

**Développement d'un outil géomatique
d'aide à la protection des milieux humides
forestiers en terres publiques**

Rapport de recherche No R-710

Janvier 2004

Développement d'un outil géomatique d'aide à
la protection des milieux humides forestiers en
terres publiques

-710 *Janvier 2004*

**Développement d'un outil géomatique d'aide à
la protection des milieux humides forestiers en terres publiques**

Rapport rédigé pour

La Corporation d'Aménagement et de Protection de la Sainte-Anne (CAPSA)
111-1 route des Pionniers, Saint-Raymond (Québec) G3L 2A8

par

Alain N. Rousseau
Laura François
Sébastien Tremblay
Jean-Pierre Villeneuve

Centre Eau, Terre et Environnement
Institut National de la Recherche Scientifique (INRS-ETE)
2800, rue Einstein, Case postale 7500, Sainte-Foy (Québec), G1V 4C7

Rapport de recherche No. R-710

Janvier 2004

TABLE DES MATIÈRES

LISTE DES FIGURES.....	V
LISTE DES TABLEAUX.....	IX
TABLE DES SIGLES.....	XI
1. INTRODUCTION.....	1
2. LES MILIEUX HUMIDES.....	3
2.1 PRÉSENTATION DES MILIEUX HUMIDES.....	3
2.2 LES MILIEUX HUMIDES : ÉPONGES NATURELLES.....	6
2.3 LES MILIEUX HUMIDES : REINS DE LA TERRE.....	7
2.4 LE MAINTIEN DES CYCLES NATURELS.....	8
2.5 LES PERTURBATIONS DES MILIEUX HUMIDES.....	9
2.6 CONCLUSION.....	10
3. CLASSIFICATION DES MILIEUX HUMIDES.....	11
3.1 OBJECTIF.....	11
3.2 OUTILS.....	11
3.3 DÉFINITION DES MILIEUX HUMIDES.....	11
3.4 CLASSIFICATION.....	11
3.5 APPLICATION.....	14
4. PROCÉDURE D'UTILISATION D'ARCVIEW GIS 3.2.....	15
4.1 CRÉATION DE LA CARTE DU BASSIN VERSANT À PARTIR DES CARTES ÉCOFORESTIÈRES ...	16
4.1.1. <i>Afficher les couches nécessaires des cartes écoforestières.....</i>	<i>17</i>
4.1.1.1. Thèmes « hyfl.shp » (cours d'eau intermédiaires, rivières).....	17
4.1.1.2. Thèmes « hysfo.shp » et « peefo .shp».....	22
4.1.2. <i>Les thèmes comprenant les milieux humides.....</i>	<i>27</i>
4.1.2.1. Les différents types de milieux humides.....	27
4.1.2.2. Les aulnaies.....	35

4.1.2.3. Le thème « Milieux Humides » proprement dit	38
4.1.3. <i>Découpage du bassin versant</i>	40
4.2 CLASSIFICATION DES MILIEUX HUMIDES	50
4.2.1. <i>L'extension CMH (Classification des Milieux Humides)</i>	50
4.2.2. <i>Initialisation du thème « MilieuxHumides.shp »</i>	53
4.2.3. <i>Les thèmes de classification</i>	54
4.2.3.1. Pourcentage de l'aire considérée constituée de milieux humides (critère #1)	54
4.2.3.2. Connexion au milieu aquatique (critère #3).....	54
4.2.3.3. Proximité d'autres milieux humides (critère #5).....	56
4.2.4. <i>Classification des milieux humides</i>	62
5. CONCLUSION ET PROJETS FUTURS.....	67
6. RÉFÉRENCES.....	69
ANNEXE A : DÉVELOPPEMENT D'UN OUTIL D'AIDE À LA PROTECTION DES MILIEUX HUMIDES FORESTIERS EN TERRITOIRE PUBLIC	71
ANNEXE B : DESCRIPTION DES THÈMES NUMÉRIQUES DE LA CARTE ÉCOFORESTIÈRE.....	83
ANNEXE C : SUPPORT GÉOGRAPHIQUE DE CARTOGRAPHIE	87

