoire des communes adhérentes situées dans ce périmètre. Cette démarche se positionne dans un souci d'amélioration de la qualité des eaux, de protection et de gestion de la ressource en eau mais également de préservation et valorisation des sites et des paysages (SMBL, 2006). Ainsi, les actions du SMBL portent sur :

- La gestion de l'eau, « patrimoine commun de la nation » (loi sur l'eau du 3 janvier 1992), sur le territoire des communes adhérentes.
- L'aménagement et la mise en valeur de l'ensemble du réseau hydrographique du bassin versant du Layon (bassins versants du Lys, de l'Hyrôme, du Layon Amont, du Layon Moyen et du Layon Aval).
- L'aménagement et la gestion des barrages implantés sur le réseau hydrographique.
- L'organisation d'opérations de sensibilisation et d'information permettant d'atteindre ses objectifs.

De plus, dans le cadre de la mise en œuvre du SAGE Layon Aubance, le SMBL sera maître d'ouvrage de la CLE pour les actions entrant dans ses champs de compétence et pourra assurer des missions en partenariat avec d'autres organismes (FPPMA du Maine et Loire, CPIE des Mauges...).



Fig. 46 : Organisation fonctionnelle du S.M.B.L.

Afin de répondre aux différentes problématiques, le SMBL touche donc à des domaines de compétences très variés s'appuyant sur 5 volets :

Volet 1 : "Qualité de l'eau et des milieux humides"

- Améliorer la qualité globale de la ressource en eau, veiller à sa conservation.
- Préserver et améliorer la qualité du patrimoine hydrobiologique du bassin versant (cours d'eau, zones humides...).
- Préserver et améliorer la diversité faunistique et floristique du bassin versant dans son intégralité.

Volet 2 : "Gestion quantitative de la ressource"

- Veiller à la libre circulation des eaux (crue, étiage).
- Participer à la rationalisation de l'irrigation.
- Aménager et gérer les barrages.

Volet 3 : "Communication"

- Information et sensibilisation de l'ensemble de la population au sujet de la ressource en eau et de l'environnement.

Volet 4 : "Paysage"

- Préservation, amélioration et valorisation des sites et des paysages du bassin versant, dans un objectif de protection et d'amélioration de la ressource en eau et de la biodiversité.

Volet 5 : "Tourisme"

- Favoriser le développement touristique propre à l'Aubance et son bassin versant (appellations viticoles, pêche, promenade, préservation du patrimoine bâti...).
- Etre un partenaire pour les organismes chargés du développement touristique.

Dans le souci d'optimiser l'investissement public, le syndicat peut, au besoin, acquérir des droits immobiliers en vue de la réalisation des objectifs mentionnés précédemment (ex : rachat d'un moulin afin de garder le contrôle hydraulique et les ouvrages de régulation des débits). Il pourra également aider les communes adhérentes dans cette démarche de maîtrise foncière des rives.

d. La composition du SMBL :

Le Comité Syndical (**Fig.46**) est composé d'un délégué titulaire et d'un délégué suppléant par commune représentée au SMBL (commune adhérente et commune faisant partie des communautés de communes rattachées à cette compétence). Ils sont désignés par les conseils municipaux et/ou des conseils communautaires membres du syndicat après chaque élection municipale. En cas d'absence d'un délégué titulaire, celui-ci pourra se faire représenter par le délégué suppléant de sa commune ou de sa communauté de communes. Ce Comité Syndical, chargé d'administrer le syndicat, se réunit au moins une fois par semestre. Il approuve les orientations de gestion et les programmes de travaux élaborés par les commissions, décide des travaux nécessaires et éventuellement ceux définis par la CLE.

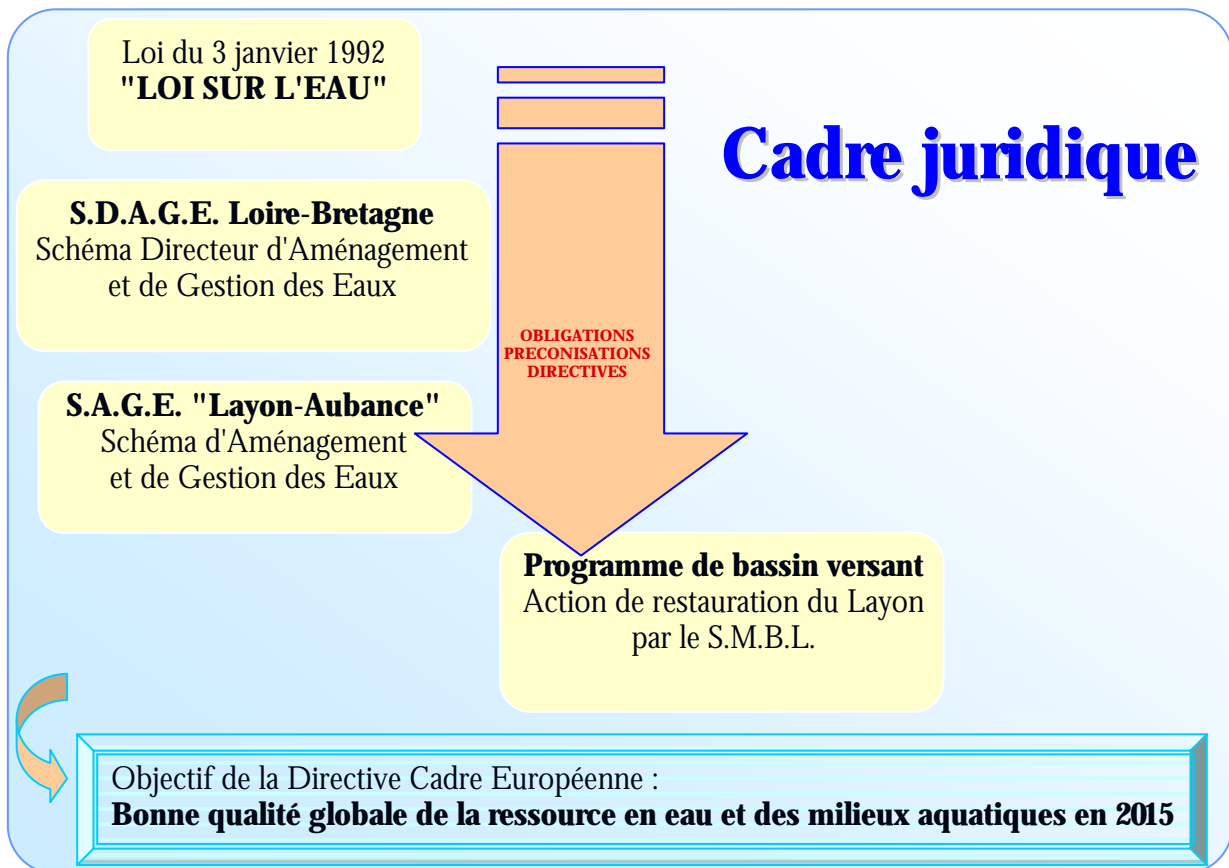


Fig. 47 : Le cadre juridique du S.M.B.L.

Il est également chargé de voter les moyens de financement correspondant et répartit les charges. Enfin, le Comité Syndical a aussi pour fonction d'élire un Bureau composé du président et d'au moins 1 vice président par sous-bassin hydrographique. Ce Bureau peut constituer autant de Commissions de Travail qu'il compte de membres et se réunit au moins une fois par trimestre.

Comme on peut le voir sur la **figure 46**, des commissions hydrographiques sont créées pour le Layon et chacun de ses grands sous bassins. Ces derniers sont définis à l'intérieur des 5 sous-bassins identifiés dans le cadre du SAGE Layon Aubance : Layon amont, Layon moyen, Lys, Hyrôme et Layon aval. La liste des communes appartenant aux commissions étant définie de façon géographique, une commune peut se trouver dans plusieurs sous bassins. Celle-ci siègera alors dans plusieurs Commissions hydrographiques si elle est concernée par au moins deux cours d'eau principaux. Les commissions se composent des délégués titulaires et des délégués suppléants déjà élus par les communes et communautés de communes pour siéger au sein du Comité Syndical. Par ailleurs, chacune de ces commissions pourra mettre en place sur son territoire des Comités Consultatifs regroupant des personnes représentatives : des propriétaires, des exploitants agricoles, des viticulteurs et différents usagers de la ressource en eau et des milieux aquatiques, de manière à permettre une consultation et une concertation avec les différentes parties prenantes intéressées par les projets des commissions. Cependant, ces Comités ne pourront avoir voix délibérative.

Enfin, juridiquement, le SMBL répond aux exigences énoncées par la loi sur l'eau du 3 janvier 1992, et ses travaux s'inscrivent dans le SDAGE Loire Bretagne (**Fig.47**).

e. Les ressources du SMBL :

Les ressources du SMBL proviennent :

- Des contributions des communes et des communautés de communes adhérentes.
- Des subventions.
- Des produits d'emprunts.
- Des sommes reçues pour services rendus (particuliers, associations, administrations...).
- Des revenus des biens meubles et immeubles du syndicat.
- Des produits des dons et legs.

La contribution des communes et communautés de communes aux dépenses de fonctionnement et d'investissement du SMBL est déterminée au prorata de 3 critères :

- Superficie de la commune comprise dans le périmètre du bassin versant du Layon (25%).
- Nombre d'habitants de la commune (50%).
- Le linéaire des cours d'eau traversant la commune et concernés par le prochain Contrat de Restauration et d'Entretien (CRE) (25%).

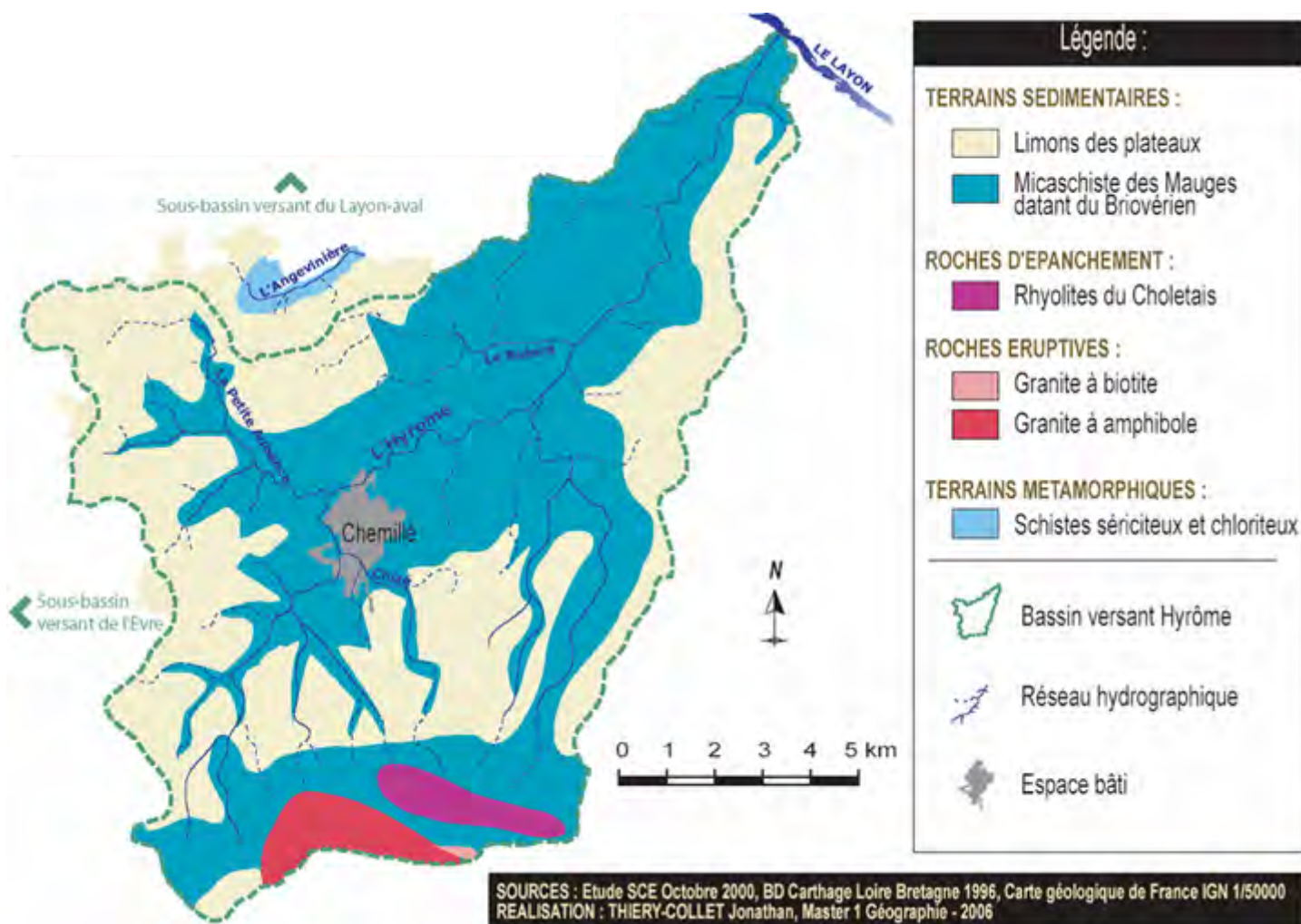


Fig. 48 : Carte géologique du bassin versant de l'Hyrôme

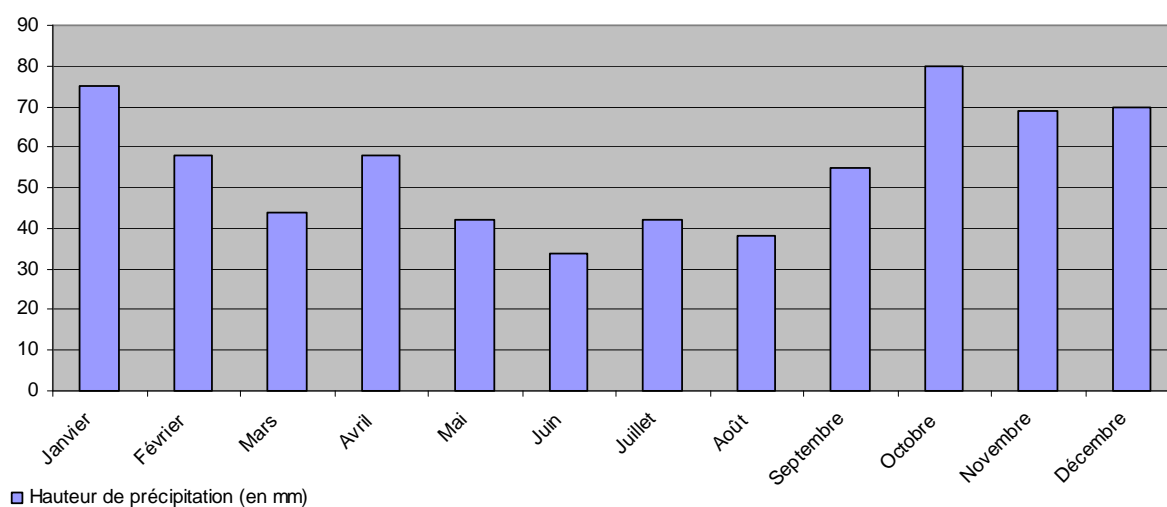


Fig. 49 : Diagramme des moyennes mensuelles des précipitations à la station de Chemillé entre 1987 et 2005

THIERY-COLLET, 2006

f. Le bassin versant de l'Hyrôme : territoire d'étude

Caractéristiques générales :

L'Hyrôme est la plus importante rivière de 1^{ère} catégorie piscicole (habitat à salmonidés) du domaine privé du département du Maine et Loire. Elle est classée dans la zone à ombre mais son peuplement piscicole dégradé (absence de truite et de lamproie de planer) a orienté sa gestion vers le repoissonnement en truite de pisciculture (truite arc en ciel). La destruction des frayères à truite, la mauvaise qualité de l'eau, les nombreux ouvrages et les problèmes d'assecs en période d'étiage peuvent expliquer cette orientation de plus en plus prononcée du profil de l'Hyrôme vers celui d'une rivière de seconde catégorie (Bureau d'études X.HARDY, 2006). Pourtant, l'Hyrôme possède encore un cours assez tourmenté, divagant entre les affleurements rocheux. Son réseau hydrographique entaille directement la roche mère d'où la présence de vallées étroites et encaissées, notamment en aval du bourg de Chemillé. La proximité avec le massif des Gardes confère à l'Hyrôme une pente moyenne relativement marquée (4‰) par rapport à l'ensemble du bassin versant du Layon (THIERY-COLLET, 2006). L'Hyrôme rejoint le Layon au lieu-dit du « Pont Barré » à mi chemin entre Saint Lambert du Lattay et Beaulieu sur Layon.

Géomorphologie :

La présence de roches compactes en sous sol (micaschiste des Mauges) constitue un obstacle à la formation de réserves hydriques souterraines de grands volumes (LE GUERN et al., 2005). En dehors de quelques aquifères de fractures liés aux failles, les nappes précaires fournissent au maximum 8 à 6 m³ par heure et tarissent au printemps (SCE, 2004). En surface, un stockage d'eau s'opère grâce au caractère imperméable de la formation limono-argileuse (**Fig.48**). Cette texture de sol entraîne des phénomènes d'engorgement superficiel et temporaire propices à la formation de zones humides.

L'agriculture :

L'activité économique du bassin de l'Hyrôme est principalement tournée vers l'agriculture avec cependant une sectorisation des activités, l'amont étant dominé par un élevage bovin monopolisant plus de 80% de l'activité agricole, et l'aval connaissant une économie viticole intense au travers du cépage des coteaux du Layon. On note également la présence de cultures spécialisées en plantes médicinales principalement sur la commune de Chanzeaux, s'inscrivant dans une démarche de production mais aussi de transformation.

Climatologie :

La tendance climatique générale rencontrée sur le bassin est de type océanique tempéré, avec des étés chauds et des hivers doux. Les données Météo-France relatives à la station de Chemillé attestent d'une moyenne de précipitations de 657,41 mm sur la période 1986-2005 (**Fig.49**), supérieure à celles rencontrées dans les stations situées plus au Nord du département (600 mm à Angers) à cause des modifications partielles du climat dues au massif des Mauges.



Fig. 50 : Carte du bassin versant de l’Hyrôme et du réseau hydrographique

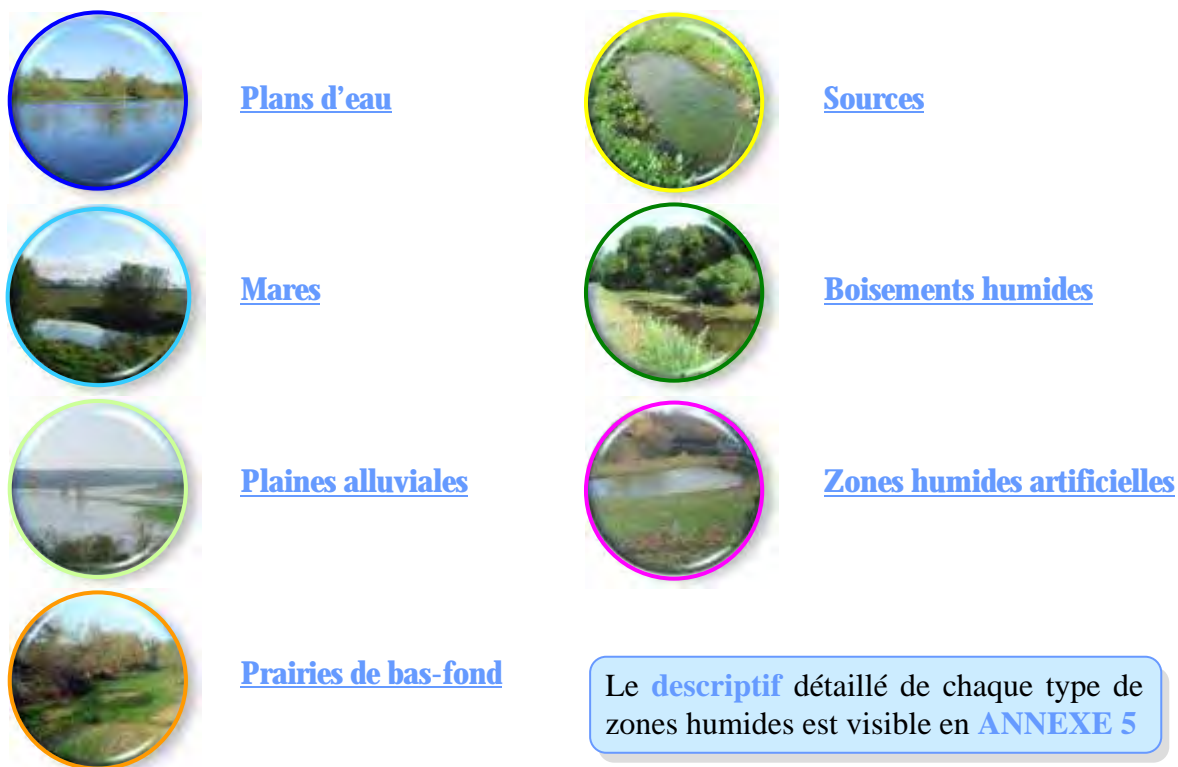


Fig. 51 : Typologie des zones humides utilisée pendant l’étude, et leur code couleur

La région d'étude bénéficie cependant d'une température annuelle moyenne relativement douce, oscillant entre 11 et 11,8°C. L'amplitude thermique reste modérée entre les mois d'été et d'hiver avec des températures moyennes mensuelles minimales en janvier (3,5 à 4,5°C) et maximales en juillet (18,5°C à 19,7°C)

La qualité de l'eau :

L'état des lieux 2005 réalisé par la Plan Départemental de Protection des milieux aquatiques et de Gestion des ressources piscicoles (PDPG) est inquiétant en matière de qualité physico-chimique de l'eau comme en témoigne le **tableau 9** présentant les relevés pris en aval de l'Hyrôme sur la commune de Saint Lambert du Lattay :

	Données 1989-1993	Données 2000	Données 2003	Données 2004	Données 2005
Matières organiques et oxydables	Mauvaise	Mauvaise	Mauvaise	Très mauvaise	Mauvaise
Matières azotées		Passable	Passable	Passable	Passable
Nitrates	Très mauvaise	Mauvaise	Mauvaise	Mauvaise	Mauvaise
Matières phosphorées		Mauvaise	Mauvaise	Mauvaise	Mauvaise
Phytoplancton		Bonne	Bonne	Mauvaise	Passable
Pesticides*			Mauvaise	Bonne	
IBGN St Georges		Mauvaise	Mauvaise	Mauvaise	Mauvaise
IBGN St Lambert			Passable	Bonne	Bonne

* le glyphosate et ses dérivés ne sont pas mesurés

Tableau 9 : Qualité de l'eau de l'Hyrôme

MISE 49 et CG 49, 2006

Face à ce constat, la Communauté de Communes de Chemillé en partenariat avec la CLE, le Comité Régional de Développement Agricole des Mauges et la FPPMA du Maine et Loire ont entrepris depuis 2004 un « Projet de restauration des affluents de l'Hyrôme ». On remarque cependant que les résultats des IBGN traduisent une mauvaise qualité des habitats à l'amont (St Georges) et une amélioration de la qualité et des conditions hydrobiologiques à l'aval (St Lambert) (**Fig.50**).

Les zones humides du territoire d'étude :

Comme nous avons pu le voir précédemment, les scientifiques divergent quand à la typologie à adopter pour le recensement des zones humides d'un territoire. La mise en place d'une typologie adaptable à toute démarche d'inventaire est cependant irréalisable aux vues des différences intrinsèques que ce soit au niveau spatial ou paysager. Dans notre cas, le classement des zones humides s'inspire d'une base nationale : le « Tronc Commun National » (Bassin Rhône Méditerranée Corse, 2001) divisant les zones humides françaises en 13 types (**Tableau 10**).

DOMINANTES		TYPES-MAJEURS	SDAGE	SAGE (SOUS TYPE)
SALINITÉ	RÉGIME HYDRIQUE			
EAU SALÉE SAUMÂTRE	Eau douce influencée par la marée	Côtières Estuariennes	1 Grands estuaires	Herbiers Récifs Vasières Prés-salés
	Eau stagnante		2 Baies et estuaires moyens plats	
	Pas influencée	Zones humides aménagées saumâtres	3 Marais et lagunes côtiers	4 Marais saumâtres aménagés
EAU DOUCE	Eau courante inondée de manière :			
	Permanente, saisonnière	Fluviales	5 Zones humides des cours d'eau et bordures boisées	Ripisylve et fourrés alluviaux
			6 Plaines humides mixtes liées aux cours d'eau	Herbacée (prairie inondable), Palustre (roselière, cariçaie) à végétation submergée
Permanente, saisonnière		7 Zones humides de montagnes, collines et plateaux	Marais d'altitude (source, combe à neige) Tourbières Zone humides de bas-fond en tête de bassin Zones humides boisées	
EAU DOUCE	Eau stagnante :			
	Temporaire Saisonnaire Permanente	Lacustres (lacs, étangs)	8 Régions d'étangs	Herbacées (roselières, prairies inondables), Palustres (roselières, cariçaies)
			9 Bordures de lacs	
	Temporaire Saisonnaire Permanente	Marais, marécages	10 Marais et landes humides de plaine	Landes humides Prairies tourbeuses
	Permanente Saisonnaire	Zones humides ponctuelles	11 (Zones humides liées à un plan d'eau ponctuel)	Petits lacs, mares,...
	Temporaire Saisonnaire		12 (Prés-salés continentaux)	Prés-salés continentaux
	Permanente Temporaire	Zones humides aménagées en eau douce	13 Marais agricoles aménagés	Rizières, Prairies amendées, Peupleraies
14 Zones humides aménagées diverses			Réservoirs-barrages Carrières en eau Lagunages	
		7 types majeurs	13 types / SDAGE	28 types / SAGE

Tableau 10 : Typologies SDAGE et SAGE des zones humides

Agence de l'eau Loire Bretagne, 2005

L'option retenue par le SAGE Layon Aubance dès le début du recensement en 2004, a été d'aérer cette base de travail afin de disposer d'une typologie spécifique répondant à la réalité de son territoire (PATRY, 2006). Cette typologie se divise en 7 catégories comme présentées en **figure 51**, prenant en compte la nature intrinsèque des terrains et donc les caractéristiques principales des zones humides rencontrées. L'ANNEXE 5 présente ces zones humides et leurs rôles.

g. La demande du commanditaire et les hypothèses de travail :

C'est donc au sein du Syndicat Mixte du Bassin du Layon qu'il m'a été confié de réaliser un inventaire cartographique des zones humides du bassin de l'Hyrôme à l'aide d'outils SIG, mais également de mettre en place une démarche participative auprès de 2 communes : Chanzeaux et Saint Lambert du Lattay. Cette étude reposera donc sur 3 grandes hypothèses :

- L'activité humaine entraîne des disparités dans la répartition spatiale des zones humides sur le bassin versant de l'Hyrôme.
- L'indice de Beven Kirkby permet d'affiner la prélocalisation sur photos aériennes.
- La démarche participative est nécessaire pour diminuer les erreurs liées à la prélocalisation et compléter l'information.

Les hypothèses ainsi posées permettent de réaliser une reformulation de la demande du commanditaire afin de pouvoir y répondre de façon optimale. L'étude se déroulera donc en quatre phases :

- Création d'un modèle numérique de terrain à partir de la vectorisation des courbes de niveau IGN, puis application de l'indice de Beven Kirkby.
- Création d'une carte de prélocalisation des zones humides à partir des données disponibles sur SIG.
- Vérification sur le terrain de la présence ou absence de zones humides sur certaines zones prédéfinies et du potentiel botanique.
- Mise en place d'inventaires participatifs pour évaluer les modifications à effectuer sur la délimitation et la localisation des zones humides.

Les deux premières phases de travail étant complémentaires, un croisement des données sera effectué pour pouvoir pondérer les résultats et s'approcher le plus précisément possible de la réalité. Une méthode de détermination des Zones Humides Stratégiques pour la Gestion de l'Eau sera également envisagée. Le déroulement chronologique du stage est présenté en ANNEXE 6.



Mare : surface bleue de faible taille.



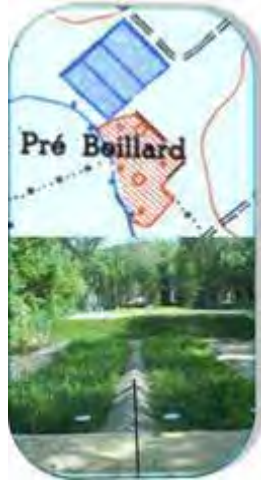
Source : symbole ou nom de la source.



Zone marécageuse : symboles témoignant de la présence de terres gorgées d'eau.



Etang : nommé ou simplement figuré.



Zone humide artificielle : succession de plans d'eau de taille faible et aux formes droites.