LISTE DES FIGURES

Figure 1.1 : Tourbière minérothrophe vue en coupe.....	4
Figure 1.2 : Tourbière ombrothrophe vue en coupe.....	5
Figure 4.1 : Ouverture d'un nouveau document dans ArcView GIS 3.2.....	16
Figure 4.2 : Ouverture de la fenêtre « Vue ».....	17
Figure 4.3 : Bouton « Ajouter un thème ».....	17
Figure 4.4 : Fenêtre « Ajouter un thème ».....	18
Figure 4.5 : Affichage des thèmes « hyfl.shp » de sept cartes écoforestières numériques	18
Figure 4.6 : Menu « Vue ».....	19
Figure 4.7 : Fenêtre « Géotraitement ».....	20
Figure 4.8 : Fenêtre « Thème de sortie ».....	20
Figure 4.9 : Affichage du nouveau thème « C08hyfl_total.shp »	21
Figure 4.10 : Menu « Édition »	22
Figure 4.11 : Affichage des thèmes « hysfo » de sept cartes écoforestières numériques.....	23
Figure 4.12 : Fenêtre « Géotraitement ».....	23
Figure 4.13 : Affichage du nouveau thème « C08hysfo_total.shp »	24
Figure 4.14 : Affichage des thèmes « peefo.shp » de sept cartes écoforestières numériques	25
Figure 4.15 : Fenêtre « Géotraitement ».....	25
Figure 4.16 : Affichage du nouveau thème « C08peefo_total.shp »	26
Figure 4.17 : Fenêtre « Éditeur de légende »	27
Figure 4.18 : Menu « Thème »	27
Figure 4.19 : fenêtre de requête pour le thème « C08peefo_total.shp ».....	28
Figure 4.20 : Menu « Thème »	29
Figure 4.21 : Fenêtre de conversion pour les éléments sélectionnés du thème « C08peefo_total.shp »	29
Figure 4.22 : Affichage du nouveau thème « Aulnaies1.shp »	30

Figure 4.23 : Menu « Thème »	31
Figure 4.24 : Fenêtre de requête pour le thème « C08peefo_total.shp »	31
Figure 4.25 : Fenêtre de conversion pour les éléments sélectionnés du thème « C08peefo_total.shp »	32
Figure 4.26 : Affichage du nouveau thème « Dénudés1.shp »	32
Figure 4.27 : Fenêtre de requête pour le thème « C08peefo_total.shp »	33
Figure 4.28 : Fenêtre de conversion pour les éléments sélectionnés du thème « C08peefo_total.shp »	33
Figure 4.29 : Affichage du nouveau thème « Inondés1.shp »	34
Figure 4.30 : Fenêtre de requête pour le thème « C08peefo_total.shp »	34
Figure 4.31 : Menu « Thème »	35
Figure 4.32 : Fenêtre « Sélectionner par thème »	35
Figure 4.33 : Fenêtre « Sélectionner par thème »	36
Figure 4.34 : Menu « Thème »	36
Figure 4.35 : Fenêtre de conversion pour les éléments sélectionnés du thème « Aulnaies1.shp »	37
Figure 4.36 : Affichage du nouveau thème « Aulnaies-total.shp »	38
Figure 4.37 : Fenêtre « Géotraitement »	38
Figure 4.38 : Fenêtre « Thème de sortie »	39
Figure 4.39 : Affichage du nouveau thème « milieux_humides_total.shp »	39
Figure 4.40. : Affichage du thème « Sous_bassin.shp »	40
Figure 4.41. : Fenêtre « Géotraitement »	41
Figure 4.42. : Fenêtre « Thème de sortie »	41
Figure 4.43 : Affichage du thème « MilieuxHumides.shp »	42
Figure 4.44 : Fenêtre « Géotraitement »	42
Figure 4.45 : Fenêtre « Géotraitement »	43
Figure 4.46 : Fenêtre « Géotraitement »	43
Figure 4.47 : Fenêtre « Géotraitement »	44
Figure 4.48 : Fenêtre « Géotraitement »	44

Figure 4.49 : Fenêtre « Géotraitement ».....	45
Figure 4.50 : Affichage des thèmes pour le bassin.....	45
Figure 4.51 : Bouton « Ouvrir la table du thème ».....	46
Figure 4.52 : Fenêtre de la table du thème « C08peefo.shp »	46
Figure 4.53 : Menu « Table »	47
Figure 4.54 : Bouton « Calculer »	47
Figure 4.55 : Fenêtre « Calculatrice des valeurs de champ ».....	48
Figure 4.56 : Fenêtre de la table du thème « MilieuxHumides.shp ».....	49
Figure 4.57 : Copie de « CMHv1.0.avx » et « CMHv1.0_param.txt » dans « EXT32 »	50
Figure 4.58 : Menu « Fichiers »	51
Figure 4.59 : Fenêtre « Extensions ».....	51
Figure 4.60 : Menu « CMH »	52
Figure 4.61 : Menu « CMH »	52
Figure 4.62 : Fenêtre « Propriétés du thème »	53
Figure 4.63 : Menu « CMH »	53
Figure 4.64 : Fenêtre « Sélectionner par thème ».....	55
Figure 4.65 : Fenêtre « Sélectionner par thème ».....	55
Figure 4.66 : Légende.....	56
Figure 4.67 : Fenêtre « Propriétés de la vue ».....	56
Figure 4.68 : Fenêtre « Créer des zones tampons ».....	57
Figure 4.69 : Fenêtre « Créer des zones tampons ».....	57
Figure 4.70 : Fenêtre « Créer des zones tampons ».....	58
Figure 4.71 : Affichage des zones tampons	59
Figure 4.72 : Bouton « Sélectionner l'entité »	59
Figure 4.73 : Sélection des milieux dont les zones tampons se croisent.....	60
Figure 4.74 : Bouton « Pointeur »	60
Figure 4.75 : Sélection des zones tampons.....	61
Figure 4.76 : Désélection des zones tampons.....	61
Figure 4.77 : Menu « CMH »	62