Fig. 52 : Symbologie des entités visibles sur carte IGN au 1/25 000^{ème}

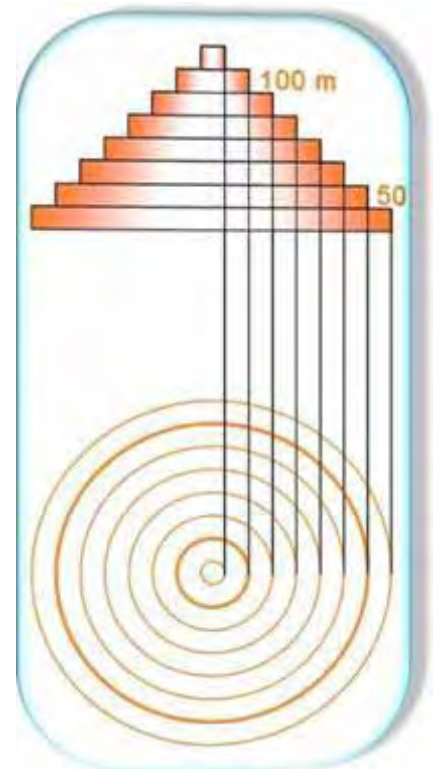
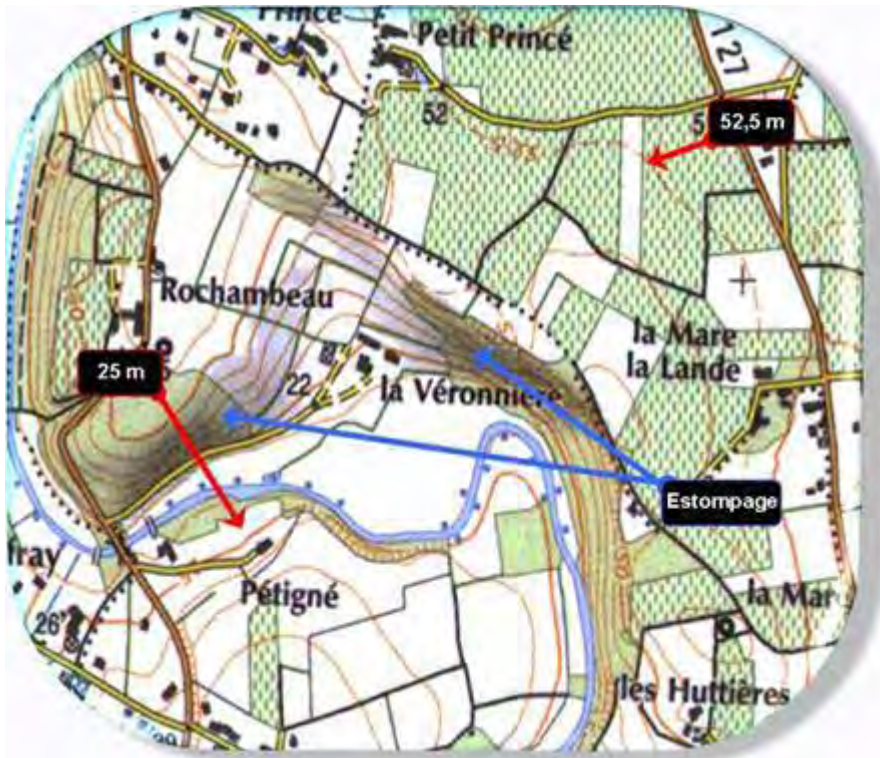


Fig. 53 : Les outils topographiques des cartes IGN : les courbes de niveau et l'estompage

II. Matériels et méthodes :

1. Les documents et outils utilisés :

a. Les cartes IGN au 1/25 000^{ème} :

Le SMBL possède l'ensemble des données IGN de son territoire sous format informatique présentées en images numérisées (ou dalles), géoréférencées et exploitables directement sous logiciel SIG. Elles ont servi de base à la localisation des zones humides du territoire du SAGE par un précédent stagiaire (BOURDIN, 2004). Cependant, ce travail demande à être remis à jour depuis l'acquisition de nouvelles dalles plus représentatives de l'état actuel du territoire.

Ces cartes IGN, appelées également SCAN 25 en référence à leur échelle au 1/25000^{ème}, permettent une première localisation des milieux humides grâce à l'utilisation de trois informations principales :

- **Les figurés** : Ils facilitent la représentation des composantes paysagères (**Fig.52**) par l'utilisation d'une symbologie spécifique (ANNEXE 7).
- **La topographie** : Les courbes de niveau visibles sur les dalles de Scan 25 permettent de visualiser les altitudes en tout point du bassin versant et ainsi identifier les zones susceptibles d'être le lieu de ralentissement des écoulements ou de concentration des eaux de ruissellement (**Fig.53**). Nous verrons plus tard que la création d'une couche incluant uniquement les courbes de niveau sous l'application ArcMap permettra la création d'un Modèle Numérique de Terrain (MNT) et de visualiser plus facilement les talwegs lors de la prélocalisation des zones humides à partir des orthophotos. Enfin, l'estompage appliqué par l'IGN sur ses cartes favorise également l'appréciation du relief en mettant en valeur les zones à forte déclivité.
- **La toponymie** : Il est également possible de déceler la présence de zones humides à l'aide de certaines dénominations de lieux dits. Les « noues » par exemple découlent du gaulois « nouda » signifiant terres marécageuses. Certains lieux du type « Marais » ou « Moulin » évoquent également la présence d'eau et sont donc indicateurs de terrains humides.

Ces informations seront donc utilisées lors des différentes phases de création de l'Indice de Beven Kirkby (IBK) et lors de la prélocalisation des zones humides en association avec les orthophotos.

b. Les orthophotos :

Le SMBL a également à disposition la totalité des dalles de photographies aériennes (ou orthophotos) couvrant son territoire d'action et géoréférencées pour pouvoir les utiliser directement sous logiciel informatique. L'étude de ces images est l'interprétation par le lecteur des gammes de couleur, de la texture et des formes décelées.

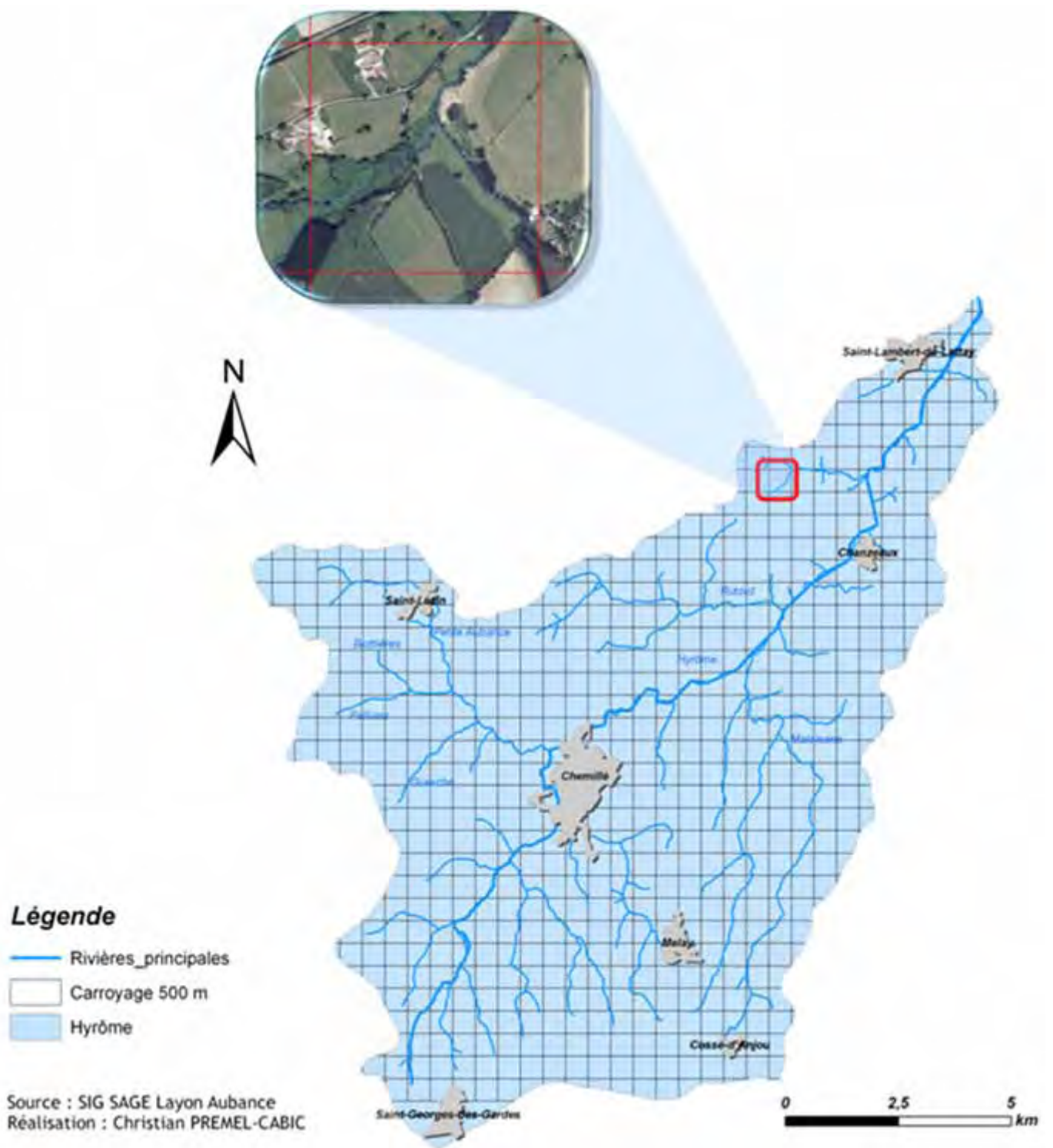


Fig. 54 : Visualisation du carroyage et du contenu d'une maille de 500 m de côté

La méthode nécessite une attention particulière au respect des méthodes d'analyses mise en place mais reste cependant assez subjective et donc fortement dépendante de l'appréciation personnelle. L'investissement en temps d'un tel procédé est important mais permet, une fois les mécanismes et règles assimilés, de produire une première prélocalisation des zones humides. Chaque objet susceptible de représenter une zone potentiellement humide est comparé avec des zones déjà connues et ayant fait l'œuvre d'une vérification sur le terrain.

La consultation des orthophotos nécessite de jongler en permanence avec les zooms ce qui ne facilite pas la lecture et le bon cheminement de l'analyse faute de repères visuels. Pour cela, un précédent stagiaire (BOURDIN, 2004) avait trouvé la solution en créant un carroyage composé de carrés de 500m de côté (**Fig.54**). Cette méthode permet de diviser la zone d'étude tout en gardant une échelle suffisante pour analyser carré par carré sans souci d'étudier deux fois une même zone.

Lors de cette étude un seul logiciel de traitement SIG a été utilisé pour extraire les informations à partir des documents mis à disposition et croiser les données topographiques avec les informations aériennes. Il s'agit du logiciel ArcMap faisant partie de la suite d'applications ArcView 9.1 produite par la firme ESRI (ANNEXE 8).

2. Création du Modèle Numérique de Terrain (MNT) et utilisation de l'Indice de Beven Kirkby (IBK) :

Les processus expliqués lors de cette partie ne peuvent se substituer à une photo-interprétation et n'ont pour but que de vérifier les données recueillies lors de la prélocalisation sous ArcMap. Le but est donc de produire des outils d'aide tels que des cartes ou des données exploitables sur logiciel SIG.

a. Rappels :

Comme nous avons pu le voir précédemment, les cartes IGN ont la particularité de donner des informations sur l'altitude en chaque point de la carte par le biais de courbes de niveau. L'IGN met à disposition d'autres informations que ces cartes pour qui souhaite avoir des informations topographiques sur son terrain d'étude tels que la BD Alti qui n'est autre qu'un MNT global d'un territoire.

Cependant, une telle base de données altimétriques possède une précision trop faible au vue de la taille du bassin versant de l'Hyrôme. En effet, l'IGN ne produit que des données avec un pas de 50m minimum, soit une altitude représentée équivalant à l'altitude moyenne de carrés de 50m sur 50m (ANNEXE 9). Pour plus de précision, le choix a été fait de réaliser manuellement une vectorisation des courbes de niveau du SCAN 25 et ainsi avoir une précision maximale. Une fois effectuée, cette couche d'informations permettra d'obtenir une vision précise du relief de la zone d'étude et servira de base à la réalisation de l'IBK.

Etapes à suivre :

- Ouverture d'une session de mise à jour dans la barre d'éditeur
- Choix de la couche (ici vectorisation)
- Traçage de la courbe grâce à l'outil d'édition
- Inscription de l'altitude de la courbe créée dans la table attributaire (ici 50 m)
- Sauvegarde de la mise à jour

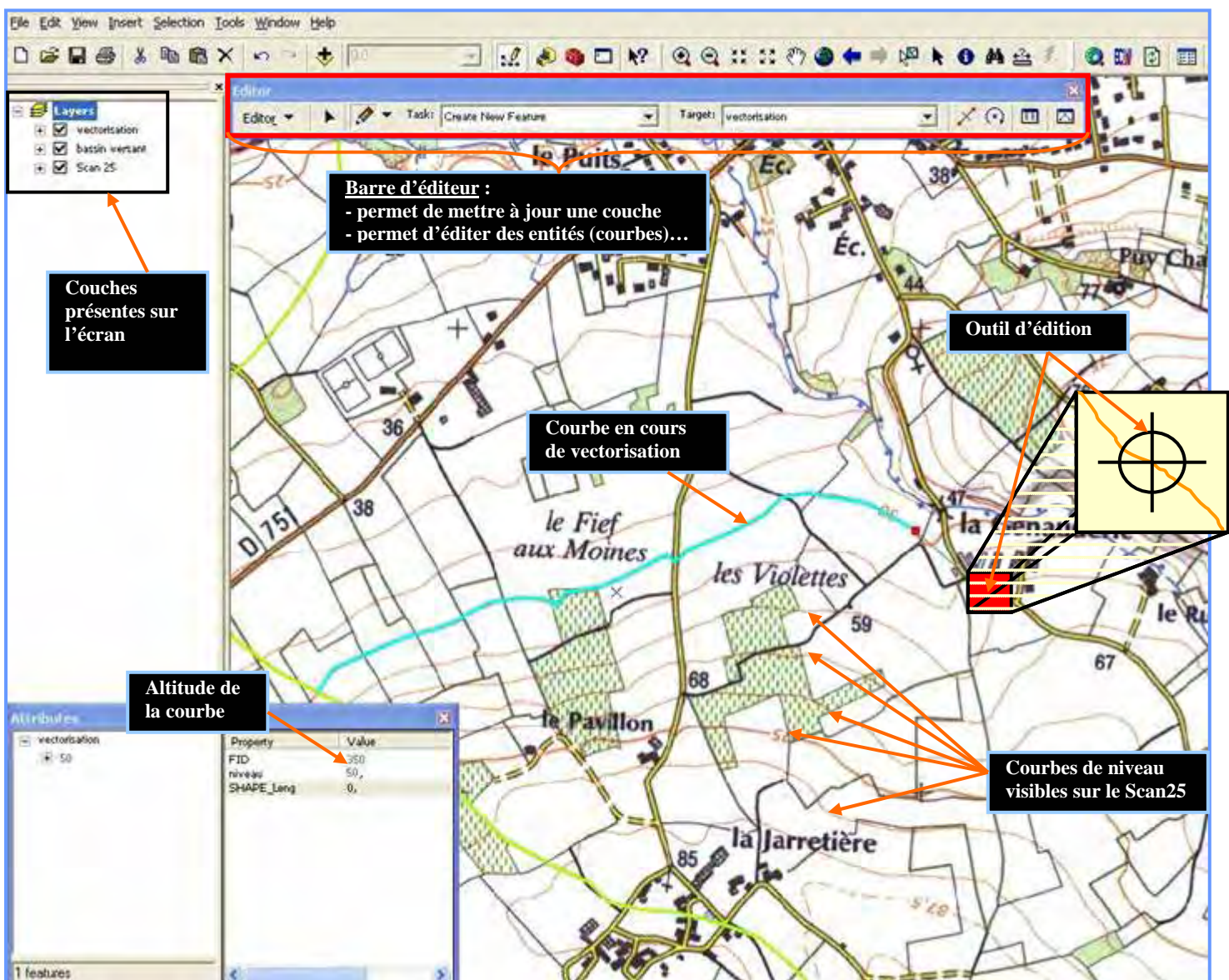
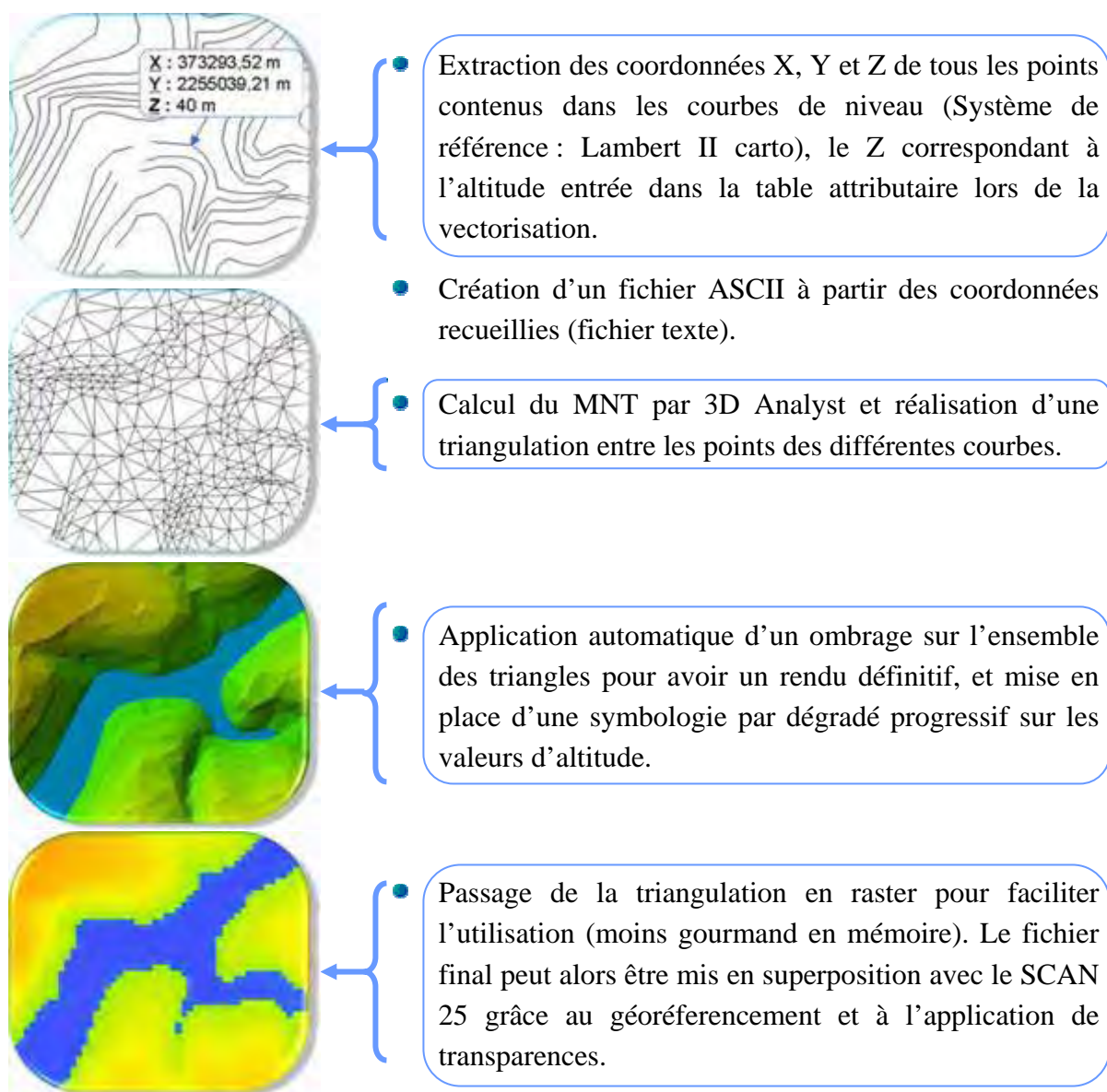


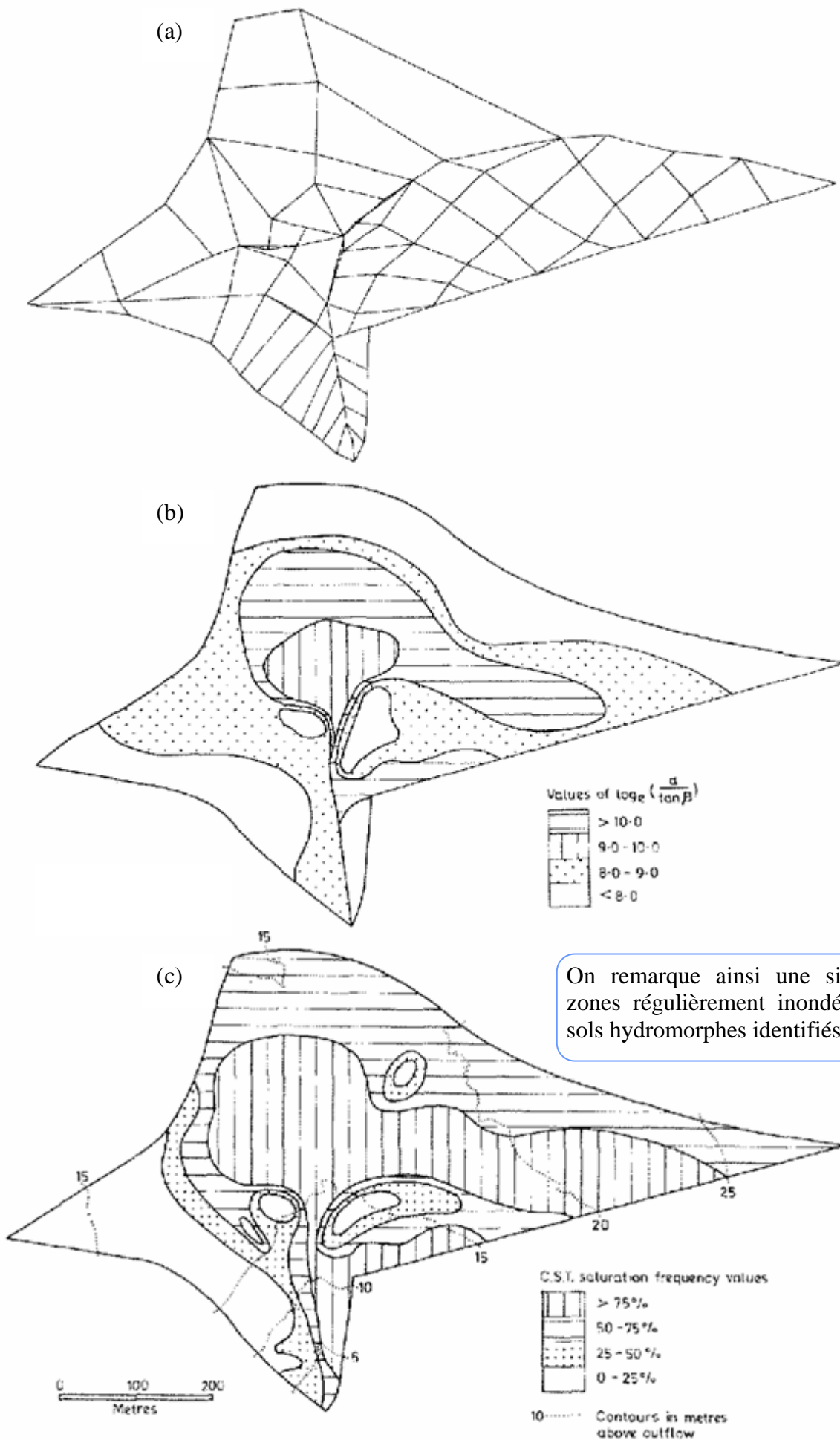
Fig. 55 : Vectorisation d'une courbe de niveau à partir des cartes IGN au 1/25 000^{ème}

b. Vectorisation des courbes de niveau et création du MNT :

La vectorisation manuelle des courbes de niveau est un travail laborieux et demandant, dans notre cas, environ 50 heures du fait de la grande déclivité des zones rivulaires entraînant une augmentation des courbes. Le procédé consiste à retracer sur une nouvelle couche l'ensemble des courbes de niveau visibles sur les dalles de cartes IGN sans omettre de leur attribuer une valeur d'altitude qui sera nécessaire pour créer le MNT. Cette valeur d'altitude sera annotée manuellement dans le champ « niveau » créé au sein de la table attributaire de la couche et constituera donc l'identifiant de chaque entité vectorisée. Le détail des manipulations effectuées durant cette phase est expliqué sur la **figure 55**.

Une fois la totalité des courbes de niveau recensée, le MNT est réalisé automatiquement par l'extension 3D Analyst contenue dans la boîte à outils de ArcMap selon les processus suivants :





On remarque ainsi une similarité entre les zones régulièrement inondées (>75%) et les sols hydromorphes identifiés par l'IBK (>10).

Fig. 56 : (a) MNT du sous-bassin de Lanshaw (U.K.), (b) carte des valeurs prises par l'IBK, (c) carte des fréquences d'inondation des sols

c. L'Indice de Beven Kirkby (IBK) :

Afin de pouvoir aider à répertorier les zones humides lors de la phase de prélocalisation sur orthophotos et scan25, le commanditaire de l'étude a souhaité utiliser un indice topographique : l'Indice de Beven Kirkby. En effet, selon les travaux de CRAVE et GASCUEL-ODOUX (1997), cet indice offre une bonne prédiction de la localisation des sols hydromorphes et de ce fait des zones susceptibles de retenir l'eau et de constituer des zones humides (MAREAU, 2003). Les zones humides étant préférentiellement situées sur ce type de sols, il suffirait donc de repérer ces derniers pour délimiter les zones humides potentiellement présentes sur un territoire donné (REMOND, 2006). En s'appuyant également sur l'hypothèse que les ruptures de pentes sont un indice de repérage des sols hydromorphes, l'IBK constitue donc un moyen de repérage rapide lors d'une phase de prélocalisation. L'IBK a été mis au point à la fin des années 1970 (BEVEN et KIRKBY, 1979) et sa valeur en un point est calculée par la formule :

$$I = \ln(a / \tan b) \text{ avec } a : \text{surface drainée en ce point}$$
$$\tan b : \text{pente en ce point}$$

Cet indice développe le concept d'aires contributives variables selon lequel, les différentes zones d'un bassin versant ne contribuent pas de la même manière aux flux d'eau. La localisation de ces aires contributives dépend de la convergence des différents flux d'eau, de la pente et de la conductivité hydraulique. Le potentiel de saturation augmente alors avec la valeur de cet indice du fait que plus l'aire de drainage amont est importante et plus la pente locale est faible, plus la quantité d'eau drainée sera grande et plus l'évacuation de celle-ci sera difficile. L'utilisation de ce concept permet de diviser un bassin versant en deux types de zones : des zones non-saturées et des zones saturées (avec des valeurs d'indice élevées) comprenant des sols hydromorphes (CURIE et al., 2003). L'IBK représente ainsi 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 : « *C'est un indice topographique ou morphologique d'estimation des zones saturées par l'eau* » (AUROUSSEAU, 1995). Par conséquent, plus l'indice prend une valeur forte, plus cette capacité est importante et donc plus la présence d'une zone humide est probable. Bien que la présence des sols hydromorphes soit correctement prédite par l'indice dans les fonds de talwegs (**Fig.56**), l'hydromorphie de plateau est mal représentée car causée par la lithologie ou des horizons pédologiques imperméables (CURMI et al., 1997). L'IBK ne constitue donc pas en lui-même une prélocalisation totalement fiable et doit s'accompagner d'une interprétation des photos aériennes ou d'une démarche terrain.

Afin de réaliser une carte intégrant cet indice et exploitable sous ArcView, il est possible d'installer une extension nommée Topocrop au sein d'ArcMap afin de calculer directement les valeurs prises par l'IBK en tout point de la carte à partir du MNT précédemment créé. Les valeurs seront ensuite classées suivant le degré de probabilité de présence d'une zone humide (A pour forte, B pour moyenne).

Etapes à suivre :

- Ouverture d'une session de mise à jour dans la barre d'éditeur
- Choix de la couche (ici zones humides Hyrôme)
- Vérification de la probabilité de présence (IBK) et du relief (courbes de niveau)
- Traçage des contours de la zone grâce à l'outil d'édition d'après l'orthophoto
- Inscription du type de zone, de la fiabilité de la digitalisation et de l'auteur dans la table attributaire.
- Sauvegarde de la mise à jour

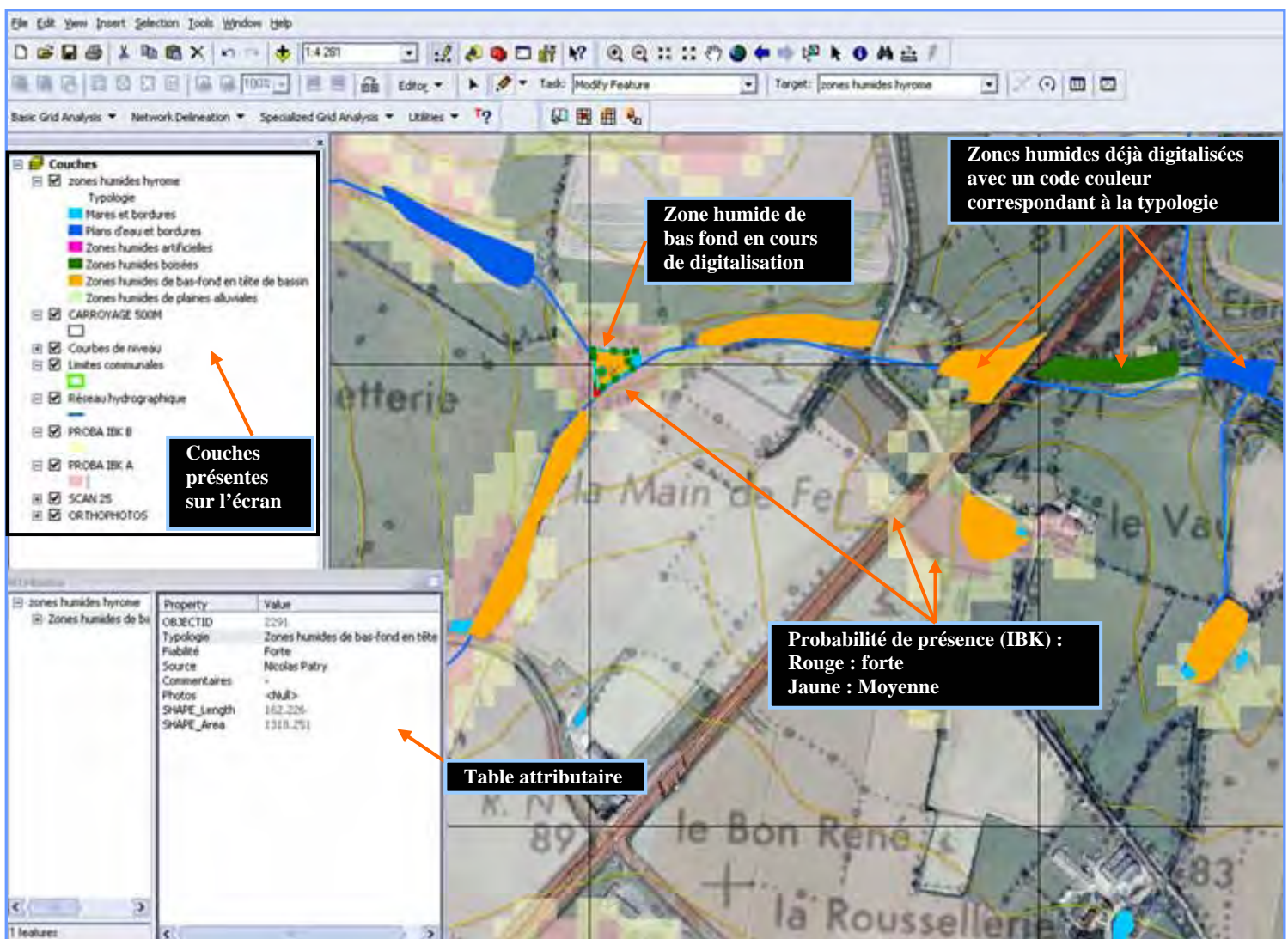


Fig. 57 : Digitalisation d'une zone humide sous ArcMap

3. La prélocalisation sur logiciel SIG des zones humides du bassin de l'Hyrôme :

La prélocalisation des zones humides a nécessité l'utilisation croisée des images aériennes (orthophotos), des cartes IGN au 1/25 000^{ème} et de la couche contenant l'IBK (probabilité A et B) sous le logiciel ArcMap. Cette analyse est rendue possible par mise en transparence des 3 couches d'informations assurant par là même une bonne visualisation de la topographie du terrain grâce aux courbes de niveau. La présence du réseau hydrographique est également visible par l'emploi d'une couche intégrant l'ensemble du tracé emprunté par l'Hyrôme et ses affluents. Enfin, les limites des communes et du bassin versant sont ajoutées afin d'éviter la prélocalisation de zones en dehors du territoire d'étude. La manipulation consiste alors à digitaliser (création de polygones) l'ensemble des zones humides visibles en reprenant les contours (**Fig.57**).