Figure 4.78 : Menu « CMH »	62
Figure 4.79 : Fenêtre « Éditeur de légende »	63
Figure 4.80 : Carte des milieux humides colorés selon leur cote.....	64
Figure 4.81 : Fenêtre « Éditeur de légende »	65
Figure 4.82 : Table du thème « MilieuxHumides.shp »	65
Figure 4.83 : Carte des milieux humides colorés selon leur cote (critères 1 et 2).....	66
Figure C.1 : Cartographie de géoréférence	89

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 3.1 :	Critère #1 : Pourcentage du territoire environnant recouvert en milieux humides.....	12
Tableau 3.2 :	Critère #2 : Superficie du milieu humide.....	12
Tableau 3.3 :	Critère #3 : Système aquatique juxtaposé.....	13
Tableau 3.4 :	Critère #4 : Nature du milieu humide.....	13
Tableau 3.5 :	Critère #5 : Proximité d'autres milieux humides dans un rayon de 500 mètres.....	14
Tableau A.1 :	Description provisoire des critères de classification des milieux humides forestiers..	81
Tableau B.1 :	Extrait de la feuille « Couvertures » du document « produitsSIEF.xls ».....	85
Tableau B.2 :	Extrait de la feuille « Attributs couches » du document « produitsSIEF.xls ».....	85
Tableau B.3 :	Description du type écologique de TER_CO.....	86
Tableau B.4 :	Description du type écologique de TEC_CO_TEC (Extrait du paragraphe « Liste des types écologiques » du document « tableaux_codes.doc »).....	86