L'identification des sources :

La détection des sources ne peut se faire qu'à l'aide du SCAN 25 grâce aux sources déjà identifiées par l'IGN (**Fig.58a**). Il est également possible d'utiliser les orthophotos (**Fig.58b**) et les courbes de niveau (**Fig.58c**) pour détecter les sources potentielles placées en haut des terminaisons de talwegs présentant un cours d'eau. Néanmoins, cette technique possède l'inconvénient de recenser comme source des zones d'accumulation d'eau de ruissellement.



Fig. 58 : Localisation d'une source

Ainsi, face à la difficulté de détecter les sources lors de la prélocalisation, le commanditaire a choisi de ne pas trop tenir compte de ce type de zone et d'attendre la mise en place de la démarche participative afin d'éviter des erreurs superflues. En effet, les sources étant le plus souvent masquées par des drainages ou des plans d'eau, la prélocalisation des autres types de zones humides permettra de les inclure implicitement dans l'inventaire intermédiaire avant vérification sur le terrain par les acteurs locaux.

L'identification des zones de plaines alluviales ou de plaines de bas fond :

Dans les deux cas, il s'agit de repérer visuellement des prairies humides à partir des photos aériennes. En ce qui concerne les prairies de bas fond, elles se situent le plus souvent le long des affluents en tête de bassin versant. Pour ce qui est des prairies alluviales, elles bordent le cours principal de l'Hyrôme et sont caractérisées par des terrains inondables en période de crue avec une déclivité quasi nulle.



Fig. 59 : Identification d'une prairie humide sur photo aérienne

Du fait qu'elles soient gorgées d'eau une bonne partie de l'année, ces parcelles ne permettent pas d'activités agricoles mécanisées et sont, pour la plupart, utilisées comme prairies permanentes. Les photos aériennes étant prises au mois de juin, le recouvrement végétal est important et la localisation de ces zones humides se fait par l'appréciation des gammes de couleur ainsi que de la texture (**Fig. 59**). En effet, les secteurs ayant une teinte vert sombre et un aspect moutonné trahissent la présence de joncs ou de carex qui sont des végétaux inféodés aux zones humides.

L'identification des plans d'eau :

Les plans d'eau forment les entités les plus reconnaissables sur photos aériennes de par leur forme, leur couleur (marron foncé le plus souvent) et la présence de haies le long de leur bordure (**Fig.60a**). L'utilisation croisée des orthophotos et des SCAN 25 permet, comme on peut le voir sur la **figure 60b**, de faciliter la lecture et préciser les contours de l'élément lors de la digitalisation.



Fig. 60 : Exemple d'étang visualisé sur orthophoto et SCAN 25

Les photos aériennes permettent également d'apprécier dans de moindres mesures l'origine (carrière, barrage...) et l'utilisation (retenue collinaire, irrigation...) des plans d'eau recensés grâce au contexte environnemental (zone d'élevage, espace urbain, plantations céréalières).

L'identification des mares :

Comme dans le cas des étangs, les mares sont facilement identifiables sur photos aériennes. Cependant, de par leur grand nombre dans les secteurs agricoles, il est parfois nécessaire de s'aider des cartes IGN pour trouver certaines mares dissimulées dans la végétation (**Fig.61**).



Fig. 61 : Détection d'une mare grâce au croisement des données

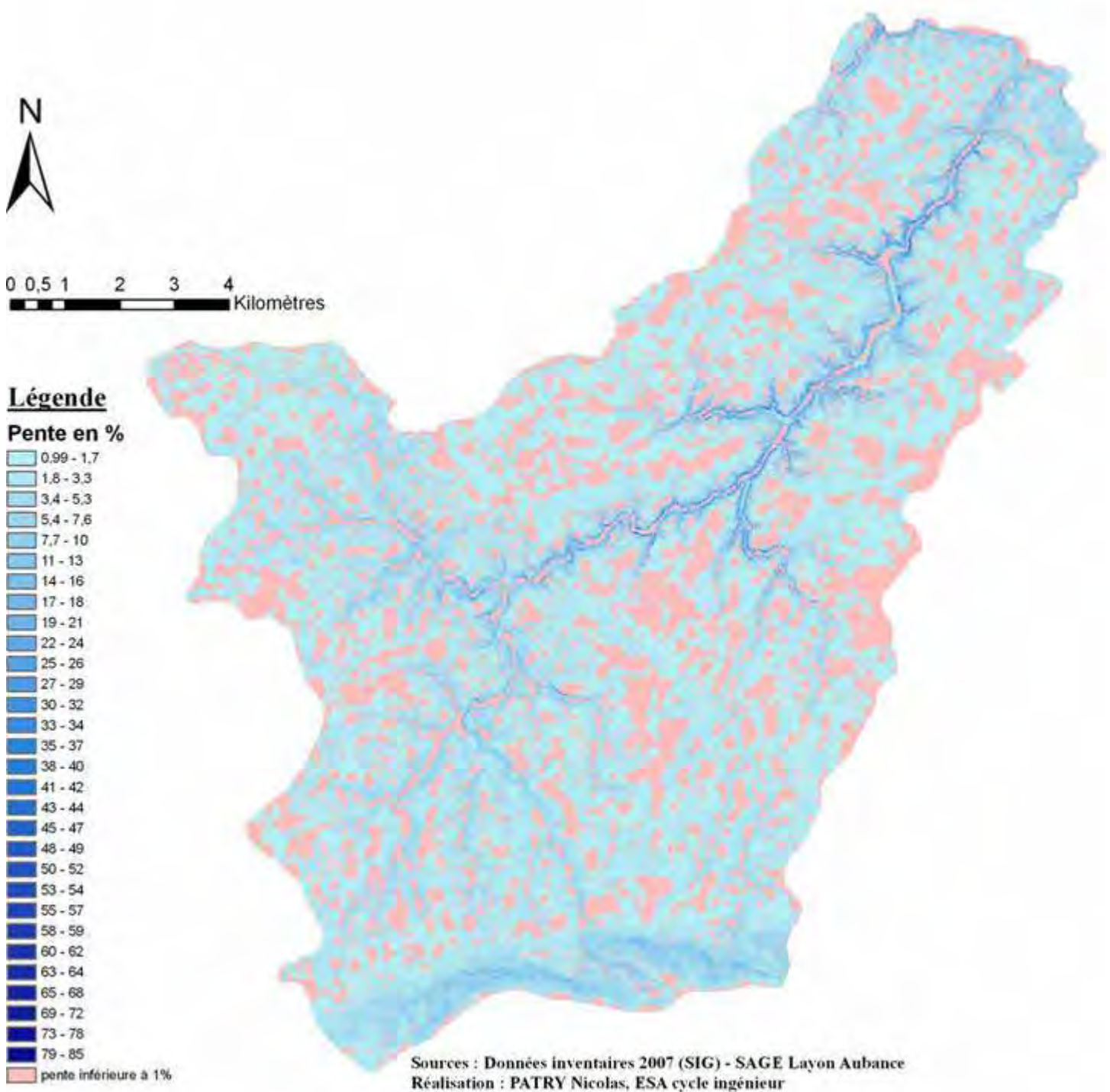


Fig. 63 : Carte des pentes de l’Hyrôme issue du MNT montrant la forte déclivité des terrains rivulaires

De plus, par expérience, les mares constituent le type de zone humide le plus variable dans le temps et sont ainsi difficiles à recenser de façon fiable sans vérification sur le terrain. Enfin, la typologie SAGE imposant une surface maximum de 1 000 m² il est nécessaire de tenir compte de la superficie digitalisée (fonction VBA dans la table attributaire) avant de classer la zone en « mare ».

L'identification des boisements humides :

Les boisements humides se divisent en deux catégories : les peupleraies plantées par l'homme placées sur des secteurs inondables et dont l'alignement est caractéristique (**Fig.62a**), et les bois humides, nommés également ripisylves, qui longent les cours d'eau (**Fig.62b**). La localisation de ces boisements humides est donc fortement influencée par leur situation spatiale et leur proximité avec le réseau hydrographique.



Fig. 62 : Exemples de boisements humides

Selon l'inventaire des occupations du sol réalisé par le bureau d'étude Xavière HARDY (2006) le long de l'Hyrôme, les boisements de feuillus couvrent 84,49 ha soit 44,62% des terres riveraines du cours d'eau. Cependant, une grande partie de ces boisements ne peuvent être considérés comme humides du fait de l'important dénivelé des terrains adjacents à l'Hyrôme sur certaines parties de son cours (nombreux coteaux boisés) (**Fig.63**).

L'identification des zones humides artificielles :

Ce type de zones humides est constitué de divers types de plans d'eau (carrières, bassins de rétention, stations d'épuration...) identifiables grâce au croisement des données IGN et des photos aériennes (**Fig.64**). Cependant, l'aspect artificiel de certaines zones peut être difficile à apprécier sur outils informatiques et une vérification sur le terrain est souvent nécessaire pour rendre compte de l'influence anthropique.



Fig. 64 : Types des zones humides artificielles : (a) station d'épuration, (b) bassins de lagunage, (c) bassins de rétention

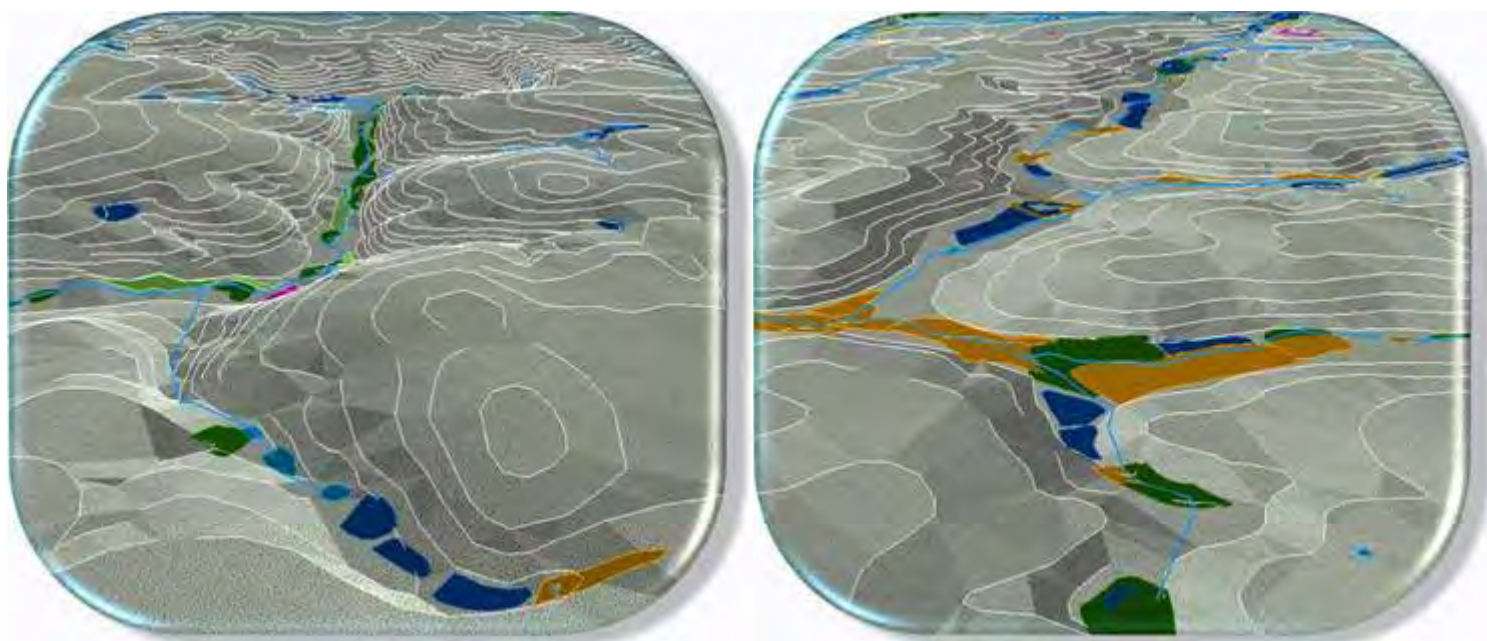


Fig. 65 : Représentations 3D intégrant les zones humides et le cours de l’Hyrôme

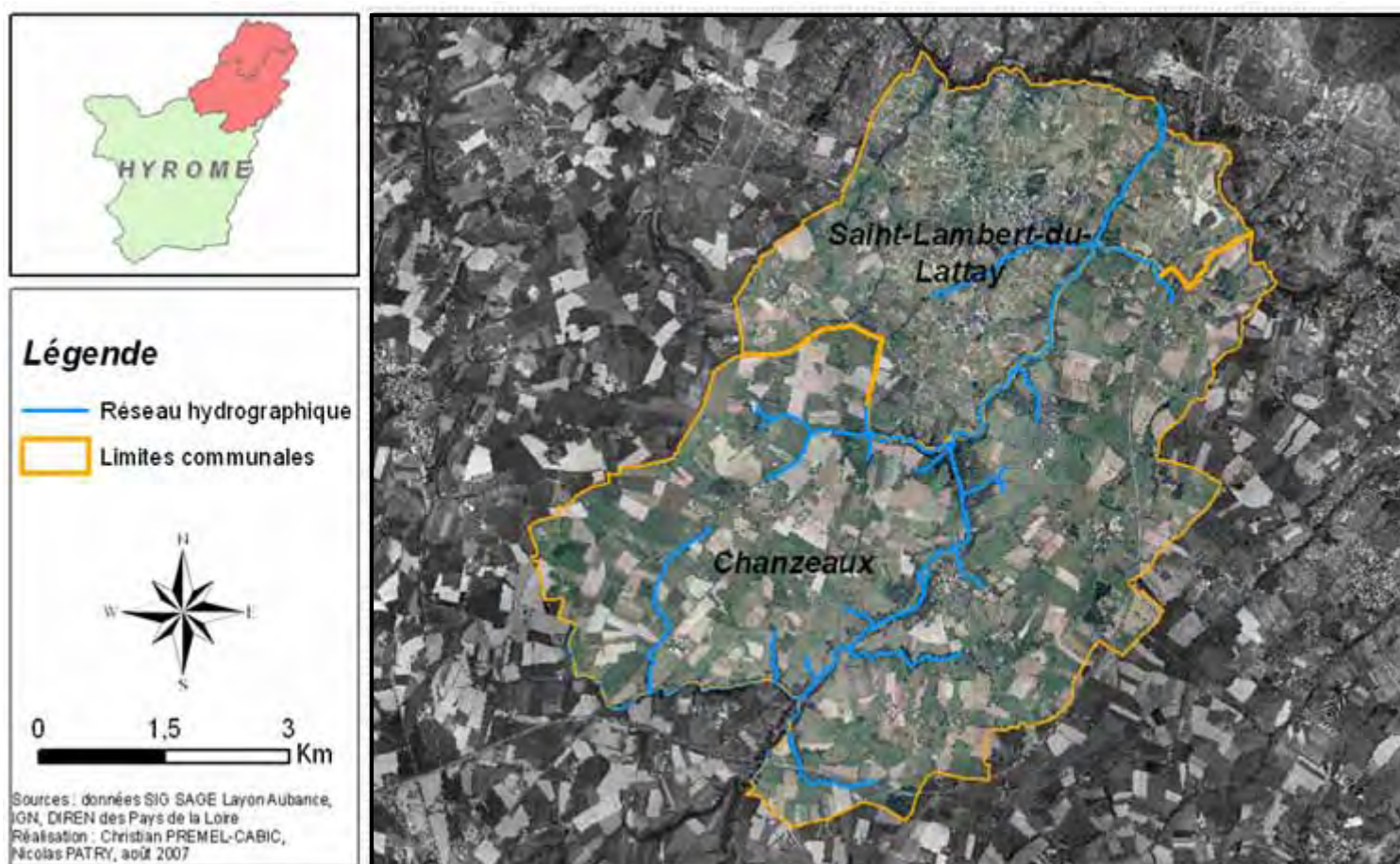


Fig. 66 : Communes faisant l’objet d’une démarche participative d’inventaire des zones humides

Enfin, la prélocalisation peut également être affinée grâce à l'utilisation d'outils issus du traitement du MNT. Ainsi des cartes des pentes intégrant des caractéristiques pré-établies, comme une limite de pente à prendre en compte (ex : pente inférieure à 1%), peuvent être créées à l'aide du logiciel ArcMap (**Fig.63**) et faciliter l'identification des secteurs susceptibles d'accueillir des milieux humides.

La triangulation réalisée à partir des courbes de niveau vectorisées permet également de réaliser un « mapping » du territoire à l'aide des orthophotos et ainsi effectuer une représentation 3D. L'utilisation d'ArcScene, application contenue dans le logiciel ArcView, permet l'élaboration de ces modélisations incluant les différentes couches d'informations géographiques, donnant ainsi accès à un formidable outil de vérification des zones. On notera que les altitudes ont été multipliées par 2 afin de mieux faire ressortir le relief du terrain sur la **figure 65**. La situation des zones humides recensées par rapport au relief est donc aisément visible et favorise la correction des entités situées sur des pentes trop abruptes.

4. La démarche « terrain » :

Le déplacement sur le terrain reste la meilleure façon de vérifier la véracité des données produites par traitement informatique. En effet, confronter les résultats obtenus avec la réalité du terrain permet d'affiner le zonage tout en s'imprégnant du caractère particulier du territoire d'étude. Cette démarche permet également de mieux se représenter spatialement les différents secteurs du bassin versant ainsi que les composantes du paysage et leur échelle.

a. La vérification de la prélocalisation :

Face aux résultats obtenus lors de la phase de prélocalisation des zones humides du bassin de l'Hyrôme, le choix a été fait d'effectuer une vérification de ces données principalement sur les communes où se dérouleront les futurs inventaires participatifs : Saint Lambert du Lattay et Chanzeaux (**Fig.66**). En effet, lors de la prélocalisation sous logiciel SIG, un champ intégrant la fiabilité de la prélocalisation fut ajouté à la table attributaire de la couche « zone humide », le but étant de focaliser la phase de vérification sur le terrain aux zones de faible fiabilité (le plus souvent des prairies humides).

Afin de se repérer sur le terrain, un atlas provisoire a été édité, comprenant les fonds IGN, les photos aériennes et les zones humides potentiellement présentes. Cette démarche consista donc à vérifier l'existence des zones mais également leurs délimitations afin de créer un atlas le plus proche de la réalité pour le travail des groupes locaux. De plus, cette phase de prospection a permis d'appuyer les propos lors des différentes réunions, et ainsi donner une dimension territoriale au travail déjà réalisé. La connaissance précise de la situation géographique des différentes zones fut grandement appréciée par les acteurs locaux et favorisa l'instauration du dialogue.

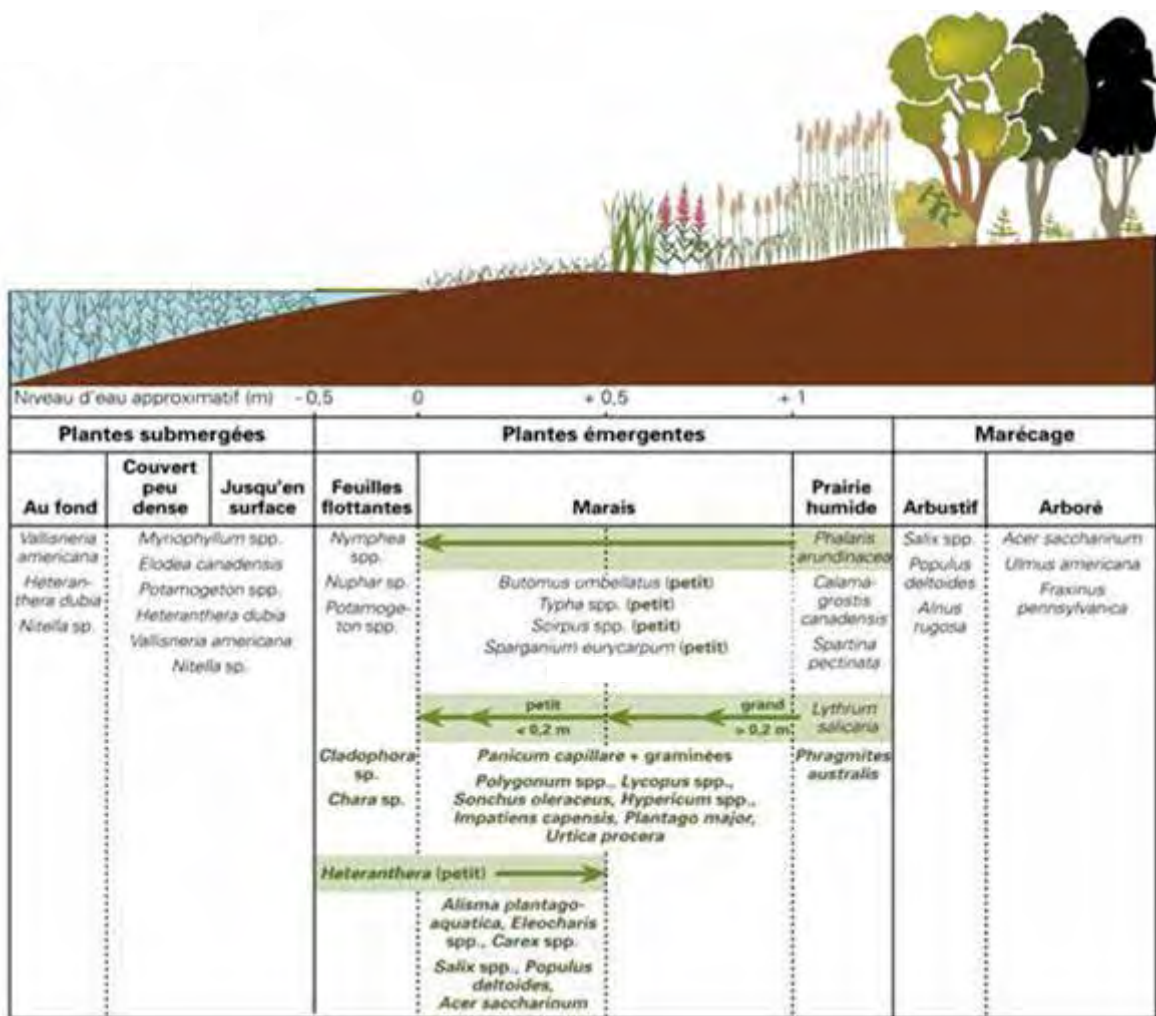


Fig. 67 : Les différentes espèces végétales présentes dans les milieux humides à faible niveau d'eau

www.ifen.fr

- Légende :**
- Mares et bordures
 - Plans d'eau et bordures
 - Zones humides artificielles
 - Zones humides boisées
 - Zones humides de bas-fond
 - Zones de plaines alluviales
 - Sources
 - Réseau hydrographique



Fig. 68 : La Petite Cheptardière (a) et le secteur du Grand Pré de Melay (b)

Enfin, cette vérification fut l'occasion de recenser les secteurs intéressants pour le patrimoine floristique et d'étayer la base de donnée photographique du SAGE.

b. La flore :

Comme nous avons pu le voir en première partie de ce rapport, les zones humides sont définies comme un support de vie pour des espèces végétales particulières et adaptées aux conditions d'humidité constante, et leur présence sur un terrain peut suffire à le caractériser comme zone humide. Cependant, selon le degré d'hydromorphie (durée d'engorgement, substrat...), différentes formations végétales peuvent co-exister et seront caractéristiques des situations rencontrées (**Fig.67**).

Les espèces végétales qui se développent dans l'eau ou sur un sol fortement gorgé d'eau sont appelées plantes hygrophiles ou hygrophytes. On distingue ensuite les plantes aquatiques au sens strict ou hydrophytes dont les appareils végétatifs peuvent être ancrés au fond ou libres, avec des feuilles et/ou des appareils reproductifs immergées ou émergées (BARBE, 1984). Les amphiphytes sont des hydrophytes partielles dans le temps et/ou l'espace c'est-à-dire qui se reproduisent hors de l'eau mais supportent une immersion temporaire. Enfin, les hélrophytes sont des végétaux qui développent l'essentiel de leur appareil végétatif hors de l'eau mais gardent leurs parties souterraines dans un substrat vaseux gorgé d'eau (FUSTEC et LEFEUVRE, 2000).

Afin de pouvoir mieux appréhender les espèces végétales typiques des zones humides du territoire d'étude, contact fut pris avec M. DOUILLARD, chargé d'action biodiversité et botaniste du Centre Permanent d'Initiative pour l'Environnement (CPIE) des Mauges. Le territoire d'action de ce CPIE comprenant certaines villes du territoire d'étude, il fut décidé d'étudier plus en détail deux zones inventoriées comme intéressantes au niveau floristique lors de la prospection terrain (**Fig.68**) :

- Le lieu dit de la Petite Cheptardière à Chanzeaux, caractérisé par une succession de zones humides de bas fond en aval d'une source et la présence de plusieurs mares. Lors d'une prospection terrain effectuée au mois de Mars, cette zone fut recensée comme abritant une importante concentration de Fritillaires pintades.
- Le secteur du Grand Pré de Melay situé à proximité du ruisseau de Chizé, composé de retenues collinaires bordées par des boisements humides (peupleraie et ripisylve du ruisseau) et d'une zone humide de bas fond. Les plans d'eau privés ayant été créés il y a une quinzaine d'années et étant, régulièrement entretenus, leurs bordures sont susceptibles d'abriter différentes espèces végétales caractéristiques des milieux humides.

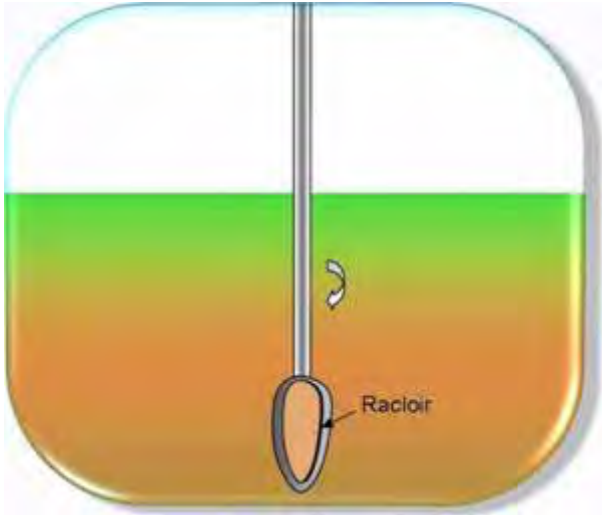


Fig. 69 : Utilisation de la tarière et type d'échantillon (prélèvement par 20cm)

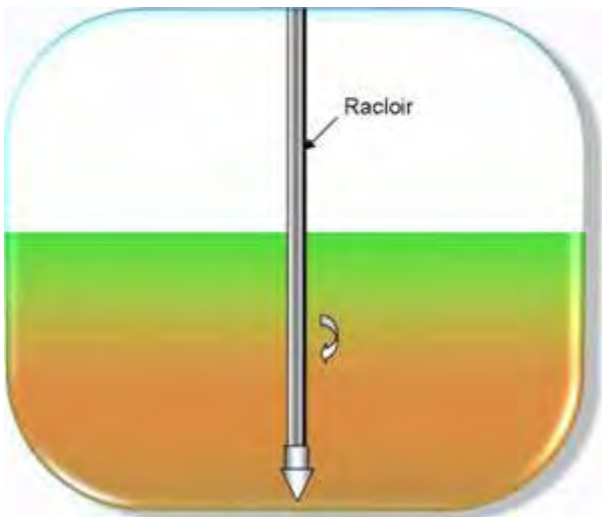


Fig. 70 : Utilisation de l'Agro-sonde A3H et type d'échantillon (carotte de 80cm)

Le but de cette démarche botanique sera de photographier les différentes espèces végétales rencontrées afin d'aider les acteurs locaux à les reconnaître lors de la mise en place de la démarche participative. Les résultats de cet inventaire non exhaustif, du fait du peu de temps pouvant être alloué à cette phase (2 demi-journées), seront donc retranscrits sous forme photographique au sein de publications du SAGE.

c. La pédologie :

La composition des sols peut également permettre l'identification et la localisation des zones humides d'un territoire. En effet, la succession d'engorgements plus ou moins prolongés de la zone se traduit par une hydromorphie des sols et donc des caractéristiques particulières. Les critères permettant de mettre en évidence la présence de sols hydromorphes sont :

- la décoloration de la terre (départ du fer par lessivage).
- la coloration gris-noir des horizons de surface due à la présence de matière organique en absence de fer.
- l'apparition de taches de rouille par re-précipitation du fer après ressuyage.

Ainsi, la coloration et la pigmentation des sols peuvent trahir la présence d'eau sur des secteurs paraissant secs par le biais des processus d'oxydoréduction du fer. En effet, l'horizon profond est un gley ou un pseudogley se caractérisant par des conditions asphyxiques et réductrices où le fer à l'état divalent (ferreux) possède une couleur gris-bleu. Dans la zone de battance de la nappe phréatique qui l'ennoe, on peut observer des zones où le fer, parce qu'il a été au contact de l'oxygène, est sous sa forme trivalente (ferrique) et de couleur rouille. La répartition, dans le profil du sol de ces plaques de fer ferrique, est alors une bonne indication sur l'amplitude de variation de la nappe d'eau (www.univ-ubs.fr). Cependant la lecture des carottes ou des profils pédologiques nécessite le plus souvent l'expérience d'expert en pédologie.

Dans notre cas, le but n'est pas d'identifier les différents sols hydromorphes présents sur le territoire d'étude mais de réaliser des prélèvements sur des zones humides recensées. Comme dans le cas de la démarche botanique, le but est d'aider les acteurs locaux à reconnaître ce type de sols en présentant leur agencement et leurs caractéristiques au sein du guide technique (document fourni en parallèle du rapport). Ne pouvant effectuer de fosses pédologiques pour des raisons administratives, les prélèvements seront réalisés à l'aide de tarières (**Fig.69**) ou de sondes de type Agro-sonde A3H (**Fig.70**) sur le secteur de la Petite Cheptardière (zone humide de bas fond) et le long de l'Hyrôme, au niveau du château de Chanzeaux (plaine alluviale).

5. La démarche participative à l'échelle communale :

a. L'objectif :

Une fois la prélocalisation effectuée, il est nécessaire de vérifier l'existence des zones humides potentielles inventoriées. La démarche participative d'inventaire consiste à faire participer les acteurs locaux à l'échelle d'une commune pour affiner la délimitation des zones et compléter leur caractérisation par des renseignements complémentaires. En effet, les acteurs locaux détiennent une information riche et précise de leur territoire et constituent donc une importante source de données. Il est également important de rappeler qu'une des volontés du SAGE est de sensibiliser les usagers et les citoyens à la nécessité de conserver les zones humides.

Cette opération place donc les acteurs locaux au centre d'une démarche collective pour une réflexion sur un sujet généralement non abordé : les zones humides. Cette expérience permet ainsi au SAGE Layon Aubance de lancer la discussion sur ce type de milieu. L'échange d'idées et d'informations amènera petit à petit les usagers vers une appropriation sociale des zones humides ne pouvant que faciliter leur future gestion. Cependant, face à un public souvent peu sensibilisé aux problématiques des milieux humides, cette expérience se doit d'être convaincante et non excessive dans son ambition. Le discours et la présentation des zones humides doivent être pensés plus sur une facette technique et proche de leurs attentes (contexte social, économique et politique particulier) que sur une vision purement environnementaliste et scientifique. De plus, il est préférable de constituer des groupes de travail représentatifs d'une population locale cible qui seront plus à même d'être réceptifs à une telle démarche et d'apporter leur expérience lors de la collecte des informations sur les zones humides prélocalisées.

b. La méthode :

Le groupe de travail :

La réussite d'une démarche participative d'inventaire des zones humides d'une commune dépend donc grandement de la constitution des groupes de travail. Afin que le groupe soit le plus représentatif des acteurs et usagers du territoire, les précédentes expériences ont permis d'élaborer une composition « type » répondant aux objectifs de l'inventaire (PREMEL-CABIC, 2005) :

Acteurs	Nombre
Elus	3-4
Monde agricole	2-3
Associations :	
• pêche et chasse	1-2
• protection de la nature	1-2

Tableau 11 : Composition du groupe de travail communal dans le cadre d'une démarche participative

Commune de CHANZEAUX

GREGOIRE	Georges	Agriculteur et Adjoint au Maire
BODY	Jean-Pierre	Agriculteur et Maire
BUREAU	Marie-Christine	Agriculteur et Conseillère
BOUSSION	Louis	Conseiller Municipal
GASTE	Xavier	Agriculteur
ONILLON	Daniel	Agriculteur
BONDU	Pascal	Agriculteur
BESNARD	Jean-Claude	Agriculteur
ADENIN	Christian	Association « Les Cachalots de l'Hyrôme »
MARTINEAU	Laurent	Agriculteur

Commune de SAINT-LAMBERT-DU-LATTAY

MERLET	Serge	Viticulteur
BERNIER	Patrice	« Les Cachalots de l'Hyrôme », chasseur
HUA	André	« Les Cachalots de l'Hyrôme », chasseur
LEVOYE	Bruno	Viticulteur
DERVIEUX	Jean-Jacques	Membre CLE, « Les Cachalots de l'Hyrôme »
MOUSSEAU	Gino	Maire et Professeur à la retraite

Tableau 12 : Composition des groupes de travail

CHANZEAUX
13 Semaines

26 Mars	Première réunion de présentation de la démarche et des outils d'inventaire
16 Avril 	Localisation des zones humides sur l'atlas et annotation des premières fiches d'identité
Mai 	Renseignement des dernières fiches d'identité
26 juin	Restitution des résultats

SAINT-LAMBERT-DU-LATTAY
10 Semaines

23 Avril	Première réunion de présentation de la démarche et des outils d'inventaire
23 Mai 	Localisation des zones humides sur l'atlas
Juin 	Renseignement des fiches d'identité
2 Juillet	Restitution des résultats

Tableau 13 : Déroulement des réunions

La composition du groupe de travail doit répondre aux objectifs d'amélioration des connaissances sur les zones humides de la commune, tout en développant une réflexion sur leur préservation. Compte tenu du système de fonctionnement des communes, il est donc judicieux d'avoir un groupe de personnes parmi les élus. Au mois de février, un courrier fut ainsi adressé aux élus, après approbation du projet par l'équipe municipale, les chargeant de dresser une liste des personnes susceptibles de constituer le groupe local de travail. Il s'agit de Jean Pierre BODY maire de la commune de Chanzeaux et Jean Jacques DERVIEUX, vice président de la CLE et membre de l'association de pêche des « Cachalots de l'Hyrôme », pour la commune de Saint Lambert du Lattay. Ces personnes constituent le lien privilégié entre le SAGE et les acteurs locaux pour la gestion du calendrier et le bon déroulement logistique de l'inventaire. La composition finale des groupes de travail est présentée dans le **tableau 12**.

Les réunions d'inventaire :

La participation de ces acteurs à l'étude fait l'objet de réunions animées par le stagiaire et les élus locaux, parfois en présence de l'animateur SAGE (Christian PREMEL-CABIC), réalisées en parallèle dans les deux municipalités. Face aux expériences de démarches participatives ayant déjà eu lieu, le choix fut d'adopter un déroulement en quatre étapes :

- Une première réunion a lieu pour exposer le déroulement de la démarche et rappeler les objectifs. Une présentation des zones humides (définition, fonctions, réglementation) est effectuée afin d'aider les acteurs locaux à mieux s'imprégner du sujet. Les atlas de prélocalisation sont également distribués dans l'optique de la seconde réunion, et les secteurs à étudier sont partagés entre les différents membres.
- La seconde réunion a pour but d'étudier en détail les zones annotées sur les atlas afin de réaliser les modifications nécessaires. Des fiches descriptives sont alors distribuées afin de renseigner les informations sur chaque zone humide recensée. Les caractéristiques de ces fiches et leur mode d'annotation sont exposés afin de faciliter leur remplissage.
- La troisième réunion a pour principaux objectifs de vérifier le renseignement des fiches et de faire le point sur l'état d'avancement de la démarche. Les fiches n'ayant pas encore été annotées seront envoyées par courrier afin d'être traitées sous informatique avant la dernière réunion.
- La quatrième réunion est une réunion de restitution où sont exposés les produits de l'inventaire avec une analyse rapide des résultats devant le conseil municipal. A cette occasion, l'atlas remis à jour est fourni afin d'être intégré au PLU. Cette dernière réunion est également l'occasion de faire le point sur la démarche et recueillir les appréciations sur les points à améliorer pour les futurs inventaires.

Le laps de temps entre la première et la dernière réunion a été dépendant des disponibilités de chacun, l'activité agricole et viticole étant intense à cette période de l'année. Pour la commune de Chanzeaux, 13 semaines ont été nécessaires contre 10 pour la commune de St Lambert du Lattay (**Tableau 13**).

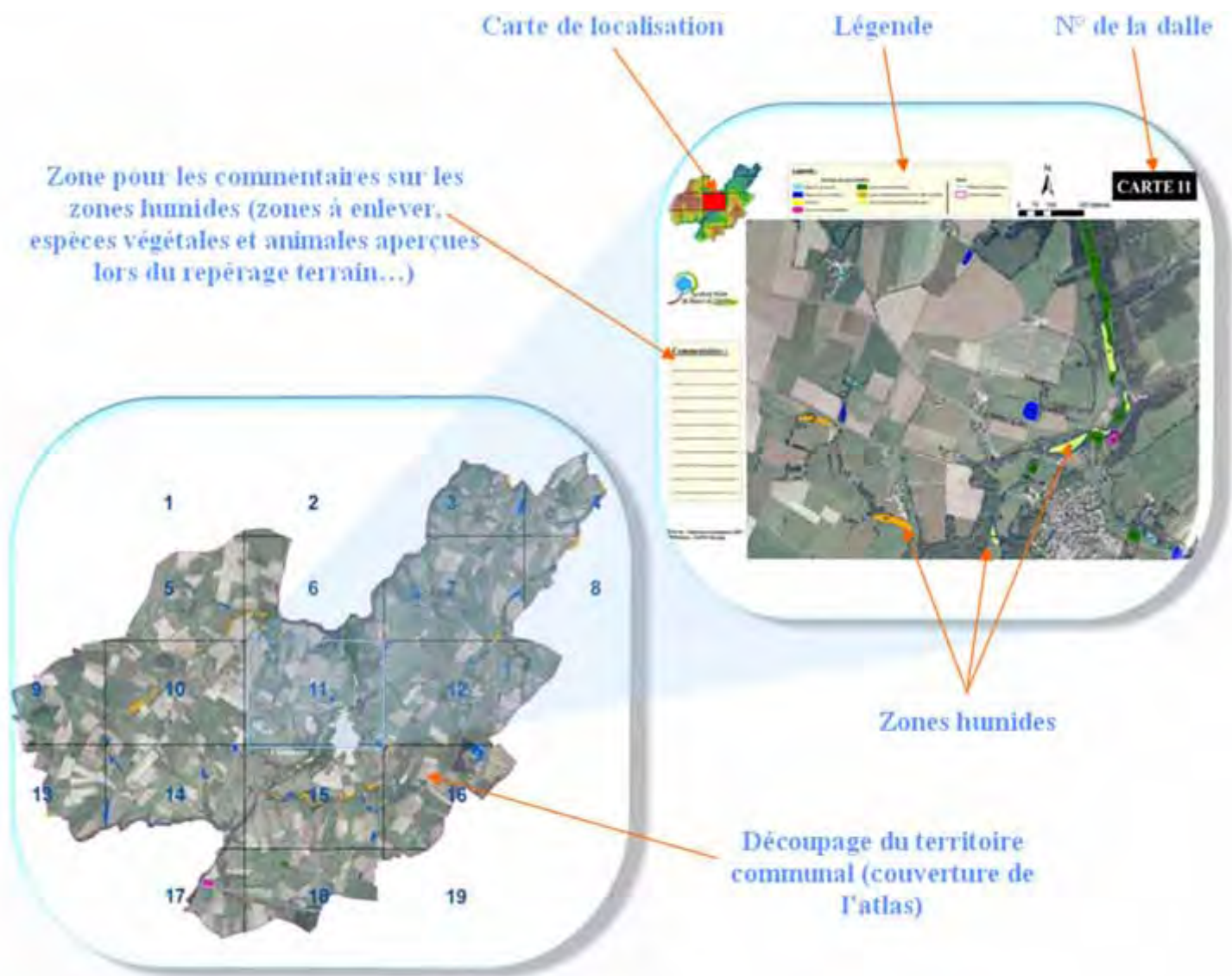


Fig. 71 : Atlas de la commune de Chanzeaux et gros plan sur la dalle n°11 (photos aériennes)

c. Les outils :

L'atlas :

L'étape de repérage sur carte effectuée par les acteurs locaux en début de démarche va se faire à l'aide d'un atlas cartographique. Cet atlas couvre la totalité de la commune concernée par l'inventaire et se divise en un nombre de dalles proportionnel à la surface couverte (échelle 1.5000) (**Fig.71**). La grille de cet atlas est créée automatiquement par un plugin téléchargeable sur le site du support ESRI. Chaque dalle est alors divisée en 2 cartes :

- 1 avec les photos aériennes (**Fig.72a**) pour mieux distinguer les parcelles, les zones urbaines ou bien les formations végétales. Elle permet de réaliser plus aisément les modifications de limites nécessaires.
- 1 avec le fond IGN (**Fig.72b**) afin de mieux se repérer par rapport au réseau routier et aux zones urbaines (noms des lieux dits).



Fig. 72 : Les deux types de visualisation du territoire contenus dans l'atlas de prélocalisation

Sur chacune de ces cartes, les zones humides prélocalisées sont dessinées avec une numérotation et un code couleur spécifique au type de zone qu'on est susceptible de rencontrer. Ce numéro servira d'identifiant de la zone lors du renseignement des fiches d'identité.

Les fiches d'identité :

Une fois la phase de vérification cartographique terminée, la deuxième étape va consister à annoter une fiche d'identité pour chaque zone humide inventoriée. Il existe 6 catégories de fiches correspondant chacune à un type de zone humide et reprenant la typologie précédemment présentée (sauf les sources) (ANNEXE 10). Les informations à annoter sur une fiche se divise en 5 parties :

- Le numéro de la zone, sa situation par rapport aux dalles de l'atlas ainsi que le nom usuel de la zone ou du lieu dit.
- Le ou les types d'entrées et sorties d'eau ainsi que le régime de submersion.
- L'occupation des sols autour de la zone.
- Les activités pratiquées sur et autour de la zone.
- Enfin la dernière partie s'attache à évaluer l'intérêt de la zone humide au niveau biodiversité déjà observée sur le site.

Zone n° :	Carte :	Nom du site :	ZONE HUMIDE DE BAS-FOND
Typologie : <input type="checkbox"/> prairies, <input type="checkbox"/> cultures, <input type="checkbox"/> jachères, <input type="checkbox"/> végétation clairsemée, <input type="checkbox"/> pâturages naturels, <input type="checkbox"/> autres :			
Régime de submersion : <u>Périodicité :</u> <input type="checkbox"/> jamais submergée <input type="checkbox"/> toujours submergée <input type="checkbox"/> exceptionnellement submergée <input type="checkbox"/> régulièrement submergée		<u>Étendue :</u> <input type="checkbox"/> totalement submergée <input type="checkbox"/> partiellement submergée	
Alimentation de la zone humide : <input type="checkbox"/> fossé <input type="checkbox"/> cours d'eau <input type="checkbox"/> source <input type="checkbox"/> nappe <input type="checkbox"/> précipitations <input type="checkbox"/> plan d'eau <input type="checkbox"/> ruissellement diffus <input type="checkbox"/> pompage		Sortie d'eau : <input type="checkbox"/> évaporation <input type="checkbox"/> fossé <input type="checkbox"/> cours d'eau <input type="checkbox"/> nappe <input type="checkbox"/> plan d'eau <input type="checkbox"/> pompage, drainage	
Permanence : <input type="checkbox"/> permanent <input type="checkbox"/> temporaire / intermittent <input type="checkbox"/> saisonnier		Permanence : <input type="checkbox"/> aucune <input type="checkbox"/> permanent <input type="checkbox"/> temporaire / intermittent <input type="checkbox"/> saisonnier	
Durée d'engorgement du sol : jours			
Occupation des sols autour de la zone humide : <input type="checkbox"/> prairies <input type="checkbox"/> cours d'eau et voies d'eau <input type="checkbox"/> culture annuelle, précisez : <input type="checkbox"/> vignobles <input type="checkbox"/> vergers petits fruits <input type="checkbox"/> périmètres irrigués en permanence <input type="checkbox"/> maraîchage <input type="checkbox"/> bois (<input type="checkbox"/> feuillus, <input type="checkbox"/> conifères, <input type="checkbox"/> mixtes) <input type="checkbox"/> tissu urbain (<input type="checkbox"/> discontinu, <input type="checkbox"/> continu) <input type="checkbox"/> jardin			
<input type="checkbox"/> landes et broussailles <input type="checkbox"/> extraction de matériaux <input type="checkbox"/> décharge sauvage / remblais <input type="checkbox"/> espace vert urbain <input type="checkbox"/> équipement sportif de loisir <input type="checkbox"/> réseau de plans d'eau <input type="checkbox"/> zone d'activité (industrielle ou commerciale) <input type="checkbox"/> réseau routier ferroviaire <input type="checkbox"/> autre :			
Activités principales et usages : <u>Dans la zone humide :</u> <input type="checkbox"/> agriculture (<input type="checkbox"/> élevage, <input type="checkbox"/> culture) <input type="checkbox"/> pêche <input type="checkbox"/> chasse <input type="checkbox"/> tourisme et loisir <input type="checkbox"/> pas d'activité marquante <input type="checkbox"/> autre :			
<u>Autour de la zone humide :</u> <input type="checkbox"/> élevage, pâturage <input type="checkbox"/> agriculture (<input type="checkbox"/> élevage, <input type="checkbox"/> culture) <input type="checkbox"/> sylviculture <input type="checkbox"/> chasse <input type="checkbox"/> tourisme et loisir <input type="checkbox"/> routes et voies ferrées, <input type="checkbox"/> industrie <input type="checkbox"/> urbanisation <input type="checkbox"/> pas d'activité marquante <input type="checkbox"/> autre :			
Intérêt pour la biodiversité			
Flore <input type="checkbox"/> inconnu <input type="checkbox"/> très intéressante <input type="checkbox"/> intéressante <input type="checkbox"/> peu intéressante <input type="checkbox"/> pauvre	<i>Flore rencontrée :</i> <div style="border: 1px solid black; height: 80px; width: 100%;"></div>	Faune <input type="checkbox"/> inconnu <input type="checkbox"/> très intéressante <input type="checkbox"/> intéressante <input type="checkbox"/> peu intéressante <input type="checkbox"/> pauvre	<i>Faune rencontrée :</i> <div style="border: 1px solid black; height: 80px; width: 100%;"></div>
Commentaires : <div style="border: 1px solid black; height: 30px; width: 100%;"></div>			

Fig. 73 : Exemple de fiche d'identité pour une zone humide de bas fond

Suivant le type de zone à renseigner, les caractéristiques de chaque partie varient afin de s'adapter le plus possible à la réalité (**Fig.73**). Ainsi, les différents choix proposés répondent à la classification du tronc commun national (typologie LAND COVER) mais sont cependant adaptés au territoire d'étude (ANNEXE 11). On notera cependant que les sources ne sont pas prises en compte dans les fiches d'identité mais seront détectées grâce au type d'alimentation en eau des autres catégories de zones humides. Afin de faciliter le travail du groupe de travail sur la partie biodiversité, une liste des espèces animales et végétales typiques est en cours de création.

La base de données :

Cette base de données est à la fois un outil et un produit de l'inventaire. Résultant du traitement des fiches d'identité, elle regroupe l'ensemble des informations sur les zones humides du territoire. Le squelette de la base de donnée a ainsi été créé à partir des thèmes développés dans les fiches avec la mise en place d'une « géodatabase » sous ArcView. Elle comprend des informations sur le type d'entités représentées (ici polygones), le système de référence spatiale (Lambert II carto), les différents champs d'informations et leurs valeurs possibles. Des valeurs précodées ont donc été entrées pour certains champs afin de faciliter le traitement des informations recueillies sous logiciel SIG (**Fig.74**).

Property	Value
OBJECTID	8927
Périmètre	656,136
Superficie	15270,703
Typologie	Zones humides de bas-fond en tête ...
Nom_usuel	La Petite Cheptardière
Occupation du sol autour	Prairies
Occupation_du_sol_intérieure	Prairies
Usage_interne	Cultures annuelles associées aux cul
Usage_autour	Forêts de feuillus
Commentaires_usages	Forêt de conifères
Alimentation	Forêts mélangées
Durée alimentation	Landes et broussailles
Sortie d'eau	Roches nues
Durée de sortie	Cours d'eau et voie d'eau
Assec_plans_d_eau_et_mares_	Plans d'eau
Périodicité	Exceptionnellement submergée
Etenue	Partiellement submergée
Durée_engorgement	-
Fonctions_hydrologiques	-
Faune	Ragondins, Grenouilles, Canards
Flore	Filulaire pintade, Oenantes, Ficares...
Code_comme_biotope	-
Photo_dossier	-
Photo_fichier	-
Commentaires	-
Année_réalisation	2007
Statut_inventaire	-
Source	Nicolas Patry
Commune	CHANCEAUX
numéro	237

Fig. 74 : Les différents champs à annoter dans la table attributaire pour chaque zone humide

La base informatique, une fois annotée, va donc constituer un outil de centralisation des données pouvant être remis à jour avec les inventaires futurs. De plus, en étant exploitable sous le logiciel Access, elle favorisera l'échange des informations entre le SAGE layon Aubance et les différents acteurs tel que l'Etat, l'Agence de l'Eau, ou plus localement les professions agricoles.

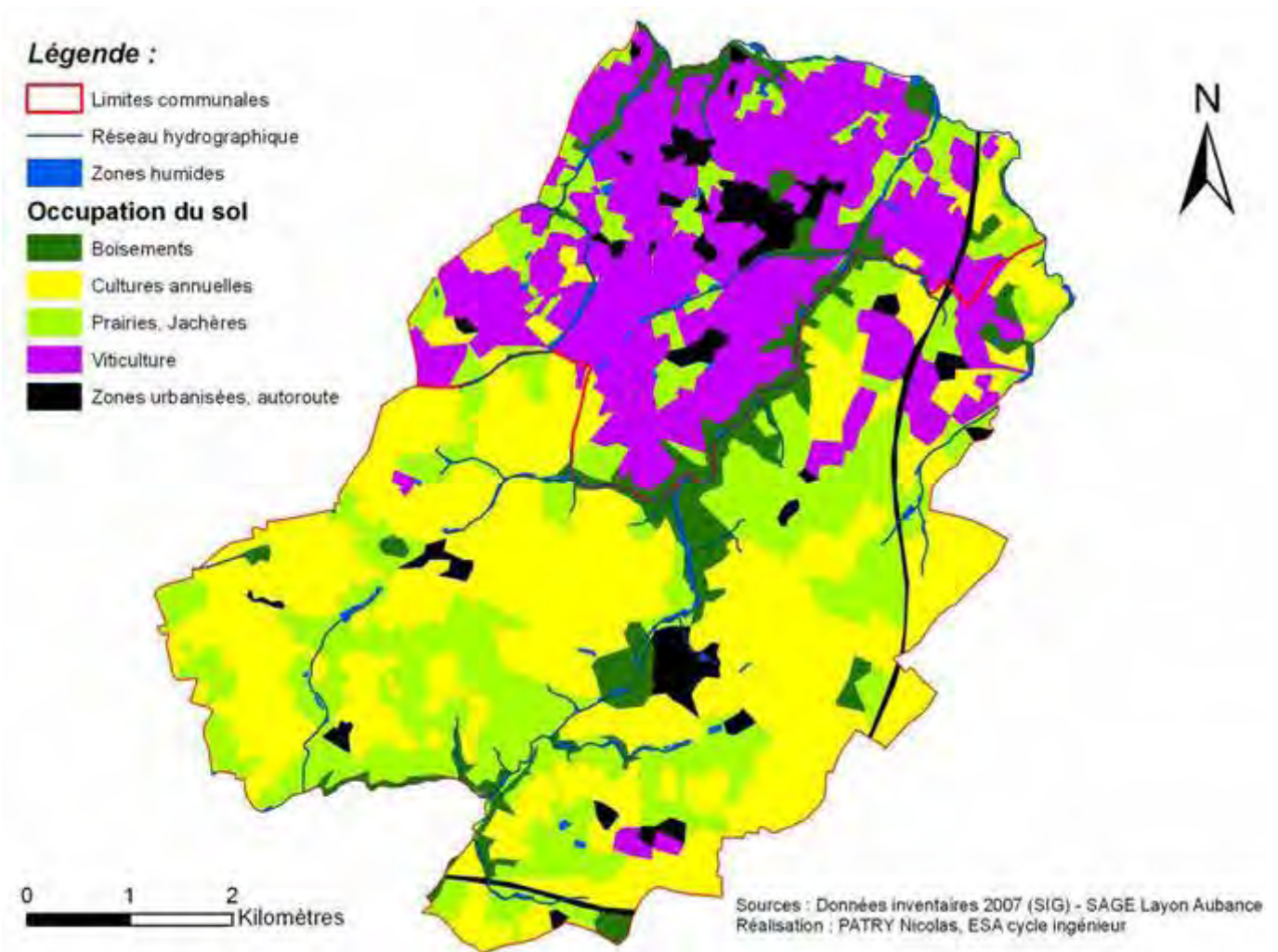


Fig. 75 : Occupation globale du sol sur les communes de Chanzeaux et Saint Lambert du Lattay

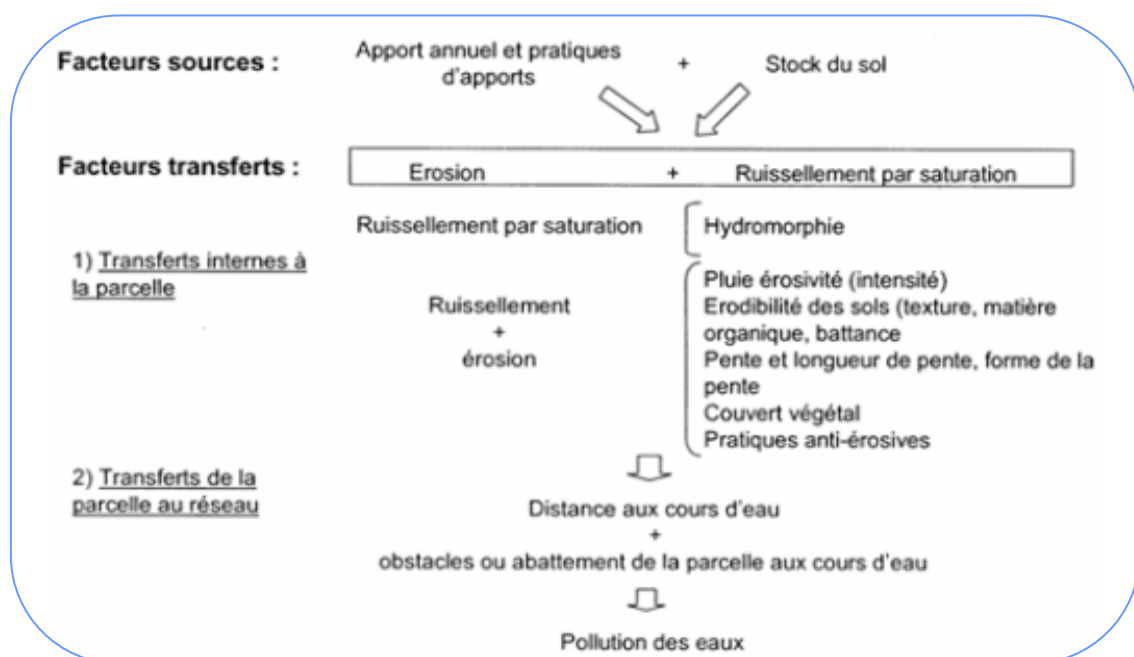


Fig. 76 : Facteurs de transfert des pollutions diffuses en surface

6. Les Zones Humides Stratégiques pour la Gestion de l'Eau (ZHSGE) : premières réflexions

a. L'objectif :

« *Le schéma d'aménagement et de gestion des eaux comporte un plan d'aménagement et de gestion durable de la ressource en eau et des milieux aquatiques* » (Art. L212-5-1 du C.E.). Ce plan peut identifier des zones stratégiques pour la gestion de l'eau dont la préservation ou la restauration contribue à la réalisation des « *objectifs de qualité et de quantité des eaux que fixent les schémas directeurs d'aménagement et de gestion des eaux* » (Art. L. 212-1 du C.E.).

Ainsi, les nouvelles lois ont changé le contenu du SAGE Layon Aubance qui peut dorénavant définir et délimiter les Zones Humides Stratégiques pour la Gestion de l'Eau (ZHSGE) tout en édictant les règles nécessaires à leur maintien et leur restauration. Cependant, à l'heure actuelle, aucune méthodologie n'a encore été mise en place pour définir ce type de zones. En attendant les futurs décrets, le choix a donc été fait de réaliser une première réflexion pouvant servir de base à un travail plus poussé lors des prochaines études liées à la révision du SAGE.

Comme nous avons pu le voir lors de la présentation des rôles des zones humides, ce type de milieu possède un fort pouvoir tampon au niveau des polluants. Leurs fonctions d'épuration des pollutions diffuses et de limitation des transferts vers les milieux aquatiques permettent d'améliorer la qualité des eaux situées en aval. Ayant réalisé un inventaire des zones humides présentes sur les communes de Chanzeaux et Saint Lambert du Lattay par démarche participative, le SAGE détient donc des informations précises sur la localisation et les caractéristiques particulières de chacune d'entre elles. De plus, les activités agricoles étant développées sur ces deux communes (**Fig.75**) au travers de la viticulture et des cultures annuelles (maïs, blé, plantes médicinales...), il paraît logique de penser que le pouvoir de rétention des zones humides est fortement sollicité dans la régulation des pollutions de l'Hyrôme et ce particulièrement au niveau des produits phytosanitaires. Notre réflexion se basera donc sur le cas des pesticides.

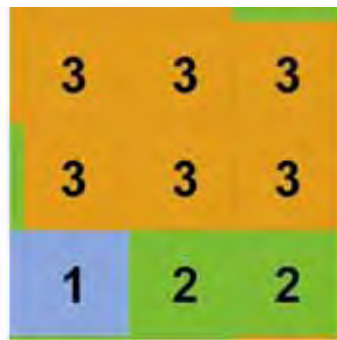
b. La méthode :

Il est nécessaire d'évaluer les composantes environnementales liées au transfert sur ces zones de ce type de produits afin d'en référencer les secteurs à protéger en priorité et créer une carte intégrant les ZHSGE pour la révision du SAGE. Il est donc envisagé d'utiliser les différents outils et données produites lors des phases précédentes de l'inventaire auxquelles s'ajouteront de nouvelles informations sur les sources et critères de propagation des polluants (**Fig.76**) telle qu'une carte d'occupation globale des sols (aucune carte précise n'ayant été réalisée auparavant). La méthode sera donc basée sur l'utilisation croisée de ces données.