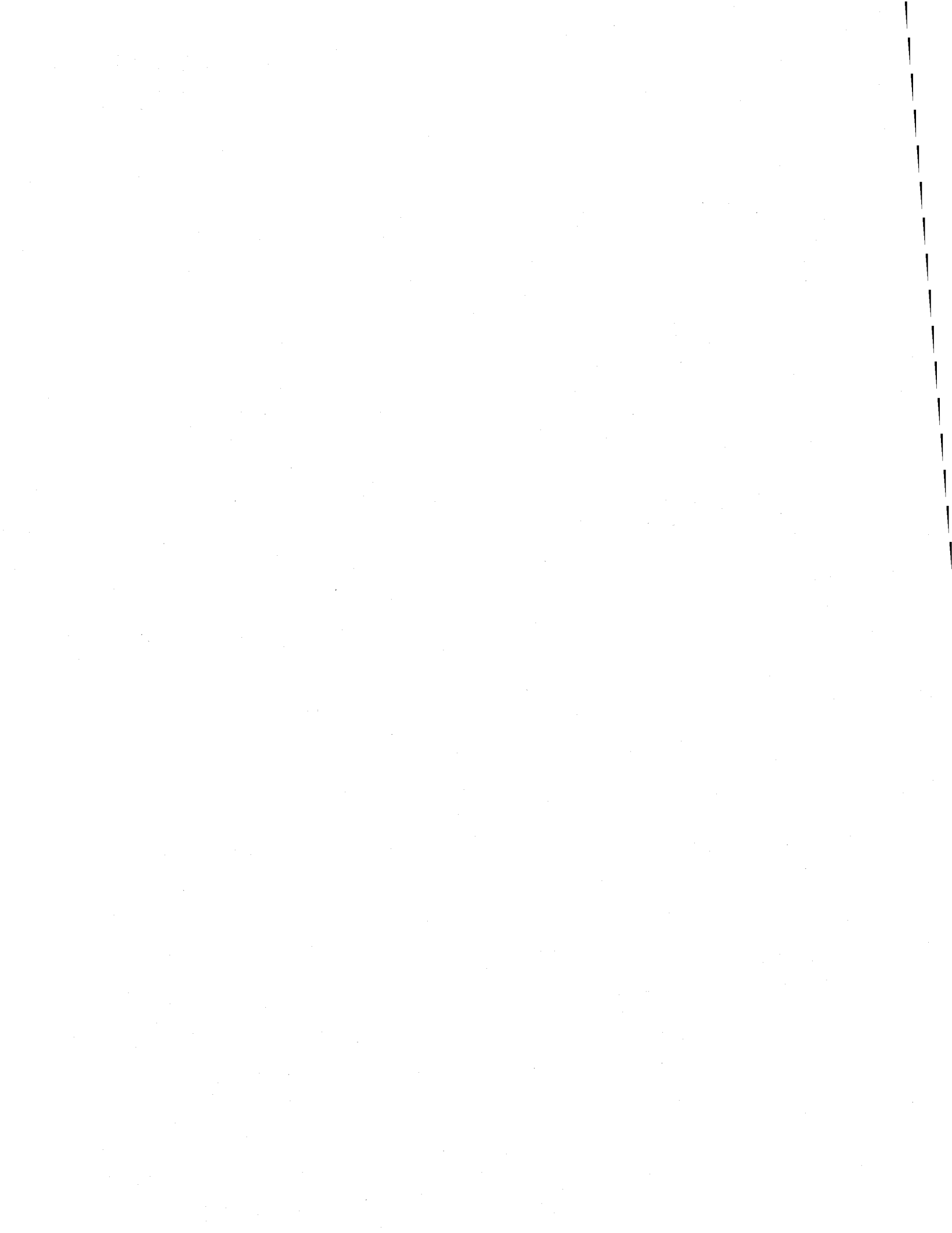


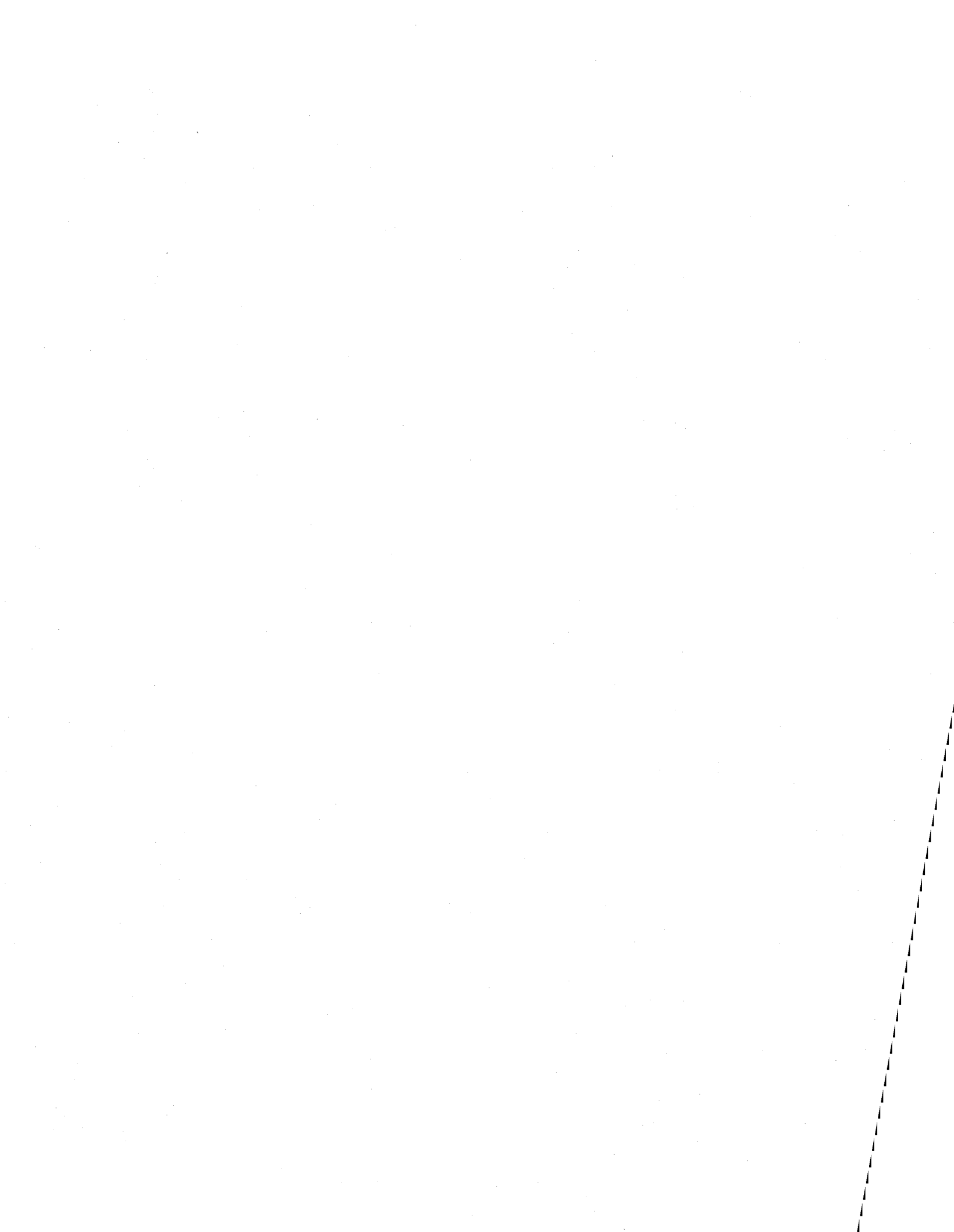
TABLE DES SIGLES

CAAF :	Contrat d'Approvisionnement et d'Aménagement Forestier
CAPSA :	Corporation d'Aménagement et de Protection de la Sainte Anne
CMH :	Classification des Milieux Humides
INRS-ETE :	Institut National de la Recherche Scientifique – Centre Eau, Terre et Environnement

1. INTRODUCTION

Les terres publiques exploitées par les compagnies forestières sont riches en milieux humides, essentiels au maintien de la biodiversité et de la qualité de l'eau . Ceci étant dit, les compagnies forestières sont dans l'impossibilité de les protéger tous malgré la volonté de leur accorder une attention particulière. La nécessité de cibler les milieux sensibles d'importance ainsi que de définir les actions essentielles au maintien de ces habitats représente donc un enjeu de taille pour l'industrie forestière. C'est pour répondre à ce besoin que la corporation d'aménagement et de protection de la Sainte Anne (CAPSA) a sollicité notre équipe de recherche pour élaborer un outil informatique d'aide à la gestion qui permet de localiser les milieux humides d'importance en territoire public forestier.

Après une description succincte du rôle des milieux humides et une brève introduction de la méthode de classification proposée par la CAPSA, une procédure semi-automatisée, développée pour ArcView 3.2 est décrite. Cette procédure a pour but de créer une carte des milieux humides classifiés à l'aide d'une légende de couleur.



2. LES MILIEUX HUMIDES

Le texte suivant est une synthèse, orientée vers les fonctions hydrologiques des milieux humides, du livre de *Payette et Rochefort (2001)* sur l'écologie des tourbières ainsi que des informations proposées par les sites de *Canards Illimités*, *Environnement Canada* et *le monde de Darwin*.

2.1 PRÉSENTATION DES MILIEUX HUMIDES