Raster d'occupation du sol

+



Raster des pentes

+



Raster de la proximité des cours d'eau

=

Raster résultant de l'addition



Reclassement suivant les 4 classes de risque



Raster final définissant les zones à risque



Valeurs du raster « addition »	Valeurs du raster « zones à risques » suite au reclassement
3 et 4	1
5	2
6	3
7, 8, 9, 10, 11 et 12	4

Reclassement par la méthode des intervalles géométriques (vision plus contrastée des valeurs élevées)

Fig. 77 : Méthode d'additionnement des rasters

Les critères de classification des risques utilisés pour mettre en place cette méthodologie s'inspirent de la démarche d'analyse des pressions et des impacts (DPSIR) pour l'évaluation du risque de ne pas atteindre les objectifs environnementaux de la Directive Cadre sur l'Eau. (Circulaire DCE 2003-02 du 15 mai 2003). Elle fut utilisée par le SAGE Estuaire de la Loire pour estimer le transfert par ruissellement des produits phytosanitaires par sous-bassin versant (www.geohyd.com).

L'occupation du sol : Elle représente les secteurs d'application des produits phytosanitaires au travers des différentes activités humaines. Le classement des risques sera également basé sur l'imperméabilisation et la battance des sols de la façon suivante :

- Risque faible (1) : Prairies, Jachères, Boisements
- Risque modéré (2) : Cultures annuelles
- Risque élevé (3) : Viticulture
- Risque très élevé (4) : Zones urbaines et voirie

Les pentes : L'inclinaison des pentes du territoire d'étude a été calculée grâce à l'extension « Spatial Analyst ». Elle sont comprises entre 0° et 42° et doivent donc être classées suivant le niveau de risque qu'elles représentent vis-à-vis du transfert des pollutions diffuses :

- Risque faible (1) : pente < 1,5°
- Risque modéré (2) : $1,5^\circ \leq \text{pente} < 3^\circ$
- Risque élevé (3) : $3^\circ \leq \text{pente} < 7^\circ$
- Risque très élevé (4) : pente $\geq 7^\circ$

Le réseau hydrographique : La proximité entre le réseau hydrographique et les zones d'application de pesticides joue un rôle important sur la délimitation des secteurs de protection prioritaires. Il a été choisi de réaliser des « buffer » selon les critères suivants :

- Risque faible (1) : > 200m
- Risque modéré (2) : 100 à 200m
- Risque élevé (3) : 50 à 100m
- Risque très élevé (4) : 0 à 50m

Ces trois couches étant converties en format « raster » avec une taille de cellule (ou pixel) de 10m de côté, il va être possible de les additionner grâce à la calculatrice raster de Spatial Analyst, chaque cellule possédant une valeur comprise entre 1 et 4 suivant le niveau de risque (**Fig.77**). Suite à ce calcul et au reclassement des valeurs, le résultat donne une couche représentant les zones à risques pour le transfert des pesticides et donc les secteurs susceptibles de contenir des zones humides fortement sollicitées d'un point de vue épuratoire. Enfin, cette couche sera croisée avec la carte de localisation des micro-bassins présents sur les deux communes d'étude afin de déterminer le positionnement des zones à risques. On notera cependant que seules les zones humides supérieures à 1 000 m² (seuil de la loi sur l'eau) et appartenant aux typologies présentant un pouvoir épuratoire (Zones humides de bas fond, Plaines alluviales, Zones humides boisées) seront gardées lors de la détermination des zones humides stratégiques pour la gestion de l'eau.

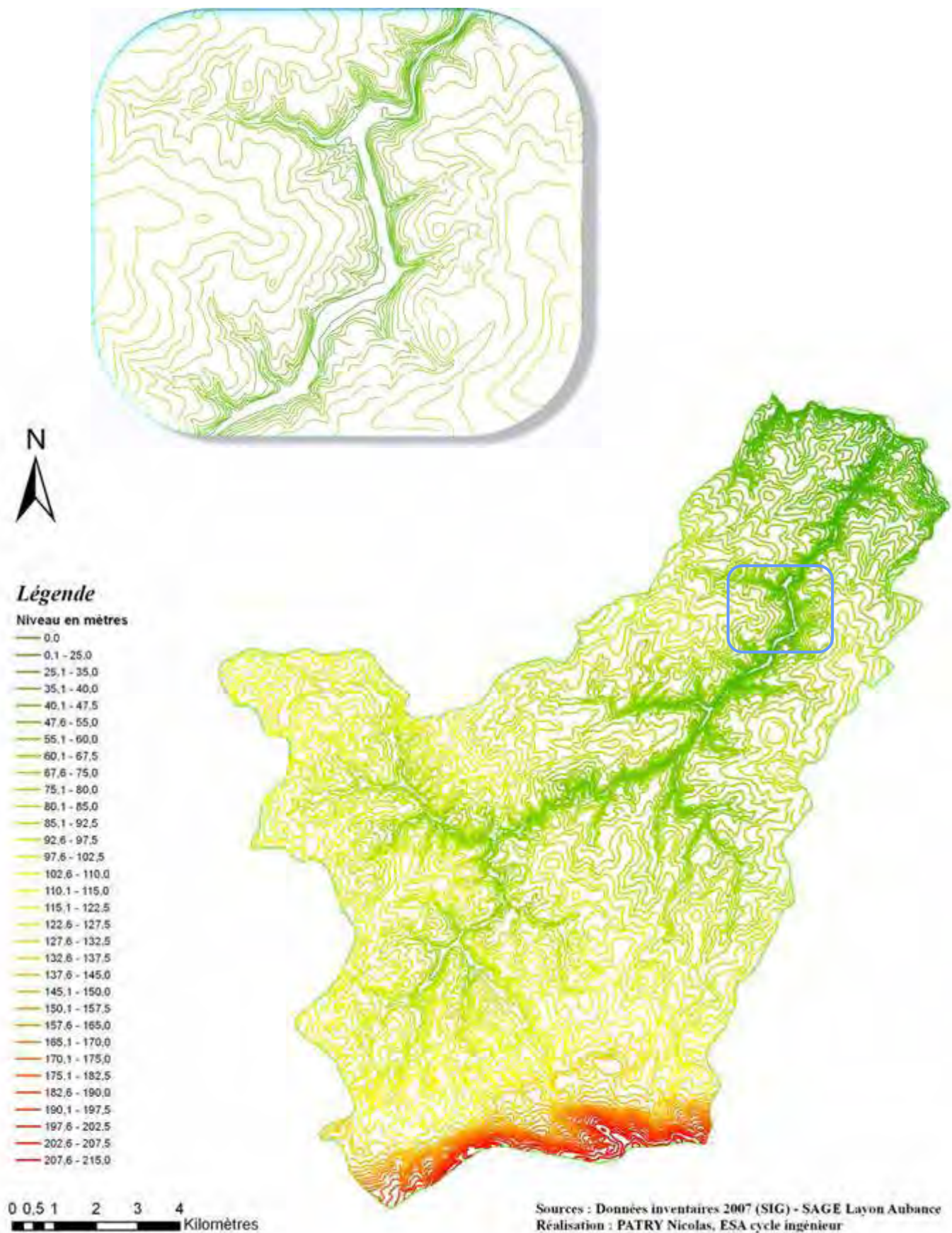


Fig. 78 : Carte des courbes de niveau vectorisées

III. Présentation des résultats :

1. Les résultats topographiques :

a. La vectorisation des courbes de niveau :

La création de cette carte a nécessité la vectorisation de 1 267 courbes de niveau à partir des données topographiques fournies par les cartes IGN (**Fig.78**). L'utilisation d'un dégradé de couleur permet de mieux apprécier les fonds de vallée (vert) et la situation des différents cours d'eau formant le réseau hydrographique du bassin versant de l'Hyrôme. La zone de forte déclivité située à la source de l'Hyrôme (massif des Gardes) au sud du bassin versant est également aisément repérable grâce à cette méthode. De plus, la superposition de cette couche comprenant les données d'altitude a permis de faciliter la localisation des secteurs susceptibles de contenir des zones humides. Cependant, elle ne constitue que le point de départ pour la création de l'IBK et doit être transformée par triangulation en Modèle Numérique de Terrain.

b. Le Modèle Numérique de Terrain :

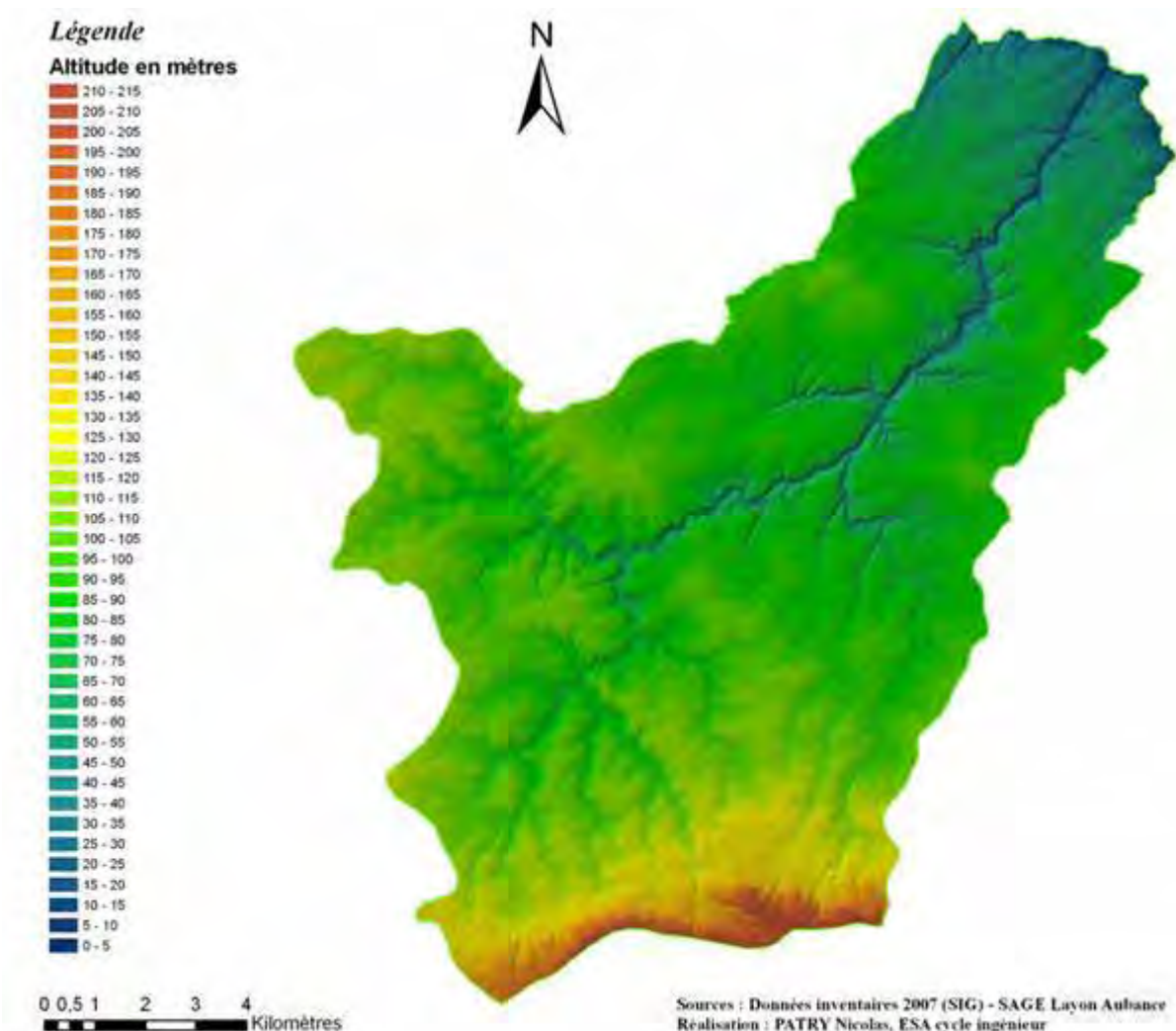


Fig. 79 : MNT réalisé sur le bassin versant de l'Hyrôme

Sous classes de valeurs IBK	Valeurs de l'indice
2	[2;3]
3_1	[3;3.5]
3_2	[3.5;4]
4_1	[4;4.5]
4_2	[4.5;5]
5_1	[5;5.5]
5_2	[5.5;6]
6_1	[6;6.5]
6_2	[6.5;7]
7_1	[7;7.5]
7_2	[7.5;8]
8	[8;9]
9	[9;10]
10	[10;11]
11	[11;12]
12	[12;13]
13	[13;14]
14	[14;15]
15	[15;16]
16	[16;17]
17	[17;18]
18	[18;19]
19	[19;20]
20	[20;21]
21	[21;22]

Tableau 14 : Répartition en sous classes des valeurs de l'IBK

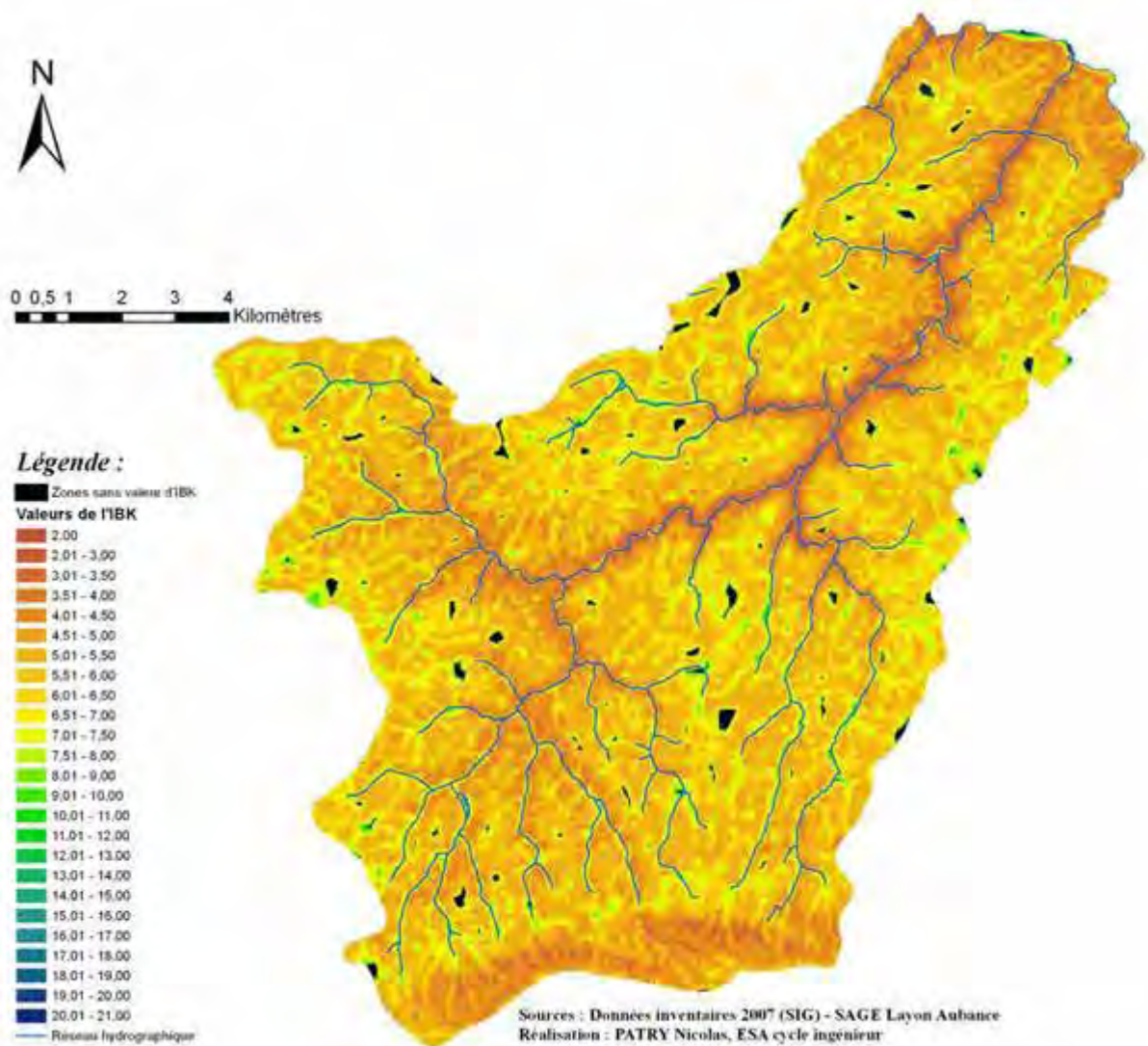


Fig. 80 : Carte des sous-classes des valeurs de l'IBK

Issu du traitement informatique des courbes de niveau, cette représentation du relief (**Fig.79**) est visuellement très utile et permet d'identifier les secteurs prioritairement intéressants. En effet, on peut par exemple remarquer que la zone sud-est avant le massif des Gardes comporte des vallées larges à faible dénivellation, avec de nombreuses confluences entre cours d'eau secondaires, susceptibles d'inclure des zones humides de bas fond. A contrario, les coteaux bordant le cours de l'Hyrôme sur sa partie aval laissent présager une faible présence de milieux humides ou du moins des zones de moindre superficie à l'exception de la confluence avec le Layon.

c. L'Indice de Beven Kirkby :

La méthodologie utilisée pour le calcul de l'IBK (ANNEXE 12) est celle suivie par le SAGE du bassin de la Sarthe Amont (REMOND, 2006). L'IBK est calculé à partir du MNT à l'aide de l'extension Terrain Analysis sous ArcView 3.2 (non existant sous ArcView 9). Pour des raisons informatiques, la précision de l'indice sera de 23m afin de limiter la puissance des calculs lors de l'agrégation des données. Les valeurs de cet indice sont ici comprises entre 2,62 et 21,73 et dans le but de faciliter l'exploitation des données nous avons reparti les pixels suivant des classes de valeur. Le **tableau 14** présente les différentes sous classes de valeur de l'IBK. Les valeurs d'IBK étant le plus souvent comprises entre 3 et 8, le choix a été fait d'établir des sous classes intermédiaires afin d'affiner le futur calage de l'indice.

Suite à cette répartition des valeurs (**Fig.80**), le calage IBK doit être accompli à l'aide d'indices de terrain. Les valeurs les plus fortes désignant des sols hydromorphes, un croisement aurait dû être effectué avec les données pédologiques. Cependant, aucune donnée de ce type n'étant disponible sur le territoire d'étude, une autre solution est envisagée. En effet, si l'on considère que les zones humides déjà référencées lors des précédents inventaires se situent sur des sols hydromorphes (hypothèse de l'IBK), il est alors possible de caler l'indice suivant la répartition de ces zones pour chaque sous classe d'IBK. L'IBK va donc être réalisé sur l'Hyrôme mais également sur le bassin du Lys et de l'Aubance où des inventaires participatifs ont permis de recenser les zones humides réelles.

Afin que les enveloppes délimitées par l'IBK reflètent au mieux la réalité, deux classes de probabilité vont ainsi être créées : probabilité forte et probabilité moyenne de présence de zones humides. Grâce à une sélection spatiale sous le logiciel ArcMap, la surface de zone humide contenue dans chaque sous-classe d'IBK a été calculée et convertie en pourcentage dans le but de déterminer une valeur seuil pour les classes de probabilité (**Fig.81**). On note que 100% des superficies de zones humides sont comprises entre les sous-classes 2 et 10. Les sous-classes supérieures à 10 n'étant pas représentées on peut supposer qu'elles concernent des zones n'ayant pas encore fait l'objet d'inventaire. De plus, il est important de savoir que ces sous-classes élevées ne constituent qu'une infime partie des pixels constitutifs de la couche IBK.

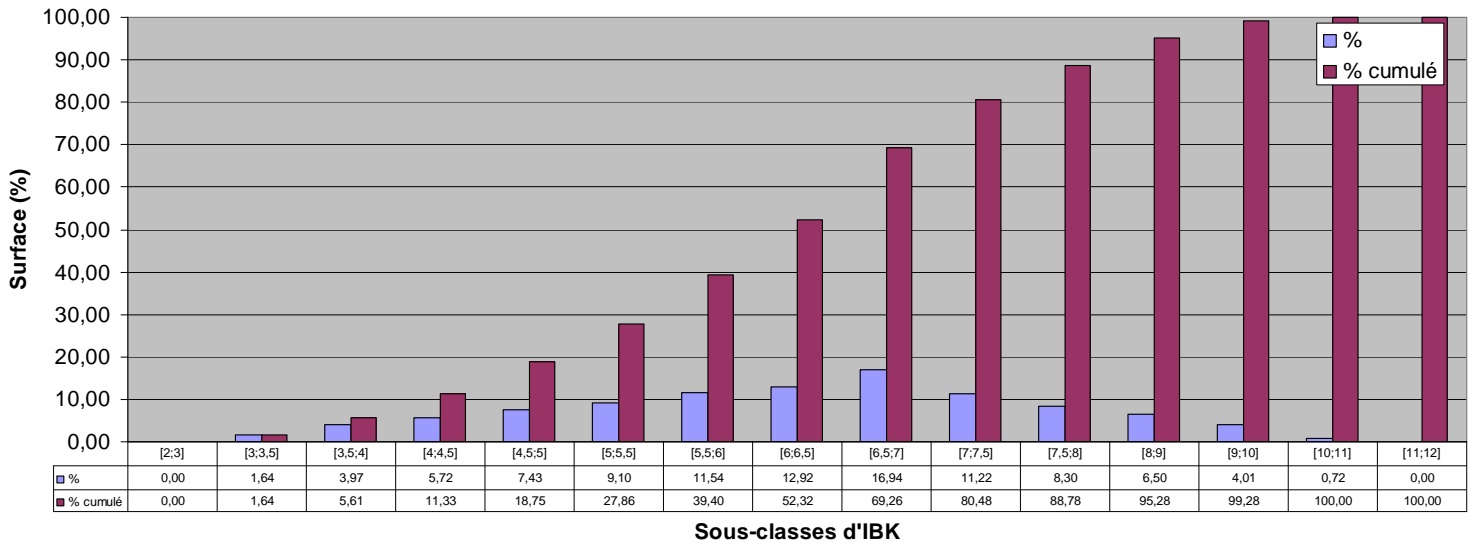


Fig. 81 : Pourcentage de surface de zones humides réelles par sous-classes d'IBK

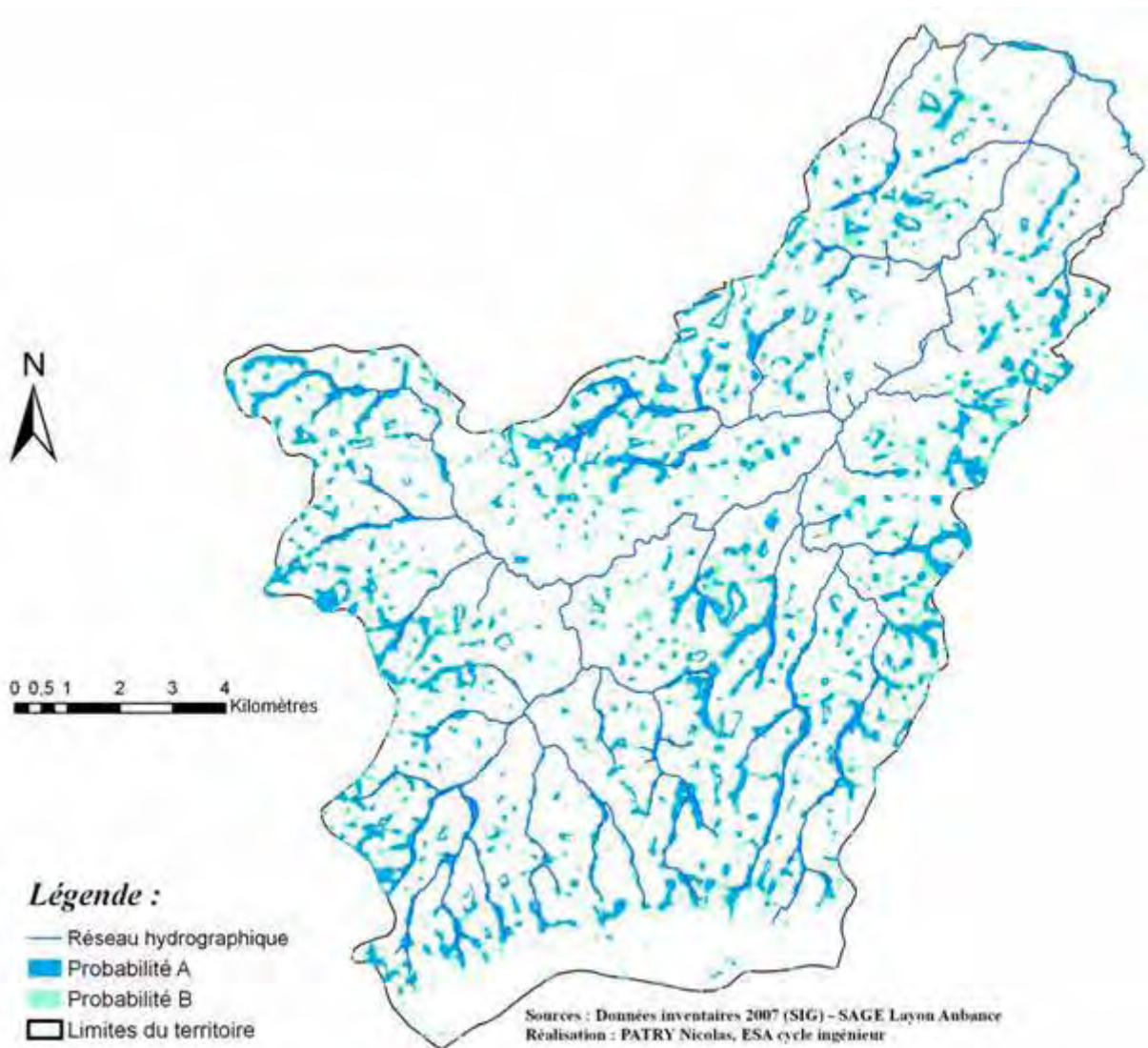


Fig. 82 : Carte des classes de probabilité de présence de zones humides d'après l'IBK

La sous-classe 10 sera donc considérée comme base de l'enveloppe de zones humides potentielles à laquelle on va progressivement ajouter des sous-classes inférieures pour augmenter la surface de l'enveloppe. On peut ainsi voir sur la **figure 81** qu'à partir de la sous-classe 6_2 ([6,5;7]), la valeur ajoutée de surface de zone humide diminue lorsqu'on ajoute une sous-classe de plus faible valeur. On considère donc qu'élargir l'enveloppe de zone humide en y ajoutant des sous-classes inférieures apporterait plus de surface non humide que de zone humide. La sous-classe 6_2 va donc constituer la valeur seuil en dessous de laquelle, la probabilité de présence de zones humides est faible.

Les classes de probabilité de présence de zones humides vont ainsi être les suivantes :

- **La classe A** : Elle concerne les valeurs les plus importantes de l'IBK et représente une probabilité forte de présence de zones humides. Elle comprend les sous-classes 10 à 7_1 incluse et représente environ 30% de la surface des zones humides déjà identifiées sur le territoire du SAGE.
- **La classe B** : Elle constitue une probabilité moyenne de présence de zones humides et comprend la sous-classe 6_2.

Comme le montre la **figure 82**, les valeurs élevées d'IBK sont étroitement liées au positionnement du réseau hydrographique. Cependant, le caractère encaissé des coteaux de l'Hyrôme dans sa partie aval n'a pas permis d'identifier clairement les zones de plaines alluviales bordant le cours d'eau. Une diminution de la taille des pixels lors du traitement aurait pu donner une meilleure précision mais aurait engendré des temps de calcul plus importants, voir impossibles, pour le matériel informatique mis à disposition. D'autre part, d'après l'étude menée sur le bassin versant de la Sarthe Amont, les classes A et B ne sont pas adaptées aux secteurs de vallées encaissées comme l'Hyrôme (REMOND, 2006).

Il ressort cependant de cette carte que les secteurs bordant le réseau secondaire dans la partie sud-ouest (commune de Melay) possèdent une forte probabilité de présence de zones humides. Cette hypothèse conforte les résultats précédents issus du MNT et confortent l'idée selon laquelle l'IBK permet de mieux localiser les zones humides lorsque les vallées sont larges et par conséquent lorsque les variations du relief sont faibles ou spatialement étalées.

Malgré ces imprécisions liées à l'absence de données pédologiques et à la nécessité d'utiliser une résolution suffisamment importante (23m) pour effectuer les calculs, l'IBK reste un indice topographique utile pour croiser diverses sources d'informations et orienter les futures vérifications terrain.

A la fois résultat et outil, l'IBK va permettre de faciliter la localisation des grandes enveloppes de zones humides potentielles et par là même la démarche de prélocalisation sur photos aériennes.

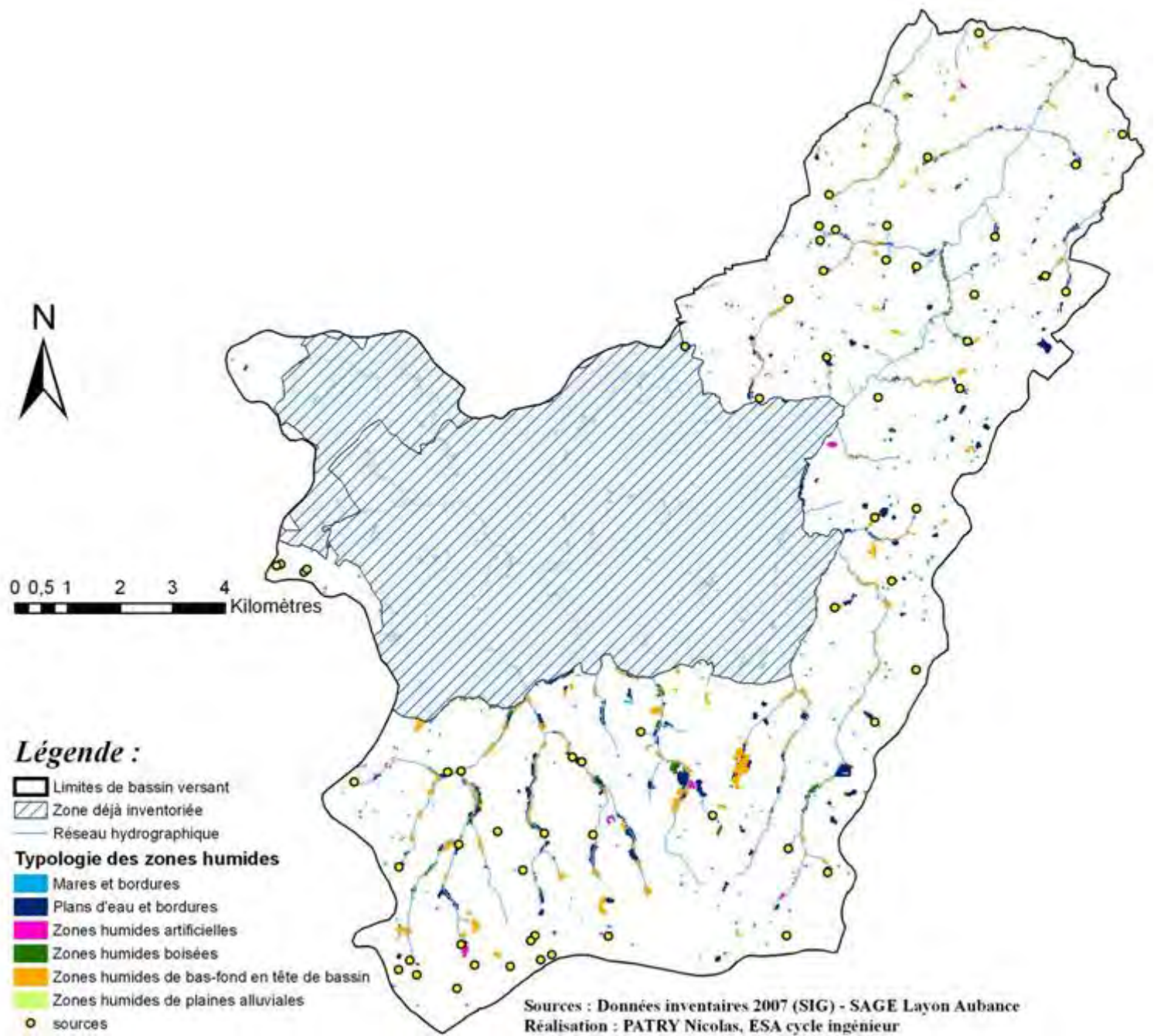


Fig. 83 : Carte des zones humides prélocalisées sur le bassin versant de l’Hyrôme

2. Les résultats de la prélocalisation :

Sur les 114 Km² couverts par l'inventaire de prélocalisation, 917 zones humides ont été recensées soit une moyenne de 8 zones par Km². Les zones humides couvrent 2,63 Km² soit 2,3% du territoire d'étude (Fig.83). Le **tableau 15** présente le résultat de cette prélocalisation pour chaque typologie :

Type de zone humide	Nombre de zones prélocalisées	Surface totale (en ha)	Surface moyenne (en m ²)
Plans d'eau	180	94.6	5253
Mares	323	8.9	276
Sources	61	-	-
Zones humides de bas-fond	206	118.2	5739
Plaines alluviales	35	7.7	1746
Boisements humides	63	28.9	3793
Zones humides artificielles	49	4.7	1660
TOTAL	917	263	-

Tableau 15 : Résultats de l'inventaire de prélocalisation

Elles se répartissent sur l'ensemble du territoire avec cependant certaines disparités suivant leur type. On note également une répartition privilégiant le voisinage avec le réseau hydrographique particulièrement dans la zone sud. A contrario, la faible représentation des zones humides sur le pourtour de l'Hyrôme dans sa partie aval, conforte les résultats précédents (MNT, IBK).

a. Les plans d'eau :

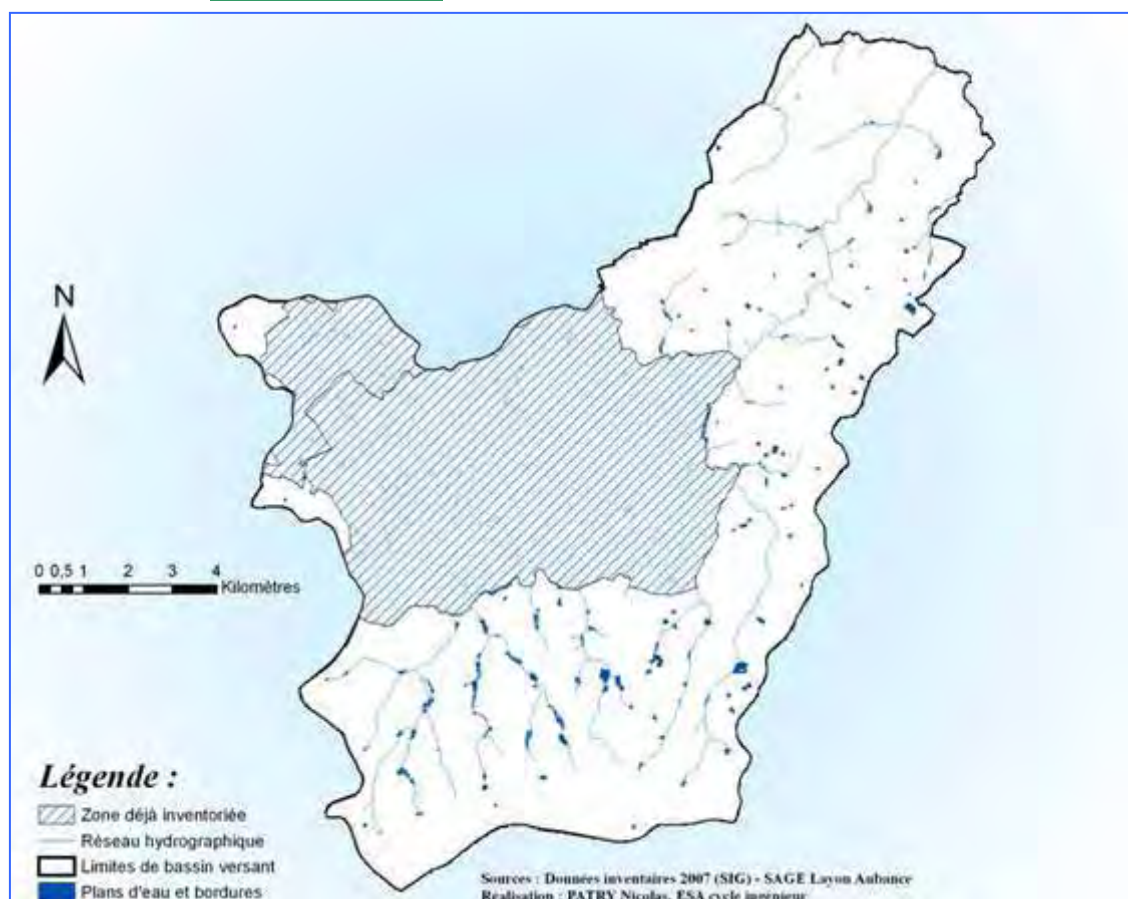


Fig. 84 : Carte des plans d'eau prélocalisés sur le bassin versant de l'Hyrôme



Fig. 85 : Carte des mares prélocalisées sur le bassin versant de l’Hyrôme

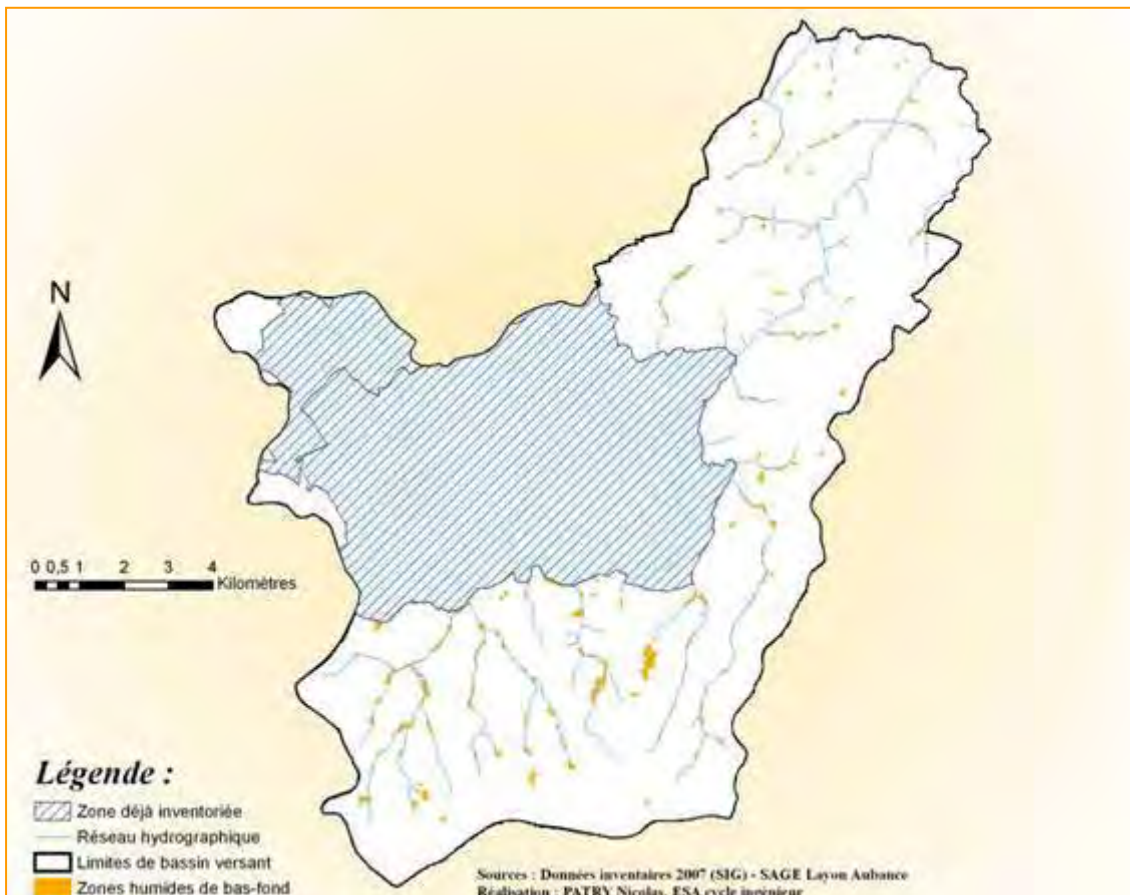


Fig. 86 : Carte des zones humides de bas-fond prélocalisées sur le bassin versant de l’Hyrôme

Les plans d'eau représentent 19,6% des zones humides recensées durant cette prélocalisation, pour 36% de la surface totale. Ils sont principalement placés le long du réseau hydrographique ou dans les talwegs, et sont utilisés comme espace de loisirs ou réserve d'eau pour l'irrigation en agriculture (**Fig.84**). Cependant, on remarque que ce type de zone humide est principalement représenté dans la partie sud au niveau des communes de Cossé d'Anjou, Melay et Saint Georges des Gardes (**Fig.54**) avec des étangs de plus grande superficie (6 738m² en moyenne) que dans la partie nord sur les communes de Chanzeaux et Saint Lambert du Lattay (3 569m² en moyenne).

Pourtant, tout comme les communes plus au sud, la commune de Chanzeaux est le lieu d'activités agricoles intensives (cultures annuelles) nécessitant des besoins en eau importants (**Fig.75**). La présence d'un réseau hydrographique secondaire faiblement développé, du fait du relief escarpé, sur la partie aval du bassin versant peut expliquer que les plans d'eau soient présents en plus grand nombre dans les larges vallées situées en amont.

b. Les mares :

Omniprésentes sur l'ensemble du territoire d'étude, elles représentent en nombre 35,2% des zones humides inventoriées pour seulement 3,4% en surface. Présentes autant sur les zones de fond de vallées que sur les plateaux, elles semblent cependant moins marquées sur les secteurs sud du bassin versant (**Fig.85**). Par contre leur concentration est plus élevée sur l'ouest et le nord, particulièrement au niveau de la commune de Chanzeaux (1/3 des mares du territoire d'étude).

Cette répartition peut s'expliquer par la forte activité d'élevage sur ce secteur auquel s'ajoutent les cultures annuelles. Elles ont ainsi pour utilité principale de servir de point d'eau pour l'abreuvement du bétail, mais également de soutien pour l'irrigation des cultures telles que le maïs lors des périodes sèches. C'est d'ailleurs grâce à leur potentialités pour l'usage agricole, que ces zones humides sont encore présentes en grand nombre, protégeant ainsi une biodiversité faunistique et floristique variée (ex : triton palmé).

c. Les zones humides de bas fond :

Ces prairies humides représentent 22,5% des entités répertoriées pour 45% de la surface totale en zones humides. Elles représentent donc une grande partie des terrains humides et se répartissent le long des affluents de l'Hyrôme, en contact direct avec leur lit. On remarque cependant sur la **figure 86** que la majorité des grandes zones de bas-fond se situent dans le sud du bassin. En effet, l'encaissement important de l'Hyrôme sur sa partie aval joue également un rôle sur les caractéristiques de cette catégorie de zone humide. Les prairies de bas fond situées en amont possèdent ainsi une superficie supérieure avec 9 465 m² en moyenne contre seulement 3 526 m² sur les communes de Chanzeaux et Saint Lambert du Lattay.

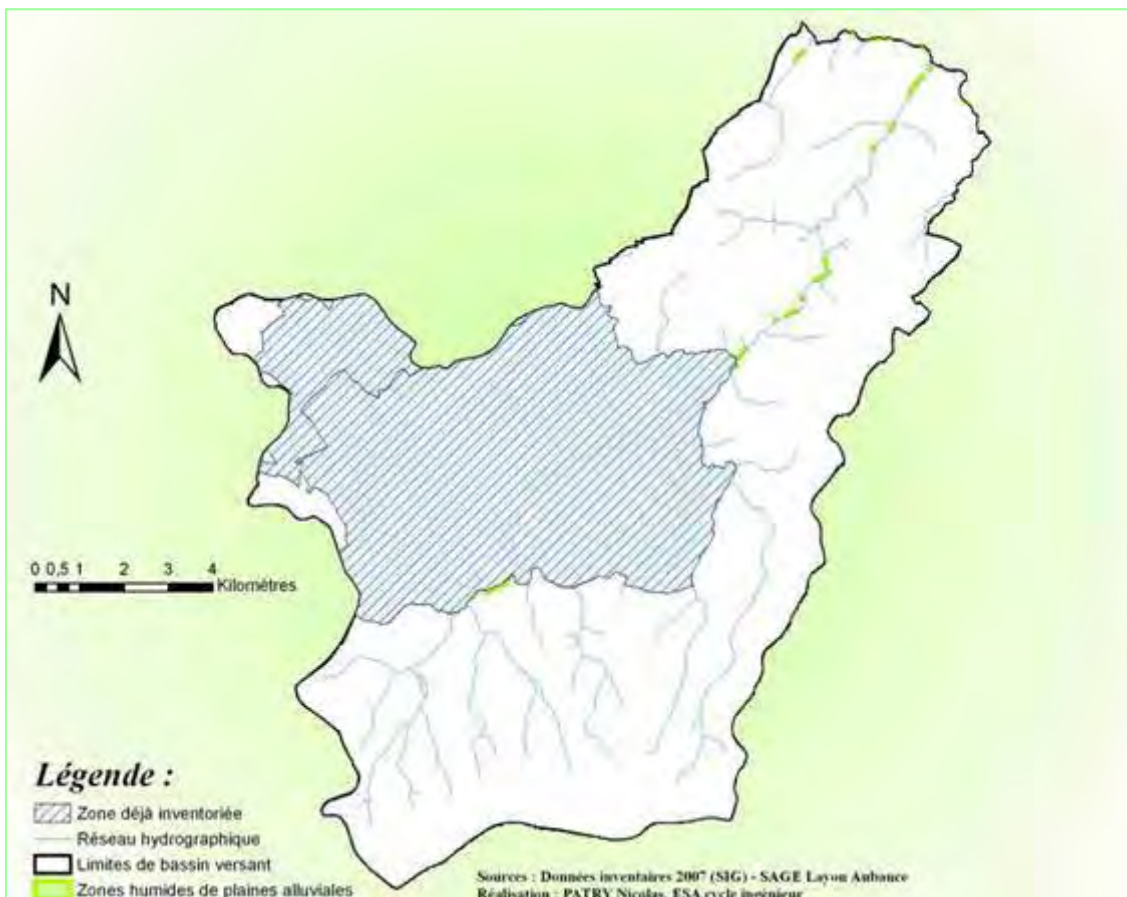


Fig. 87 : Carte des plaines alluviales prélocalisées sur le bassin versant de l’Hyrôme

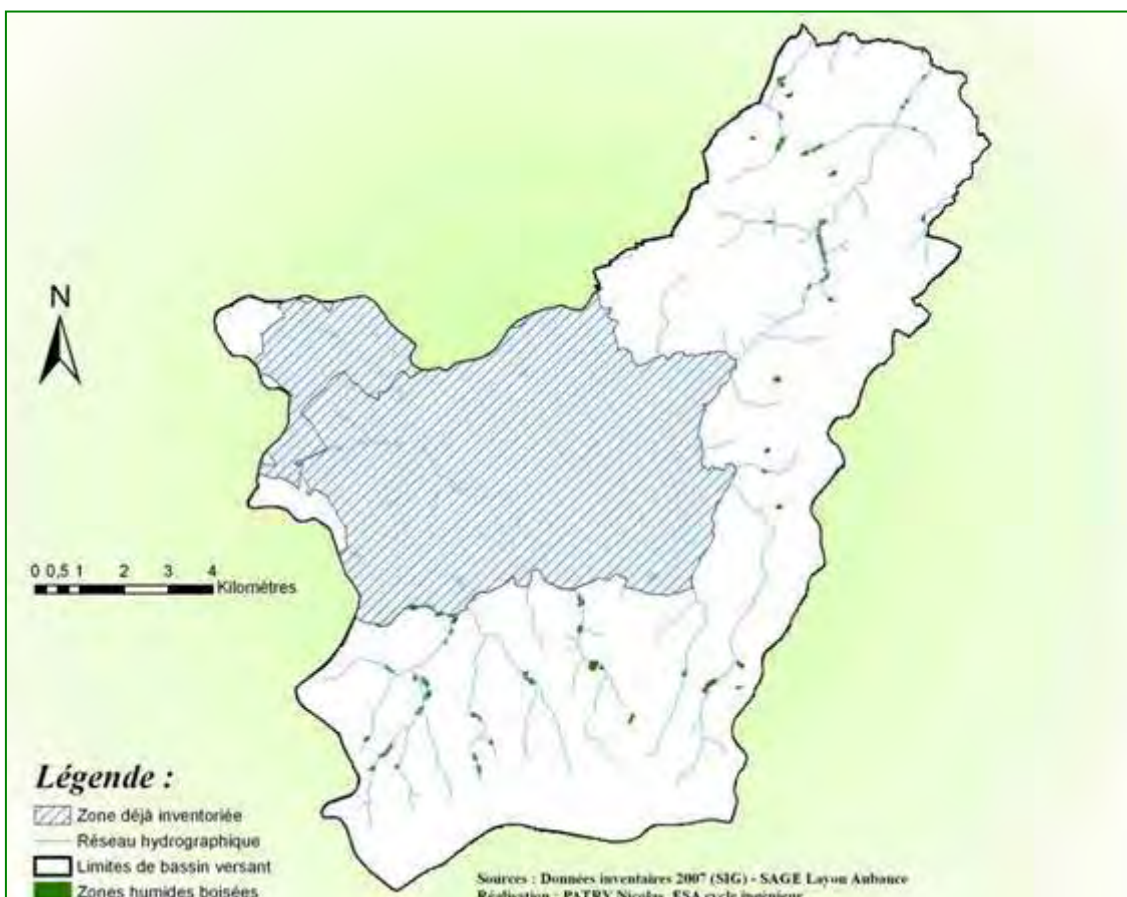


Fig. 88 : Carte des boisements humides prélocalisés sur le bassin versant de l’Hyrôme

Malgré cette différence de superficie, leur nombre est néanmoins équivalent sur les deux secteurs avec 88 zones dans la partie aval sur les 206 inventoriées avec pourtant des conditions topographiques défavorables. La plupart de ces zones humides de bas-fond correspondant à des terrains exploités en prairies naturelles permanentes, on peut donc supposer que l'activité d'élevage développée sur la partie aval a permis de sauvegarder ces milieux humides en limitant les pressions anthropiques due à l'arrêt de l'activité agricole (drainage, plantation de peupleraie...).

d. Les plaines alluviales :

Le commanditaire ayant considéré que seules les zones de prairies humides bordant le cours de l'Hyrôme sur la partie aval de la commune de Chemillé pouvaient être considérées comme plaines alluviales, leur nombre est fortement limité (**Fig.87**). En effet, elles ne représentent que 3,8% des zones humides inventoriées pour 2,9% de la surface totale. Leur taille est assez faible (1 746 m² en moyenne) du fait de la présence de coteaux et seul le secteur situé à la confluence entre l'Hyrôme et le Layon comporte des zones de taille supérieure (3 928 m² en moyenne) grâce à la présence d'une vallée alluviale plus large.

On note également la présence d'un réseau de plaines alluviales plus développé au niveau du centre de la commune de Chanzeaux (**Fig.54**) en partie due à une déclivité plus faible des abords directs du cours d'eau et à l'existence d'un domaine privé permettant la protection du terrain face aux aménagements urbains.

e. Les boisements humides :

Faiblement représentés sur le territoire d'étude, les boisements humides ne composent que 6,9% des zones humides pour 11% de la surface totale (**Fig.88**). Il sont dispersés sur l'ensemble du bassin avec néanmoins le même constat que pour les autres types de milieux humides : une diminution de la taille en allant vers l'aval (5 676 m² en moyenne sur l'amont contre 3 450 m² sur l'aval).

En ce qui concerne la composition de ces boisements, il est à noter qu'un tiers est constitué de peupleraies (22 sur 63 zones boisées) principalement situées en partie aval de l'Hyrôme (15 sur 22) avec par exemple une succession de quatre plantations au nord de la commune de Chanzeaux couvrant plus de 3ha. Les hommes ne sont pas innocents à leur présence sur ce secteur. En effet, ces terrains humides ne permettant pas la mise en place de cultures ou de projets d'urbanisme, la plupart des propriétaires terriens ont planté des peupliers, espèce particulièrement adaptée aux conditions humides. Cependant cette pratique sylvicole en monoculture a entraîné la disparition progressive d'une ripisylve plus diversifiée au niveau espèce. Elle ne subsiste à l'heure actuelle que sur l'extrémité amont de l'Hyrôme au niveau de la commune de Saint Georges des Gardes et dans quelques secteurs plus en aval en servant de réserves pour la pratique de la chasse.

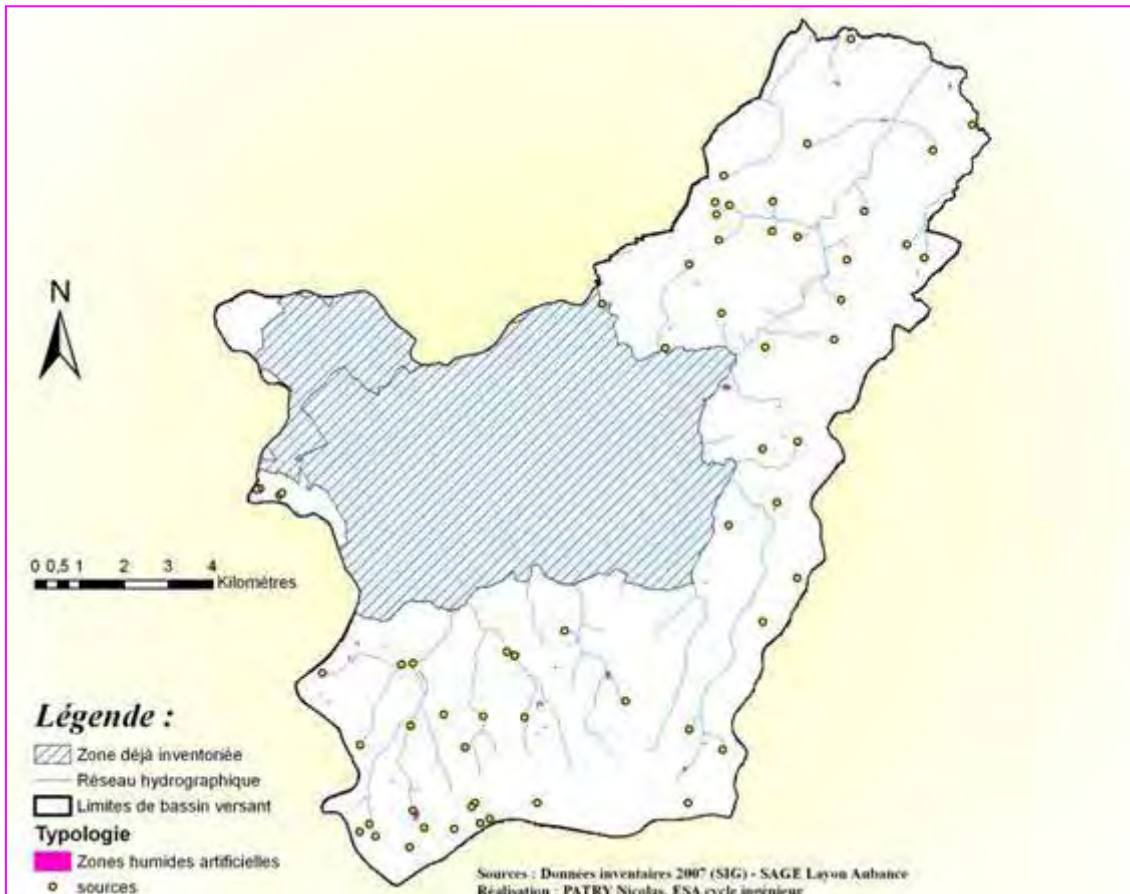


Fig. 89 : Carte des zones humide artificielles et des sources prélocalisées sur le bassin versant de l'Hyrôme



Fig. 90 : Secteur de la Petite Cheptardière avant (a) et après (b) vérification sur le terrain

f. Les zones humides artificielles :

Les zones humides artificielles sont en nombre restreint sur le bassin versant (**Fig.89**) de l’Hyrôme et se situent principalement dans le voisinage direct des zones urbanisées. Elles se matérialisent le plus souvent par une suite de bassins d’épuration des eaux ou par des bassins de rétention le long des voies rapides (autoroute dans la zone nord). Le plus souvent absents des cartes IGN datant de la fin des années 90, ces aménagements sont récents et uniquement visibles grâce aux photos aériennes. Une démarche de vérification sur le terrain est donc nécessaire pour évaluer le degré d’artificialisation de la zone et réaliser un inventaire précis de ce type de milieu humide.

g. Les sources :

61 sources ont pu être répertoriées lors de cette phase de prélocalisation. Les données recueillies sont indépendantes des photos aériennes et ne concernent que les sources présentes sur les cartes IGN. Elles se situent en majorité en tête de bassin versant et alimentent les affluents de l’Hyrôme avec une importante concentration de sources sur la commune de Saint Georges des Gardes. On note également quelques sources sur la partie ouest de la commune de Chanzeaux (**Fig.89**).

Néanmoins, ces résultats sont assez éloignés de la réalité car beaucoup de sources sont confondues avec des plans d’eau ou des mares et ne peuvent donc être comptabilisées sans une connaissance poussée du terrain. La mise en place de démarches participatives avec les acteurs locaux semble ainsi constituer la meilleure solution pour palier à ces lacunes.

3. Les résultats terrain :

a. La vérification de la prélocalisation :

Comme présenté précédemment, cette démarche terrain s’est déroulée sur les communes de Chanzeaux et Saint Lambert du Lattay, le but étant de vérifier les zones répertoriées ayant une faible probabilité de présence. Ce critère concerne 21 zones sur la commune de Saint Lambert du Lattay et 27 sur celle de Chanzeaux avec principalement des zones humides de bas fond dont la délimitation est difficile à réaliser d’après les photos aériennes (**Fig.90**). Les sources ne seront pas prises en compte dans cette démarche du fait de leur difficulté de localisation (souvent masquées).

Par faute de temps, cette vérification n’a pas permis d’étudier chaque zone en détail mais plutôt d’affiner la prélocalisation en évitant de grossières erreurs pouvant porter préjudice à la suite de la démarche d’inventaire. Elle se veut donc globale et ne peut se substituer au futur travail des acteurs locaux. De plus, certaines zones difficiles d’accès et nécessitant le passage dans des propriétés privées ne furent pas vérifiées et laissées aux acteurs locaux plus proches des propriétaires terriens.



Fig. 91 : Exemples d'espèces végétales rencontrées lors des démarches terrains

Les modifications apportées aux inventaires de prélocalisation des deux communes concernées sont compilées dans le **tableau 16** :

Type de zone humide	Chanzeaux		Saint-Lambert-du-Lattay	
	Prélocalisation	Vérification terrain	Prélocalisation	Vérification terrain
Plans d'eau	56	56	11	10
Mares	106	106	20	22
Zones humides de bas-fond	42	39	40	42
Plaines alluviales	13	10	18	18
Boisements humides	14	13	15	19
Zones humides artificielles	10	9	6	6
TOTAL	241	233	110	117

Tableau 16 : Résultats de la vérification terrain

On peut ainsi noter une légère variation du nombre des zones inventoriées, au niveau des zones humides de bas-fond, des plaines alluviales et des boisements humides dont la prélocalisation est particulièrement difficile à réaliser sur photos aériennes. D'autre part, même si la vérification sur les deux communes n'a pas permis d'assister à de grandes modifications vis-à-vis du nombre de mares, il est à supposer que la démarche participative plus poussée entraînera des changements plus importants pouvant s'expliquer par les fortes variations dans le temps existant sur ce type de zones humides (comblements, assèchement naturel...). Cette phase de vérification aura donc eu le mérite de vérifier l'existence de certaines zones mais aussi de préciser leur délimitation afin de produire un atlas provisoire le plus juste possible pour le travail des groupes locaux (ANNEXE 13).

b. La flore :

L'inventaire floristique réalisé en partenariat avec le CPIE des Mauges s'est également accompagné d'un recensement non exhaustif des différentes espèces d'insectes et d'animaux aperçus ou dont des traces révèlent l'existence sur le terrain d'étude. Le listing de ces espèces est visible en ANNEXE 14. Au niveau botanique, les nombres d'espèces répertoriées sont les suivants :

La Petite Cheptardière		Le Grand Pré de Melay	
Type de zone humide	Nombre d'espèces	Type de zone humide	Nombre d'espèces
Mare	2	Etang et abords	14
Prairie humide	22	Peupleraie	14

Tableau 17 : Nombre d'espèces végétales sur les deux sites

Seules les espèces principales et typiques des milieux humides ont été prises en compte afin de pouvoir en réaliser des clichés photographiques (**Fig.91**). Parmi ces espèces, 3 sont peu communes dans la région (Lâche paniculée, Myriophylle verticillé, Fritillaire pintade) dont une est considérée comme rare dans tout le Massif Armoricaïn (Liste Rouge des Espèces Végétales Rares et Menacées du Massif Armoricaïn) : la Fritillaire pintade.