Les milieux dits humides sont les milieux subaquatiques, c'est-à-dire entre milieux terrestres et aquatiques (plans et cours d'eau). Une définition proposée est « habitats naturels ou artificiels directement influencés par une nappe phréatique affleurante pendant une bonne partie de la saison de croissance » (*Payette et Rochefort, 2001*).

En zone boréale, les principaux milieux humides que l'on y retrouve dans les forêts conifériennes sont les tourbières, les marais, les marécages, les herbiers aquatiques et les rives submergées.

Les tourbières sont des habitats humides au sol acide, saturé en eau et pauvre en éléments minéraux. Elles sont caractérisées par une production de biomasse supérieure à sa décomposition ce qui entraîne une accumulation de tourbe (qui, en zone boréale se retrouve en couches d'épaisseur comprise entre 4 et 10 mètres). Les tourbières sont regroupées, selon leur caractéristiques, en trois groupes principaux : les minérothrophes (*figure 1*), les ombrothrophes (*figure 2*) et les intermédiaires. Les tourbières dites minérothrophes sont caractérisées par une nappe phréatique de surface et végétation diversifiée (herbacés, arbres et arbustes) due à la circulation et donc le transport de minéraux et l'oxygénation du sol. On les trouve souvent dans des dépressions ou sur des pentes. Les tourbières ombrothrophes (type le plus répandu au Québec) ont un écosystème pauvre (sphaignes acidophiles, épinette noire plus en périphérie) du fait d'une faible circulation de l'eau ; les sources principales d'eau sont les précipitations. Elles se composent de deux couches : l'acrotelme au-dessus (activités biologiques, accumulation de débris) et le catotelme en dessous (anaérobie, saturé en eau, où a lieu la production de tourbe). Les tourbières intermédiaires se composent des deux types précédents. Au sud du Québec, il existe une grande biodiversité parmi les tourbières : en plus des peuplements cités plus haut, on retrouve des buttes ou dépressions de sphaignes, des mares, des tapis

flottants, des arbustives d'éricacées, des herbaçales, des bosquets d'épinettes noires et des forêts sur tourbe.

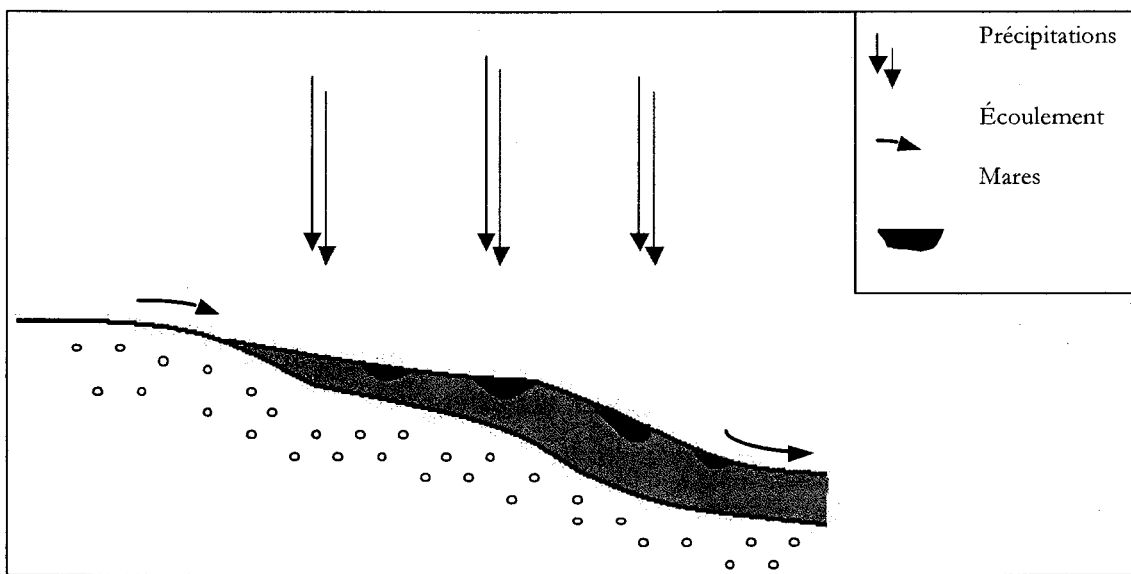


Figure 1.1: Tourbière minérothrophe vue en coupe
(adapté de la figure 2.24 de Payette et Rochefort, 2001)

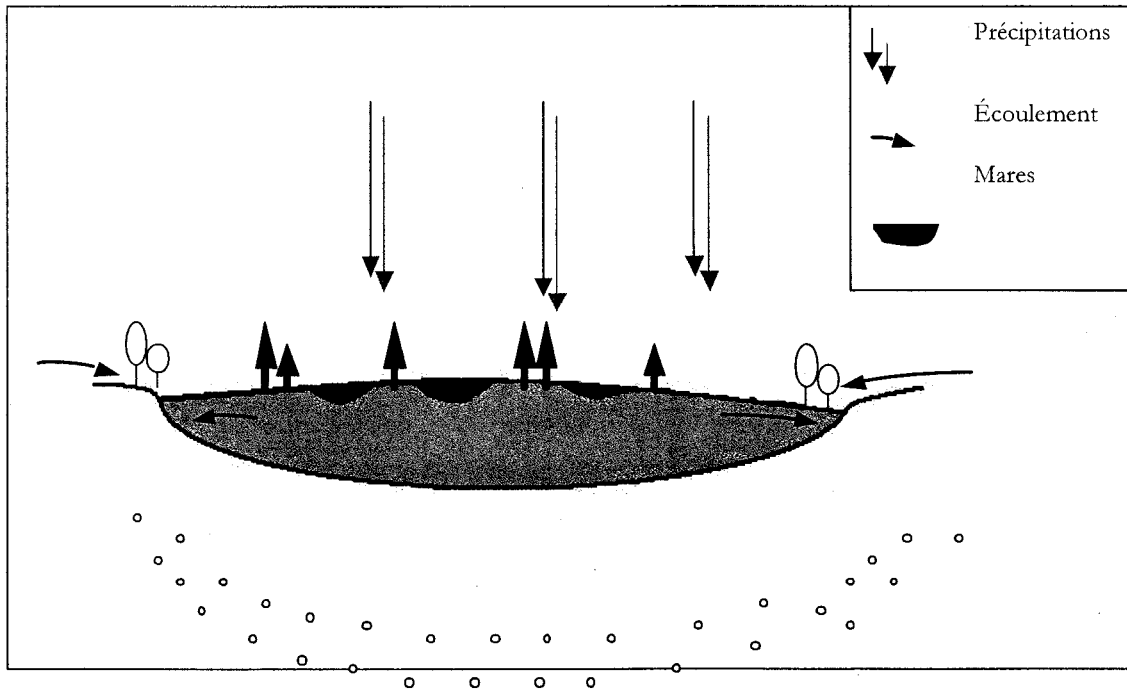


Figure 1.2: Tourbière ombrothrophe vue en coupe

(adapté de la figure 2.24 de Payette et Rochefort, 2001)