Fig. 93 : Tâches de fer ferrique (a) et de fer ferreux (b) au niveau de la zone de battance



Fig. 94 : Horizon sous-jacent lessivé (a) et zone de battance (b) sur le site de la Petite Cheptardière



Fig. 95 : Voiles irisés de couleur rouille dus à l'activité bactérienne

Les photos seront intégrées à la photothèque du SAGE Layon Aubance afin de créer prochainement un guide des espèces végétales et animales présentes sur les zones humides du territoire dans le but d'aider les acteurs locaux lors du renseignement de la partie biodiversité des fiches d'identité « zone humide ». A l'heure actuelle certains clichés sont visibles dans le guide technique sur l'inventaire des zones humides à l'échelle locale et ont été ajoutées sous logiciel SIG au descriptif des zones humides recensées lors de l'inventaire participatif des communes de Chanzeaux et Saint Lambert du Lattay.

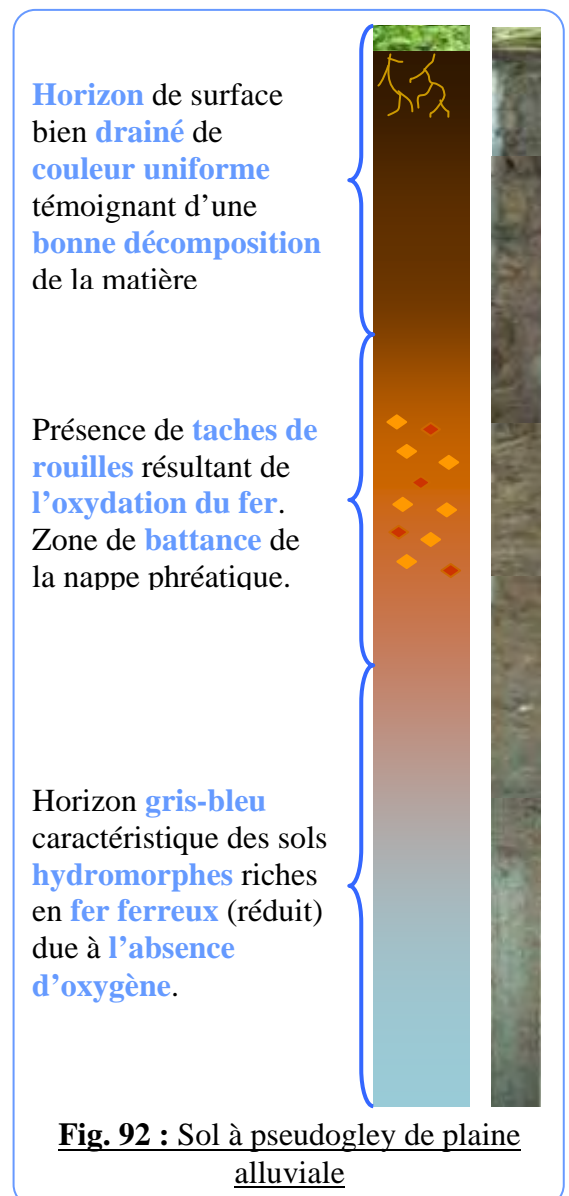
Deux autres zones situées à proximité des principaux sites d'étude furent également visitées de façon plus rapide lors de cette démarche terrain : les « Grenouillers » sur la commune de Chanzeaux et le secteur de « Beau Soleil » sur la commune de Melay (ANNEXE 14). Elles permirent de compléter l'inventaire floristique et faunistique et notamment de découvrir un nouveau site de vie d'une espèce amphibiennne inscrite sur la liste rouge des espèces vulnérables de France : le triton marbré (*Triturus marmoratus*).

c. La pédologie :

Comme dans le cas de l'inventaire floristique, le but est de réaliser des clichés photographiques présentant les caractéristiques particulières des sols hydromorphes. La **figure 92** montre les résultats des prélèvements effectués sur une plaine alluviale de la commune de Chanzeaux accompagné d'un schéma explicatif. Ce sol à pseudogley est typique de secteurs subissant des inondations répétées et prolongées à proximité d'un cours d'eau. La zone de battance se situe à une quarantaine de centimètres du sol et est clairement visible grâce aux taches de fer oxydé (**Fig.93**).

Sur la zone de la Petite Cheptardièrre, les prélèvements ont également révélés la présence d'un sol à pseudogley avec cependant une zone de battance situé plus en profondeur (80 cm) et un horizon sous-jacent lessivé (**Fig.94**). L'existence d'un sol hydromorphe est aussi visible en surface sur cette zone au travers de « flaques » de couleur rouille témoignant de l'oxydation du fer solubilisé par des bactéries (voile irisé) (**Fig.95**).

Les prélèvements et observations réalisées ont ainsi permis d'améliorer la connaissance des zones visitées et de vérifier les caractéristiques pédologiques de deux types de prairies humides présentes sur le territoire de Chanzeaux.



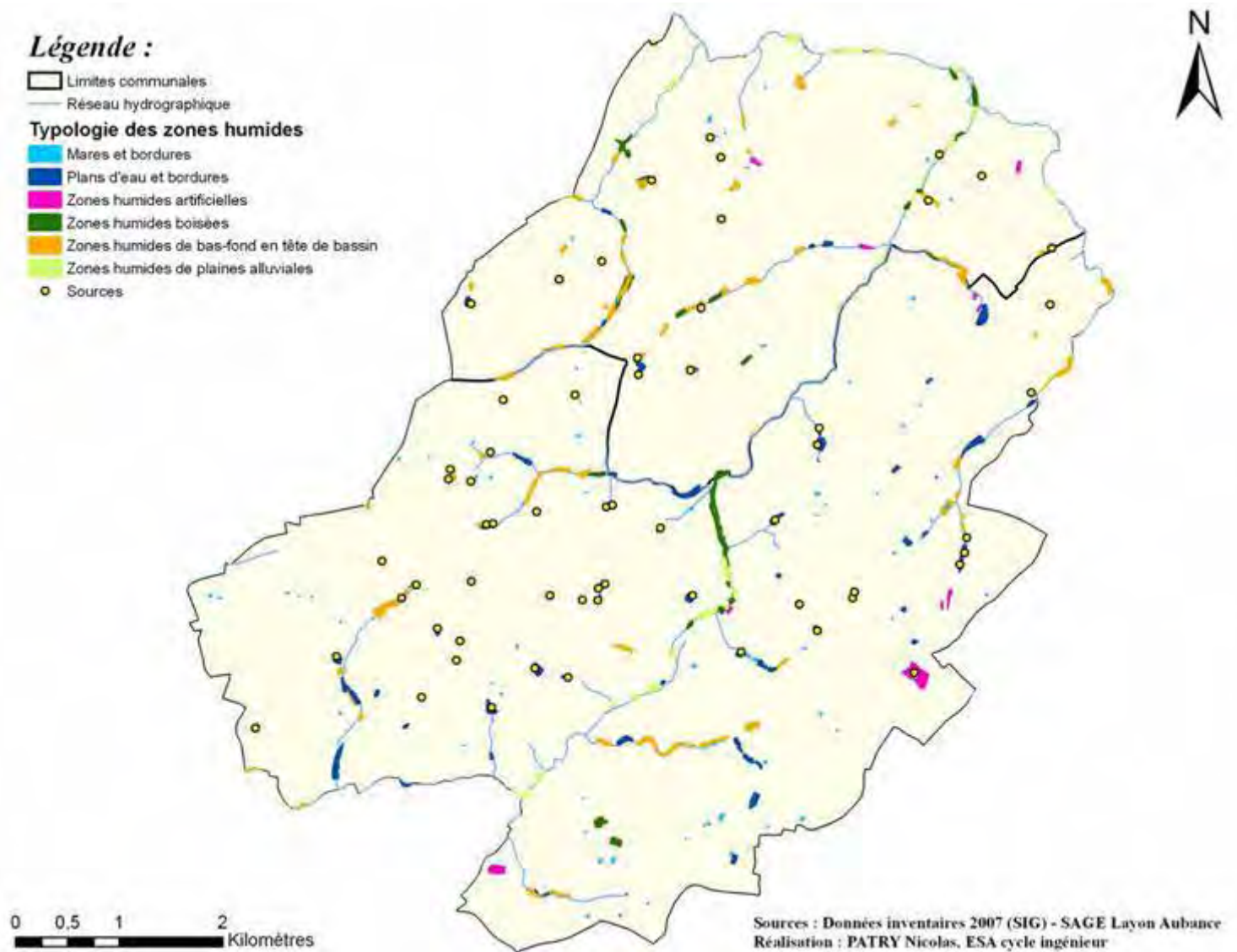


Fig. 96 : Carte des zones humides inventoriées par démarche participative sur les communes de Chanzeaux et Saint Lambert du Lattay

4. La démarche participative :

a. Les résultats :

Réalisée sur les communes de Saint Lambert du Lattay et Chanzeaux en partie aval du bassin versant de l'Hyrôme cette démarche participative a permis d'affiner l'inventaire de prélocalisation (**Fig.96**). Les nombres de zones identifiées sont les suivants :

Type de zone	Chanzeaux		Saint-Lambert-du-Lattay	
	Vérification terrain	Démarche participative	Vérification terrain	Démarche participative
Plans d'eau	56	50	10	10
Mares	106	89	22	20
Zones humides de bas-fond	39	40	42	41
Plaines alluviales	10	12	18	19
Boisements humides	13	14	19	18
Zones humides artificielles	9	12	6	8
TOTAL	233	217	117	116
Sources	19	44	3	17

Tableau 18 : Tableau comparatif des zones humides recensées lors des deux phases de l'inventaire

Le choix a été fait de ne pas prendre en compte les sources dans le total des zones humides recensées sur les deux communes. En effet, celles-ci étant la plupart du temps cachées par des drainages ou des plans d'eau, leur dénombrement est difficile et laisse présager des erreurs de jugement de la part des acteurs locaux. De plus, le recensement des sources s'appuie sur le type d'alimentation en eau des autres catégories de zones humides (base de données). Des confusions avec une alimentation par accumulation des eaux de ruissellement sont donc fortement envisageables ou la prise en compte d'une même source pour l'alimentation de plusieurs zones humides proches les unes des autres (**Fig.96**). Il est ainsi préférable de séparer les sources des autres types de zones humides directement visibles sur le terrain.

Au-delà de la vérification des zones humides prélocalisées cette démarche a également permis d'ajouter de nouvelles zones non visibles sur les photos aériennes ou ayant changées de typologie (ex : mare trop artificialisée devenue zone humide artificielle) :

Type de zone	Chanzeaux	Saint-Lambert-du-Lattay
Plans d'eau	2	1
Mares	5	4
Zones humides de bas-fond	10	1
Plaines alluviales	4	1
Boisements humides	3	1
Zones humides artificielles	5	0
TOTAL	29	8
Sources	25	14

Tableau 19 : Les nouvelles zones présentes dans l'inventaire final

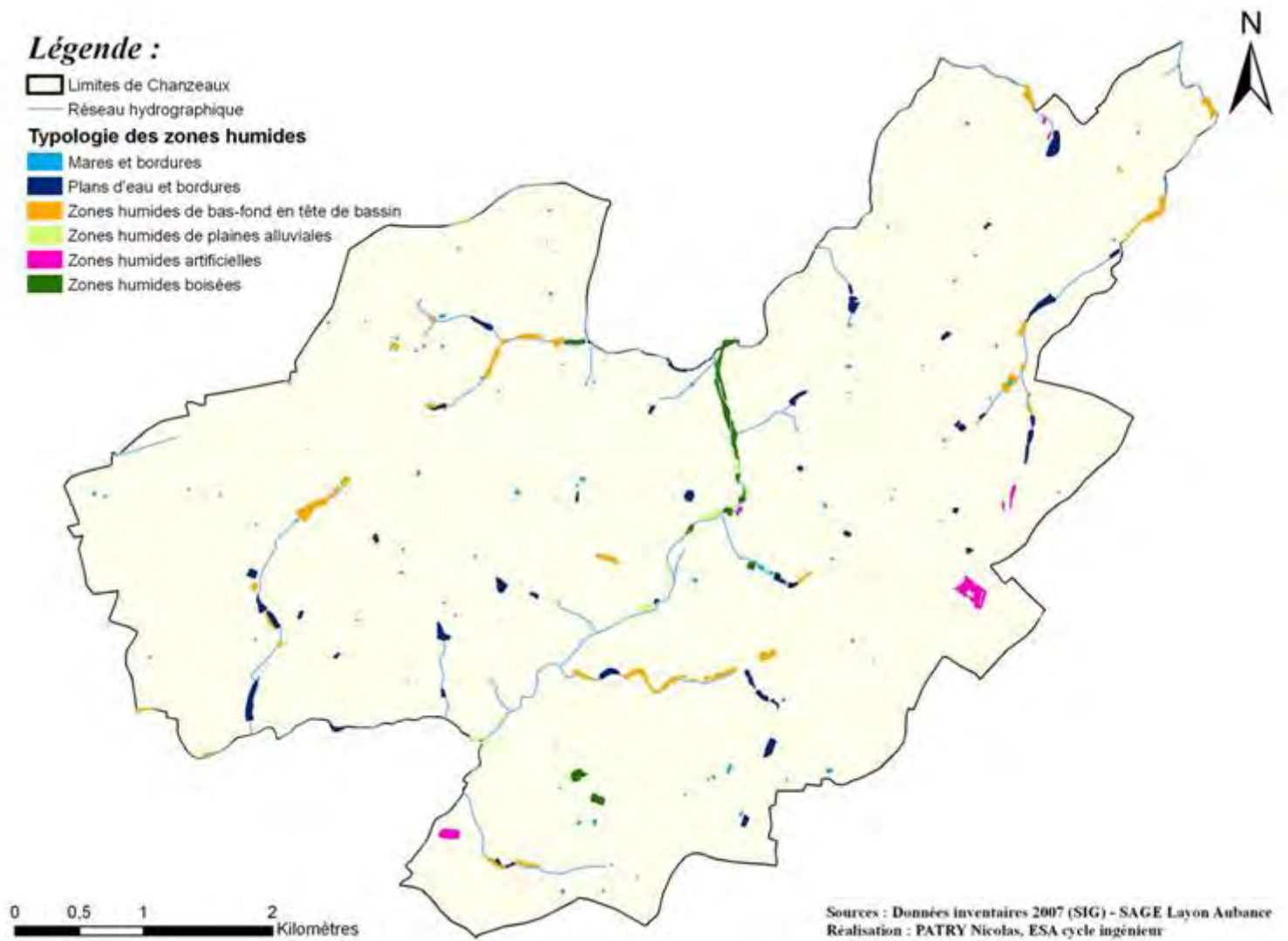


Fig. 98 : Carte des zones humides inventoriées par démarche participative sur la commune de Chanzeaux

Sur les 217 zones recensées après démarche participative sur la commune de Chanzeaux, 197 avaient été répertoriées lors de la phase de prélocalisation soit une réussite de 84,5%. Au niveau de la commune de Saint Lambert du Lattay cette réussite de la prélocalisation atteint 95,7% avec 112 zones prélocalisées sur les 116 zones humides réelles recensées.

b. Les zones humides de la commune de Chanzeaux :

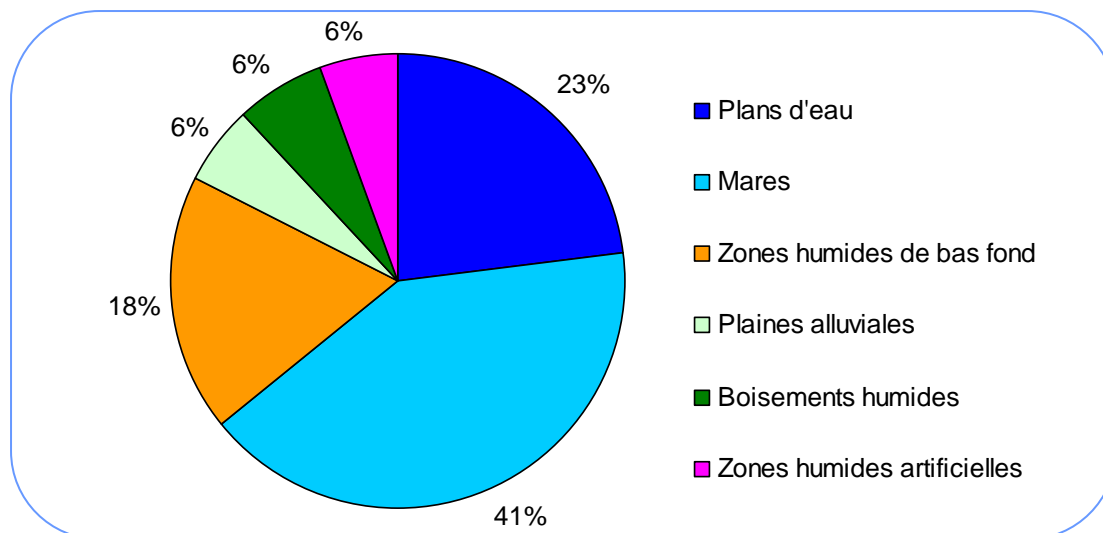


Fig. 97 : Composition des zones humides sur la commune de Chanzeaux

Les catégories plans d'eau et mares représentent à elles seules 65% des zones humides de la commune (**Fig.97**). Omniprésentes sur le territoire, les effectifs de ces surfaces en eau peuvent s'expliquer par la forte activité agricole qui règne sur cette commune et nécessite de grands volumes d'eau pour l'irrigation et l'abreuvement des bêtes. Cependant, on note également une diminution de leur nombre depuis 2002 (date des photos aériennes) notamment pour les mares avec la disparition de 14 d'entre elles (source démarche participative). En ce qui concerne les prairies humides, les zones humides de bas fond sont bien représentées grâce aux ramifications du réseau hydrographique secondaire. Cette catégorie concentre cependant un fort taux d'erreur lors de la prélocalisation avec un quart des zones non répertoriées (**Tableau 19**). Les plaines alluviales quant à elles sont en nombre limité (6%) à cause du relief escarpé entourant la vallée de l'Hyrôme.

Parmi les 217 zones humides référencées (**Fig.98**), 109 ont une surface supérieure à 1000 m² et sont donc soumises à déclaration ou autorisation dans le cas de travaux (loi sur l'eau) :

Type de zone	Effectif total	% par rapport aux zones recensées
Plans d'eau	45	90
Mares	3	3,4
Zones humides de bas-fond	35	87,5
Plaines alluviales	11	91,7
Boisements humides	12	85,7
Zones humides artificielles	3	25

Tableau 20 : Les zones humides soumises à la loi sur l'eau sur la commune de Chanzeaux

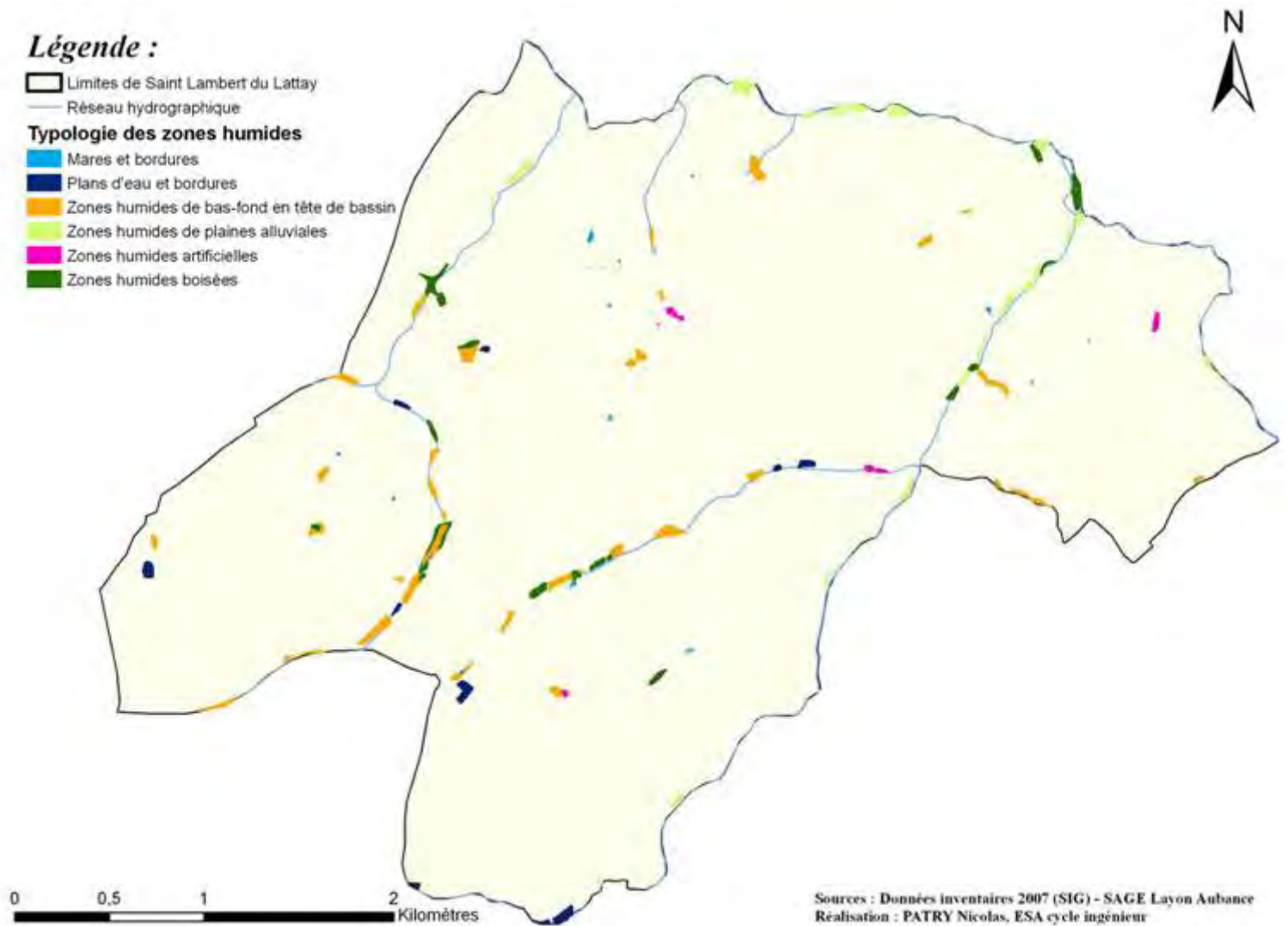


Fig. 100 : Carte des zones humides inventoriées par démarche participative sur la commune de Saint Lambert du Lattay

c. Les zones humides de la commune de Saint Lambert du Lattay :

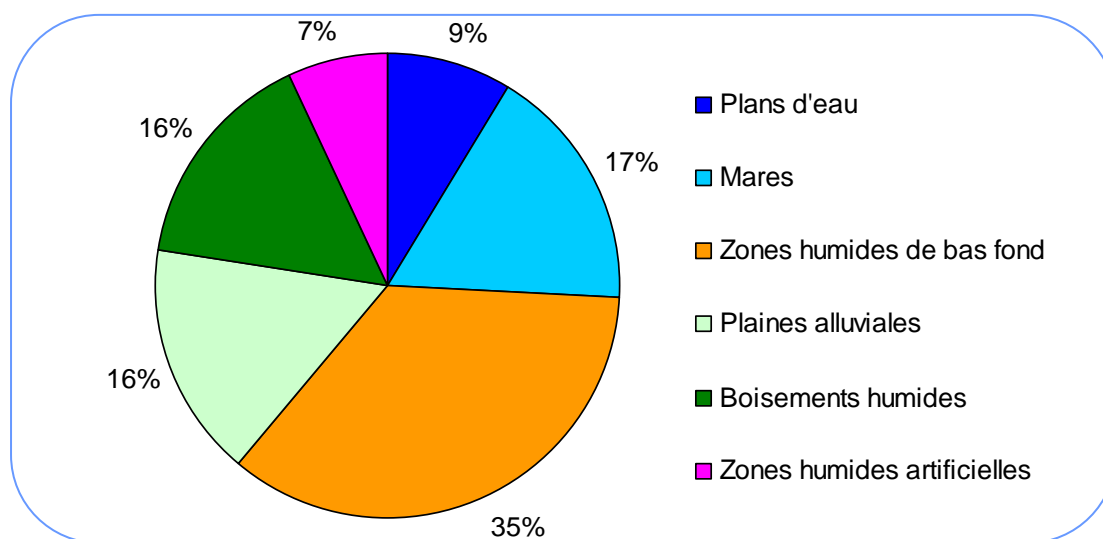


Fig. 99 : Composition des zones humides sur la commune de Saint Lambert du Lattay

Contrairement à la commune de Chanzeaux, les plans d'eau et mares sont faiblement représentés (26%) au profit des prairies humides (51%) (**Fig.99**). La proximité avec la confluence entre l'Hyrôme et le Layon entraîne une augmentation de la largeur de la vallée et explique ainsi le nombre plus important de plaines alluviales (**Fig.100**). D'autres part, la forte déclivité du terrain de la commune ne permet pas la création de nombreux plans d'eau pour retenir les eaux (**Fig.63**). Le réseau hydrographique secondaire étendu sur cette commune est aussi à l'origine du fort effectif des zones humides de bas-fond (35%), et ce particulièrement dans la partie ouest. Enfin, proportionnellement au nombre de zones humides présentes, les boisements humides sont également plus nombreux sur la commune de Saint Lambert du Lattay que sur celle de Chanzeaux grâce à l'existence d'une ripisylve sauvegardée sur certains secteurs.

Parmi les 116 zones référencées, 82 respectent les conditions d'application de la loi sur l'eau (surface > 1000 m²) et sont donc soumises à déclaration ou autorisation dans le cas de travaux (**Tableau 21**) soit 71% des zones humides. Cette proportion s'explique par le faible nombre de mares présentes sur le territoire (**Tableau 18**).

Type de zone	Effectif total	% par rapport aux zones recensées
Plans d'eau	10	100
Mares	1	5
Zones humides de bas-fond	33	80,5
Plaines alluviales	19	100
Boisements humides	15	83,3
Zones humides artificielles	4	50

Tableau 21 : Les zones humides soumises à la loi sur l'eau sur la commune de Saint Lambert du Lattay

On peut également remarquer que l'ensemble des plaines alluviales de la commune ne peut faire l'œuvre de modifications sans avis préalable, les préservant ainsi de toutes dénaturations non justifiées.

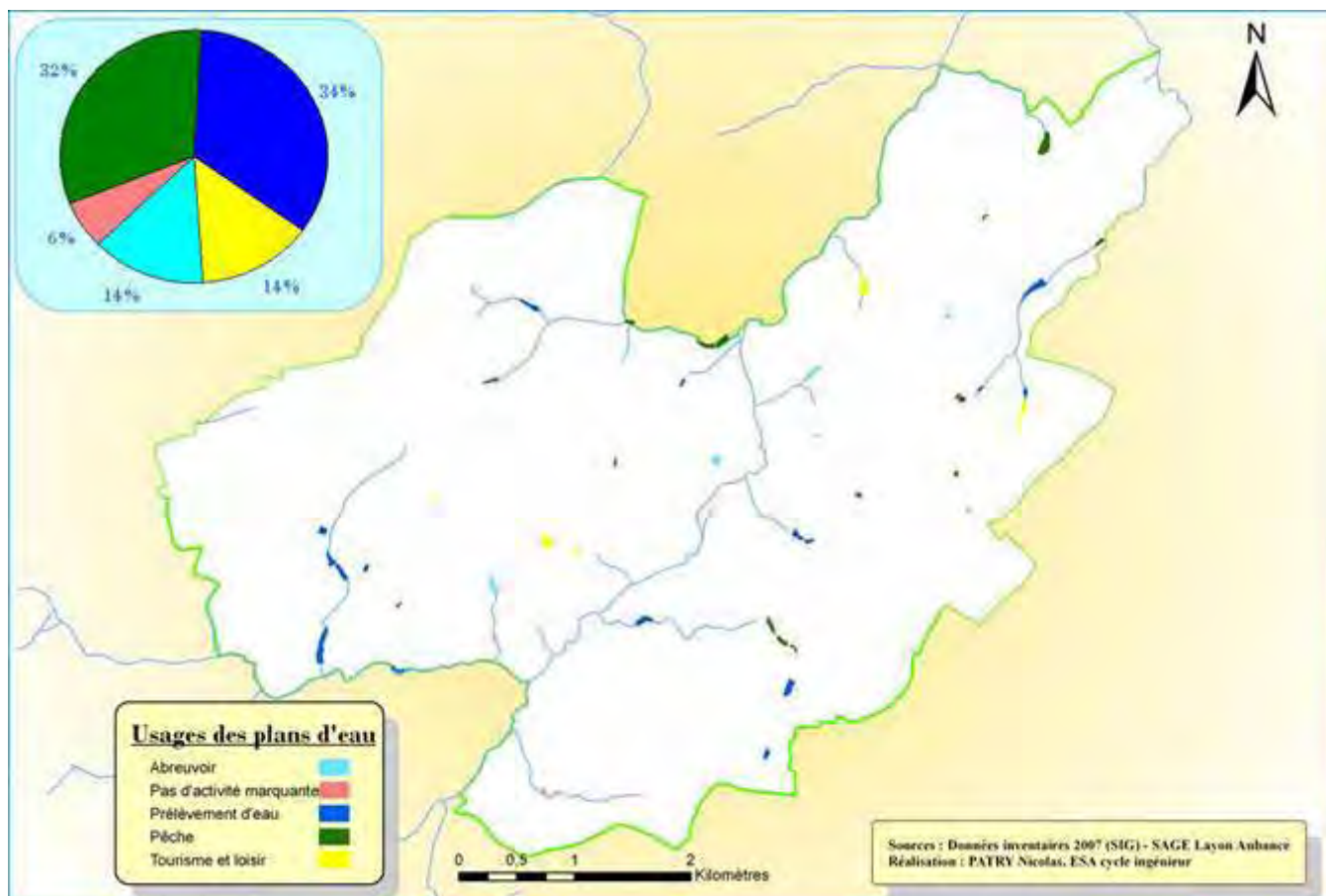


Fig. 101 : Usages des plans d'eau de la commune de Chanzeaux

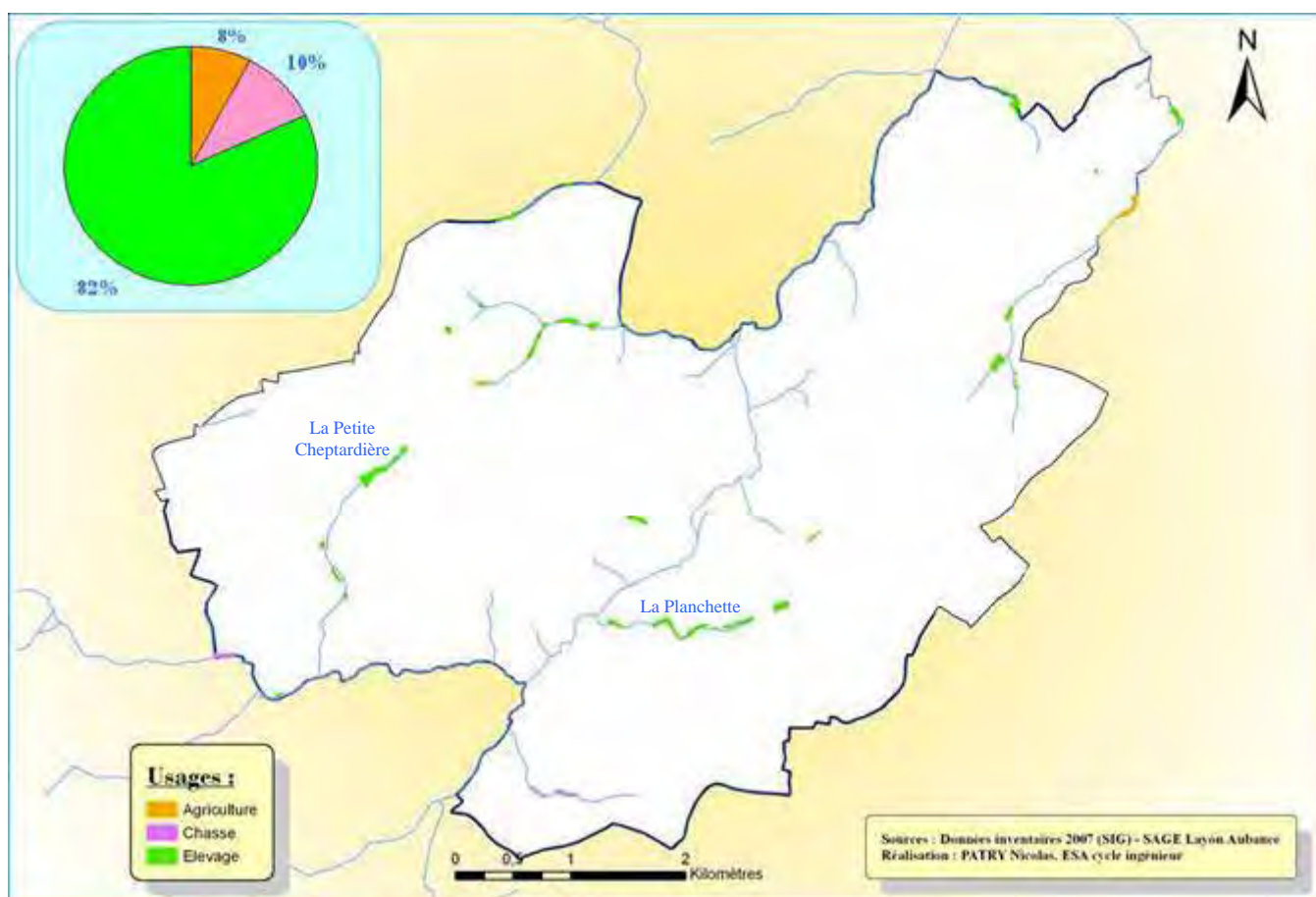


Fig. 102 : Les activités sur les zones humides de bas fond de la commune de Chanzeaux

d. La base de données :

Résultat du traitement informatique des fiches d'identité, la base de données intègre l'ensemble des caractéristiques de chaque zone humide recensée (ANNEXE 15) que ce soit au niveau de l'usage fait de cette zone ou de l'environnement dans lequel elle s'insère. Ainsi, il est possible de réaliser des analyses par critère sur un type de zone humide prédéfini.