Les autres types de milieux humides sont caractérisés par un sol minéral submergé en périodes de croissance. Les marais au bord des lacs et rivières sont principalement des herbaçaias souvent bordées de marécages et leur croissance est fonction du niveau de l'eau (celle des marais intertidaux dépend du cycle des marées). Les marécages sont formés de forêts et arbustaias, comme les aulnaias. Ils sont inondés de façon saisonnière mais leur flore est adaptée (au Québec on retrouve l'érable argenté ou le frêne noir dans les marécages). Les herbiers aquatiques regroupent des plantes submergées et flottantes et se situent sur des plans d'eau peu profonds.

Si on s'intéresse maintenant aux rôles des milieux humides dans l'écosystème, on peut considérer les aspects suivants :

- De part leur caractéristiques végétales propres, les milieux humides proposent des niches nombreuses et variées qui accueillent une faune riche (oiseaux et arthropodes entre autres) et même des espèces rares.
- Les tourbières, par l'accumulation des couches de tourbes permettent de retracer l'histoire de l'écosystème à travers le temps ;
- Ils servent de réservoirs hydrologiques, ralentissent l'écoulement de l'eau, aident à la stabilisation des sols;
- Ils retiennent les particules en suspension, oxygènent le milieu ;
- Ils participent aux cycles biogéochimiques naturels.

Les trois derniers points, détaillés dans les paragraphes suivants, sont directement liés aux rôles des milieux humides à l'échelle du réseau hydrographique en tant que régulateur de débit et de rempart contre les facteurs de pollution pouvant s'introduire dans le système aquatique.

2.2 LES MILIEUX HUMIDES : ÉPONGES NATURELLES

Les milieux humides ont une grande capacité d'emmagasinage de l'eau qui varie selon les saisons et les précipitations.

En périodes de crues ou pluies abondantes, ils accumulent l'eau ; les nappes phréatiques sont réalimentées, une partie de l'eau est restituée à l'écosystème de façon plus lente et une partie est éliminée par évapotranspiration (perte d'eau par évaporation, ceci par le sol et par les plantes). En périodes sèches, les milieux humides représentent des sources en eau non négligeables puisqu'ils atténuent les effets de la sécheresse et permettent le maintien des cours d'eau avec lesquels ils sont en contact.

Si on considère l'aspect hydrologie, on peut constater que si la source d'eau est souterraine, les débits sortants sont réguliers ; c'est le cas pour les tourbières minérothrophes, les marécages et les autres milieux humides. Si la source d'eau est issue des précipitations, comme c'est le cas pour les tourbières ombrothrophes, les débits sortants sont irréguliers. Pour tous les types de milieux humides,

L'évapotranspiration est importante ; elle est fonction du niveau de la nappe phréatique, de la végétation et du climat.

On peut noter que la régulation des débits par l'adsorption des milieux humides ainsi que par leur végétation, qui disperse l'eau et diminue l'effet des courants et des vents, préviennent l'érosion des rives des cours d'eau.

L'efficacité du régime hydrologique des milieux humides est donc primordiale pour l'équilibre de l'écosystème. Elle est fonction de la superficie et position du milieu, des conditions d'humidité et de la quantité d'eau entrante. On remarquera que la capacité à emmagasiner l'eau est limitée, et particulièrement au printemps pendant lequel le milieu est déjà saturé en eau (le niveau de la nappe est haut, la glace dans et sur le sol peut faire obstacle à l'emmagasinage).

« Les bassins hydrographiques contenant de 5 à 10% de milieux humides ont la capacité de réduire de 50% l'intensité des crues en comparaison avec les bassins qui n'en possèdent pas » (*Canard Illimités*).

2.3 LES MILIEUX HUMIDES : REINS DE LA TERRE

Une des caractéristiques principales des milieux humides est leur capacité à renouveler l'eau emmagasinée. On les compare souvent à des usines naturelles de filtration d'eau : le sol, les plantes et les bactéries adsorbent les sédiments et les polluants car l'eau circule suffisamment.