Exemples d'analyses sur la commune de Chanzeaux :

Les plans d'eau sont relativement nombreux sur la commune de Chanzeaux. Les données recueillies lors de la phase de démarche participative permettent de mieux appréhender leur utilisation (**Fig.101**). Ainsi, on note deux grandes catégories d'usages :

- Les usages à but récréatif (46%) composés de la pêche (32%) et des activités de loisirs (14%).
- Les usages agricoles (48%) constitués par l'abreuvement des troupeaux principalement bovins sur ce secteur (14%) et par le prélèvement en eau pour l'irrigation (34%).

Contrairement aux plans d'eau à usages récréatifs dont la localisation sur le territoire communal est dispersée et ne semble pas dépendre de la proximité avec des zones urbanisées, l'emplacement des plans d'eau dédiés à l'agriculture répond aux activités agricoles qui les entourent (**Fig.75**).

En ce qui concerne l'utilisation des zones humides de bas fond, leur forte productivité naturelle au niveau végétal en fait de parfaites zones pour le pâturage ou le fauchage. L'agriculture et surtout l'élevage sont donc développés sur ces prairies naturelles avec cependant une sectorisation des usages (**Fig.102**). Par exemple, le Ruisseau de la Planchette situé dans la partie sud-est de la commune concentre un grand nombre de zones humides de bas fond pour l'élevage de troupeaux bovins. Certaines zones humides sont également utilisées pour la production de foin comme celle de la Petite Cheptardièrre (ensemencée en fétuque). Enfin, l'activité de chasse reste développée sur ce type de zone et permet de garder le milieu le plus proche de son état naturel.

Exemples d'analyses sur la commune de Saint Lambert du Lattay :

Sur la commune de Saint Lambert du Lattay, les prairies humides composent plus de la moitié des zones humides de la commune. Cependant, les zones urbanisées étant plus nombreuses que sur celle de Chanzeaux et l'agriculture étant préférentiellement tournée vers la production viticole, l'usage qui est fait de ces terrains est différent. En effet, comme on peut le voir sur la **figure 103**, les zones situées dans la partie nord / nord-ouest de la commune sont principalement utilisées pour l'activité de chasse au petit gibier (33%).

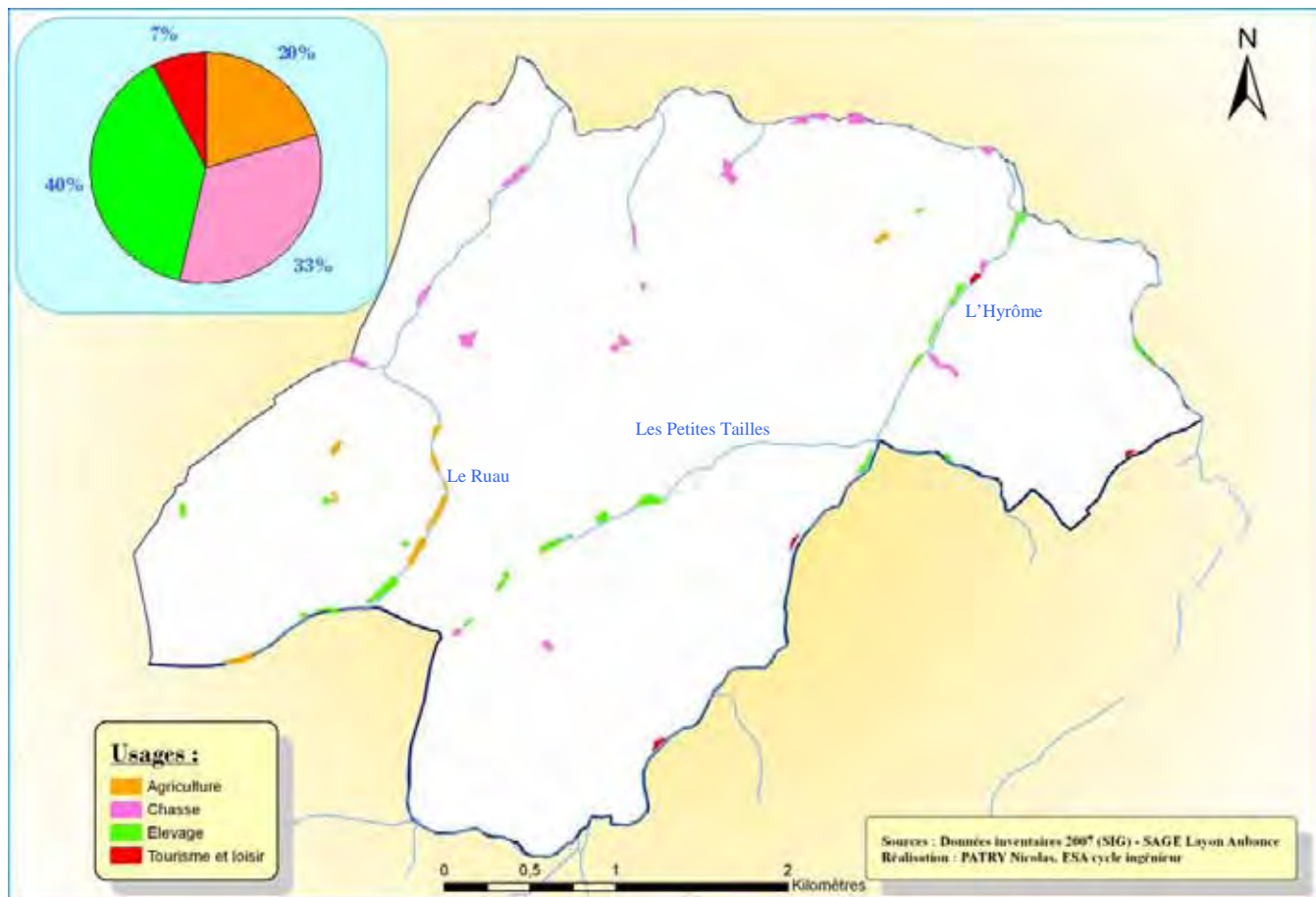


Fig. 103 : Usages des prairies humides de la commune de Saint Lambert du Lattay

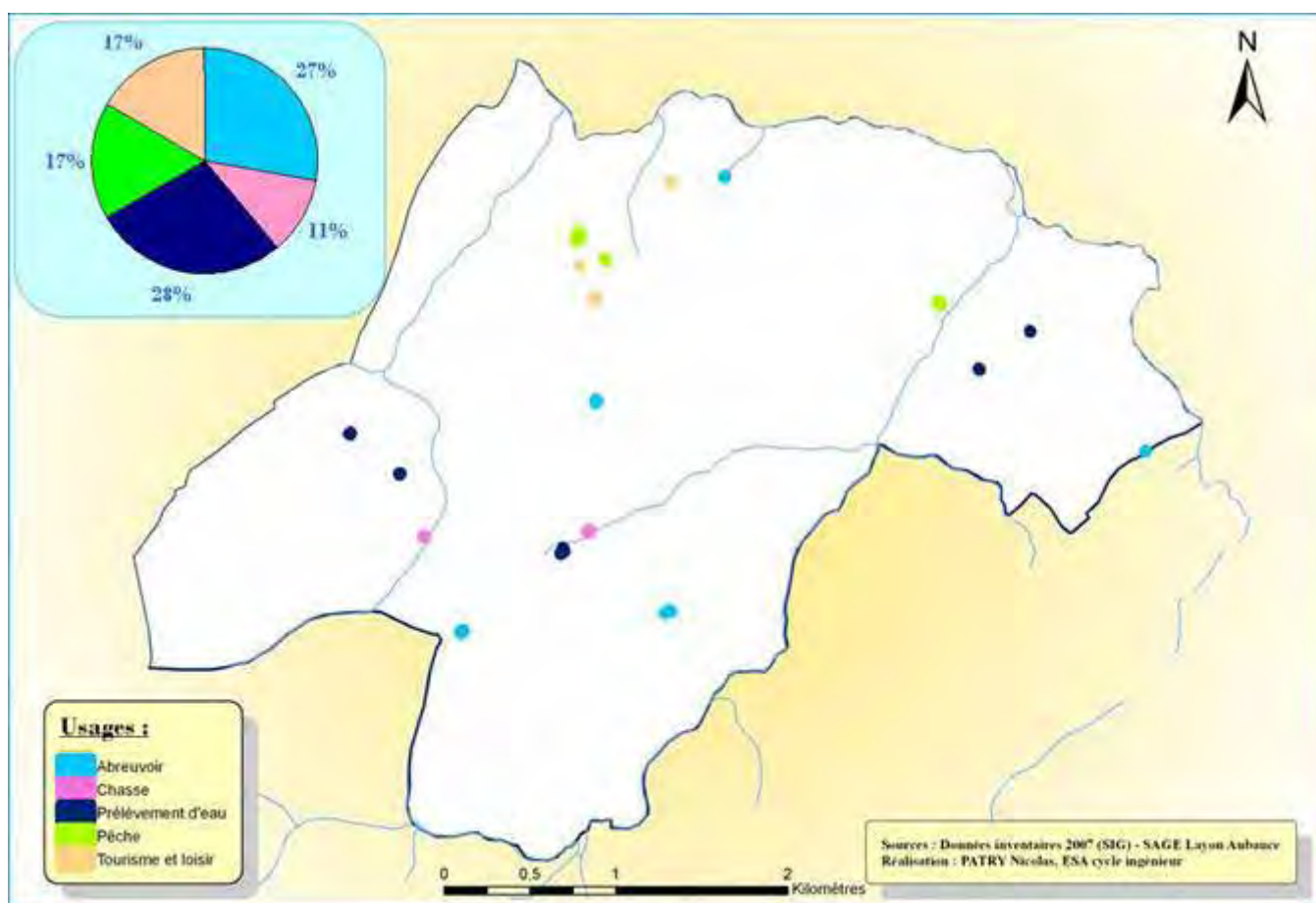


Fig. 104 : Usages des mares de la commune de Saint Lambert du Lattay

A contrario, malgré une forte présence de la viticulture (**Fig.75**), l'utilisation faites des prairies humides dans la partie sud est plutôt orientée vers l'agriculture. Le ruisseau du Ruau étant situé au sein d'une zone de cultures, les zones humides de bas fond sont principalement utilisées pour la plantation d'espèces annuelles. L'élevage, quant à lui, est essentiellement localisé le long du ruisseau des Petites Tailles et de l'Hyrôme sur les pâturages naturels constitués par les zones humides.

Pour ce qui est des mares, et bien qu'elles ne soient pas présentes en grand nombre sur le territoire de la commune (**Fig.104**), elles permettent de renforcer l'analyse précédente par la répartition géographique de leurs usages. On remarque ainsi que les mares situées au nord ont principalement une utilité récréative (chasse, tourisme et loisir, pêche), alors que celles localisées plus au sud s'inscrivent dans un processus d'utilisation à but agricole. Il est cependant important de noter que les zones de chasse et les terrains agricoles sont intimement liés sur cette commune rurale.

Un outil précieux pour la localisation d'espèces rares :

La fritillaire pintade (*Fritillaria meleagris*) est l'espèce végétale endémique du territoire. Bien connue des acteurs locaux, les fiches d'identités ont permis au travers de leur partie sur la biodiversité de mieux apprécier la répartition de cette espèce rare inféodée aux zones humides sur le territoire d'étude (**Fig.105**).

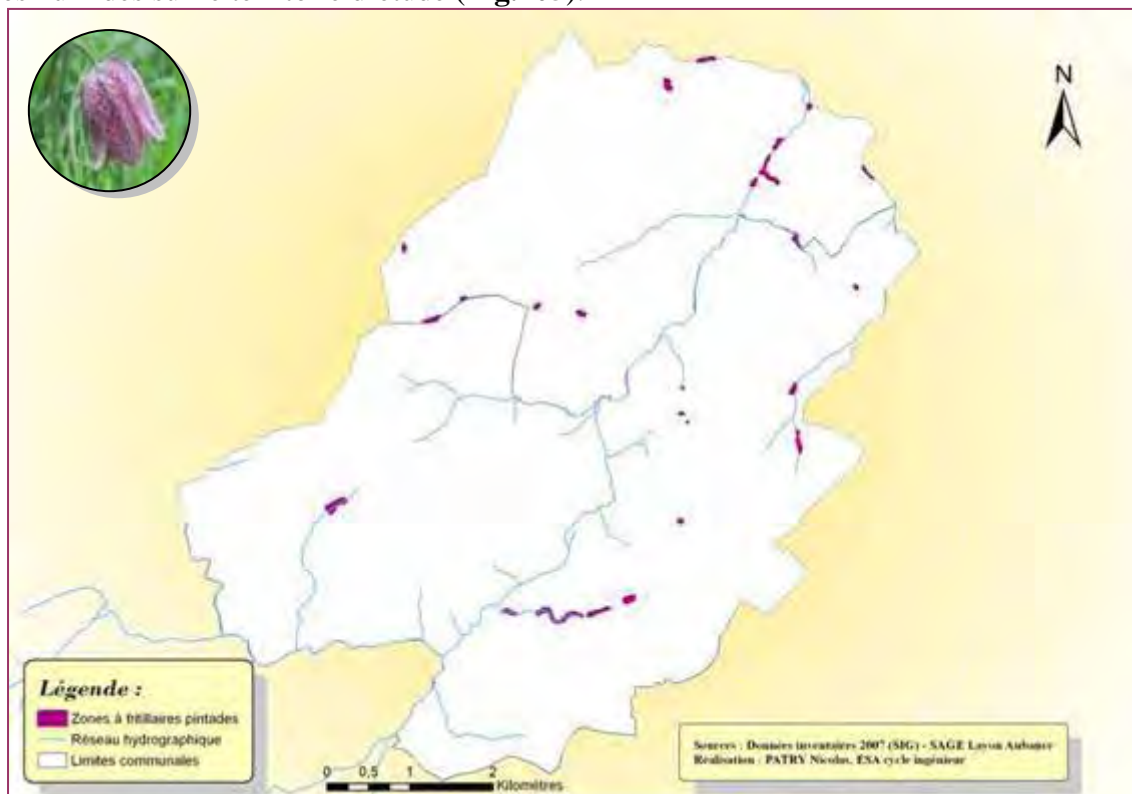


Fig. 105 : Répartition de la fritillaire pintade sur les deux communes d'étude

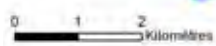
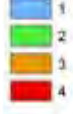
Cette base de données va ainsi servir au recensement des zones à fritillaires pintades mené conjointement par différentes associations de protection de l'environnement telles que la LPO ou le CPIE des Mauges.



Légende :

— Réseau hydrographique

Risques liés à l'occupation du sol



Sources : Données inventaires 2007 (SIG) - SAGE Layon Aubance
Réalisation : PATRY Nicolas, PREMEL-CABIC Christian

a



Légende :

— Réseau hydrographique

Risques liés à la pente



Sources : Données inventaires 2007 (SIG) - SAGE Layon Aubance
Réalisation : PATRY Nicolas, PREMEL-CABIC Christian

b



Légende :

— Réseau hydrographique

Risques liés au réseau hydrographique



Sources : Données inventaires 2007 (SIG) - SAGE Layon Aubance
Réalisation : PATRY Nicolas, PREMEL-CABIC Christian

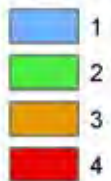
c



Légende :

— Réseau hydrographique

Risques de pollution par les pesticides



Sources : Données inventaires 2007 (SIG) - SAGE Layon Aubance
Réalisation : PATRY Nicolas, PREMEL-CABIC Christian

d

Fig. 106 : Cartes des risques de pollution par les pesticides :

- a :** Risques liés à l'occupation du sol
- b :** Risques liés à la pente
- c :** Risques liés au réseau hydrographique
- d :** Risques cumulés de pollution par les pesticides

a

+

b

+

c

=

d

5. Les zones humides stratégiques pour la gestion de l'eau :

Comme présenté précédemment, la méthodologie de détermination des zones humides stratégiques pour la gestion de l'eau est réalisée grâce à la prise en compte de trois critères :

- L'occupation du sol (**Fig.106a**)
- Les pentes (**Fig.106b**)
- Le réseau hydrographique (**Fig.106c**)

Une fois les classes de risques établies, leur addition a été effectuée afin d'obtenir une carte représentant les zones soumises à des risques de pollution par les pesticides (**Fig.106d**). Bien que cette carte puisse déjà donner une première idée sur la localisation des zones humides stratégiques grâce au croisement avec les cartes de l'inventaire participatif, le choix a été fait de prendre en compte l'accumulation des écoulements au travers des micro-bassins versants existants sur le territoire d'étude. De plus, il est important de rappeler que le bassin (ou sous-bassin) est considéré comme l'unité de gestion de l'eau.

Cette seconde phase a donc nécessité l'utilisation de l'extension « Hydrology » sous le logiciel ArcMap et la prise en compte d'une superficie minimale pour chaque sous-bassin. Il a été établi qu'une surface de 100 ha (10 000 pixels de 10m x 10m) permettait de garder une vision suffisamment précise par rapport à la superficie des deux communes étudiées (4600ha) tout en limitant le nombre de bassins. Ce processus permet ainsi d'identifier les sous-bassins prioritaires, soumis à de forts risques de pollutions, en réalisant un croisement avec la carte des risques cumulés présentée précédemment. La moyenne des risques pour chaque sous-bassin est la suivante :

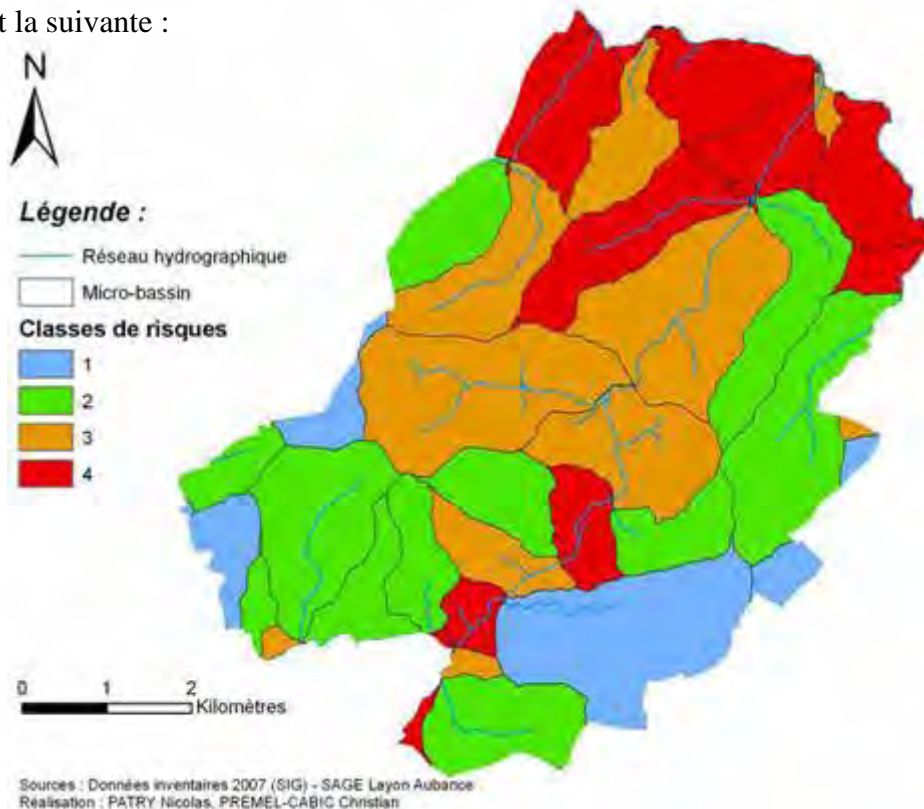


Fig. 107 : Les risques de pollution par pesticides sur les sous-bassins des communes de Chanzeaux et saint Lambert du Lattay

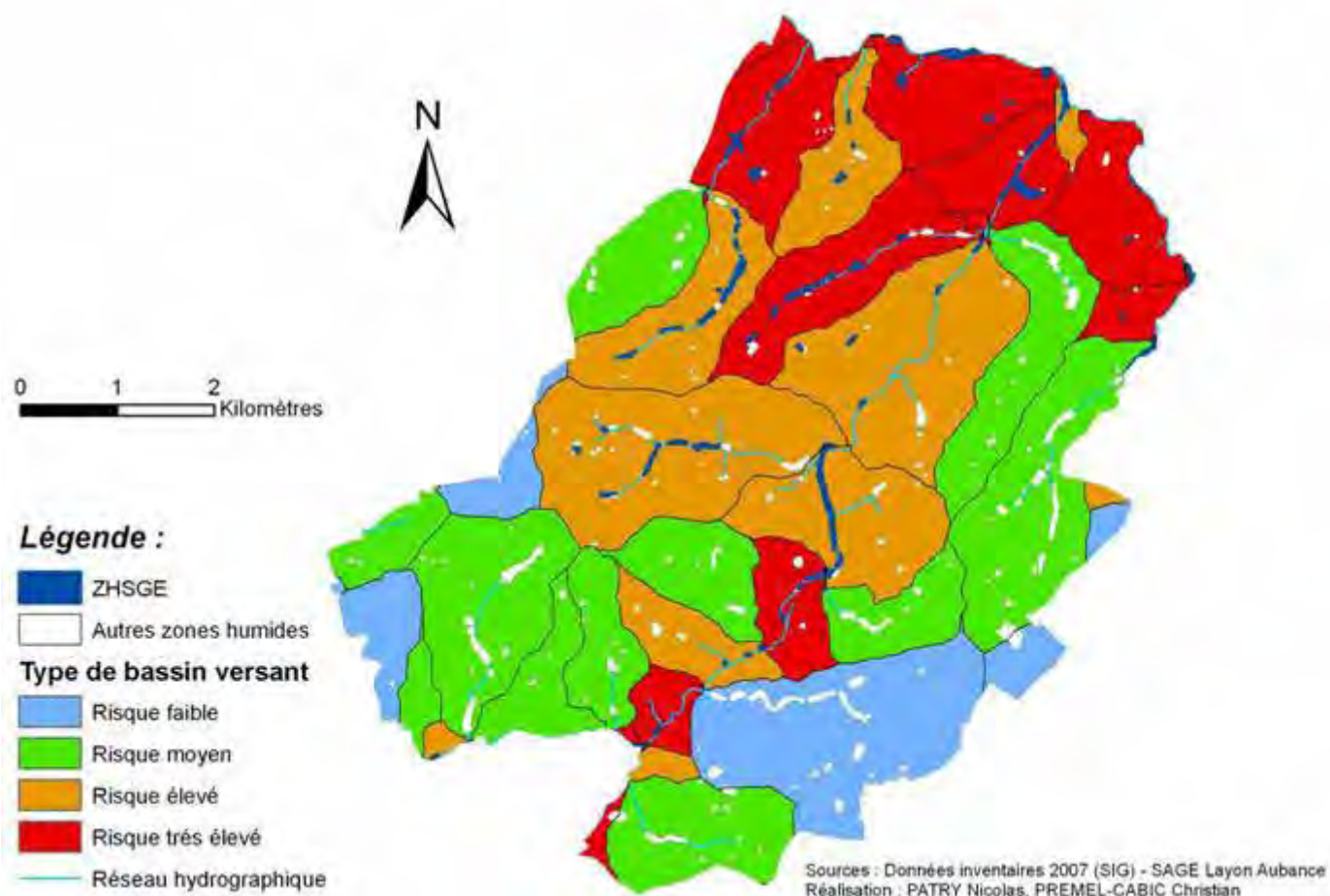


Fig. 108 : Carte des zones humides stratégiques pour la gestion de l'eau



Fig. 109 : Typologie des zones humides stratégiques pour la gestion de l'eau

Une sélection spatiale des zones humides répertoriées sur les communes de Chanzeaux et Saint Lambert du Lattay suivant leur positionnement au sein des sous-bassins est alors effectuée. On note cependant que seules les zones humides dont les critères correspondent à ceux énoncés lors de la mise en place de la méthodologie ont été gardées. La **figure 108** présente les zones humides référencées comme stratégiques pour la gestion de l'eau sur les deux communes étudiées. Elles se répartissent de la manière suivante :

Type de zone	Chanzeaux		Saint Lambert du Lattay	
	ZHSGE	Superficie (en ha)	ZHSGE	Superficie (en ha)
Boisements humides	9	4,3	14	4,7
Zones humides de bas-fond	14	7,7	35	11,2
Plaines alluviales	12	2,4	19	6,9
TOTAL	35 zones	14,4 ha	68 zones	22,8 ha

Tableau 22 : Répartition des zones humides stratégiques pour la gestion de l'eau

Avec 68 zones sur les 103 recensées, la commune de Saint Lambert du Lattay concentre le plus grand nombre de zones humides stratégiques pour la gestion de l'eau (ZHSGE) (**Tableau 22**). Sa situation en aval du bassin versant de l'Hyrôme, et la forte activité viticole qui y règne, font des prairies humides de cette commune des secteurs où le risque de contamination par les pesticides est particulièrement important. On remarque aussi que malgré une surface communale inférieure (1470 ha) à celle de Chanzeaux (3157 ha), la commune de Saint Lambert du Lattay possède 22,8 ha de zones humides classées comme stratégiques soit 65% des zones stratégiques identifiées durant l'inventaire et 92% de la surface totale des zones humides présente sur la commune. Pour la commune de Chanzeaux, le pourcentage n'est que de 29% de la surface totale en zones humides. Enfin, comme on peut le voir sur la **figure 109**, la catégorie des zones humides de bas fond rassemble 47% des zones humides stratégiques référencées. On remarque également que l'ensemble des plaines alluviales inventoriées lors de la démarche participative se retrouve dans le recensement final des zones stratégiques. Leur positionnement en aval des sous-bassins en fait des zones d'accumulation des pollutions diffuses drainées sur les versants. Elles constituent ainsi le dernier espace entre les activités humaines et les zones d'accumulation des eaux.

Cette méthode reste un point de départ à la création d'une méthodologie plus poussée pour la délimitation de ces zones humides. Le choix a été fait de se cantonner aux pesticides mais les futurs inventaires devront intégrer d'autres critères de pollution tels que les nitrates ou le phosphore afin d'affiner le référencement. Néanmoins, une telle méthode permet d'identifier rapidement les secteurs à risques sur un territoire étendu à condition de posséder les données nécessaires. Dans le futur, elle devrait être pensée à l'échelle du bassin versant afin de tenir compte des substances drainées tout le long du cours de l'Hyrôme et de ses affluents. Elle nécessitera cependant la création d'une carte d'occupation des sols sur l'ensemble du territoire du SAGE afin d'identifier les secteurs prioritaires et ainsi cibler les mesures d'inventaires et de protection aux zones humides les plus en danger.