Il filtre l'eau de différentes manières :

- la sédimentation : puisque l'eau circule très lentement, les pesticides, métaux lourds et autres résidus sont adsorbés sur le sol. La turbidité de l'eau diminue et le soleil, qui pénètre plus efficacement, favorise la croissance du phytoplancton et autres organismes à la base de la chaîne trophique, ainsi que la photosynthèse. L'augmentation de la quantité d'oxygène favorise l'activité des agents de dégradation (dont les bactéries) qui contribuent à la purification de l'eau.
- les bactéries : les pathogènes qui se trouvent dans l'eau sont adsorbés par diverses bactéries, champignons, algues et zooplanctons.

- les transformations biogéochimiques : la participation des milieux humides aux cycles naturels contribue à une meilleure qualité de l'eau qui y circule (*voir paragraphe suivant*).

« Des méthodes de biofiltration, calquées sur le modèle de fonctionnement des terres humides, sont utilisées dans certains endroits pour le traitement des eaux usées qui sont débarrassées de leurs contaminants par les plantes et les bactéries » (*Canard Illimités*).

Si on considère plus particulièrement les tourbières, les polluants sont déposés à la surface par les précipitations et dépôts secs. Les métaux lourds, comme le mercure ou le plomb, les sulfates, nitrates ou autres participent à l'écologie et biogéochimie du milieu. Le mercure atmosphérique, par exemple, est adsorbé par les tissus végétaux et peut être méthylé (le dépôt de sulfates par les pluies acides favorisent cette réaction). Sous cette forme, le mercure peut être transporté par l'eau et s'accumuler dans la chaîne trophique.

2.4 LE MAINTIEN DES CYCLES NATURELS

Les milieux humides et le cycle du carbone sont corrélés de façon importante. En effet, le cycle est primordial à la structure et la fonction du milieu. Les tourbières sont particulièrement sensibles à ce cycle puisque l'accumulation de matière organique (en tourbe) dépend de l'équilibre carbone consommé-carbone éliminé.

Le cycle du carbone comprend les étapes suivantes. La photosynthèse consomme le gaz carbonique (CO_2) atmosphérique dont une partie est restituée par respiration ; dans des proportions nettement moindres mais à considérer tout de même, il y a production, oxydation, émission de méthane (CH_4) ainsi que production, exportation de carbone organique dissout (COD). Selon le climat, le régime thermique et la position de la nappe phréatique, le milieu humide peut être un puit (en été) ou une source (en hiver) de CO_2 pour l'écosystème. Le CH_4 est émis par les organismes méthanogéniques sous conditions anaérobies et diffuse vers la surface du milieu où il s'échappe s'il n'est pas consommé par les organismes méthanotrophiques sous condition aérobie ; les émissions de CH_4 sont très variables selon les coordonnées spatio-temporelles et les caractéristiques du milieu. La production de COD, qui provient du lessivage et de la décomposition des végétaux et matière organique, dépend surtout de la température et du degré de décomposition de la matière organique. Le COD est

transmis aux cours et plans d'eau en contact avec les milieux humides et les acidifie ; il diminue aussi l'infiltration de la lumière, représente une source de carbone pour les bactéries et aide au transport des éléments nutritifs et des polluants.

Les milieux humides participent à d'autres cycles naturels, qui sont aussi liés au cycle du carbone par processus biologique de transformation et transport physique dans et hors de l'écosystème. Pour le cycle du phosphore, le temps de rétention de cet élément dépend de son adsorption sur les particules d'argile et de matière organique ainsi que des précipitations contenant des phosphates insolubles et de l'incorporation du phosphore dans la biomasse vivante. Le cycle de l'azote est caractérisé par une grosse consommation d'azote pendant la saison végétative.

Étant donné le rôle essentiel des milieux humides dans les cycles naturels, les perturbations qu'ils subissent ont des répercussions sur les processus naturels de l'écosystème : dégradation et disparition d'eau potable, de la faune et de la flore, accentuations de catastrophes naturelles et effets sur les changements climatiques (la prise en charge de CO₂ pourrait jouer un rôle opposé à celui des gaz à effet de serre) sont quelques exemples.

2.5 LES PERTURBATIONS DES MILIEUX HUMIDES

Les paramètres pouvant perturber l'équilibre des milieux humides sont nombreux. Les changements climatiques sont à l'origine des variations de température, des précipitations, de la composition végétale et de la production du milieu, selon ses caractéristiques propres. Les précipitations acides affectent les réactions d'oxydoréduction impliquant les sulfates et nitrates, ce qui entraîne des variations dans le taux de décomposition de la matière organique et l'accumulation de carbone. Elles diminuent la méthanogénèse, et donc l'émission de CH₄, et augmentent la méthylation du mercure, qui s'accumule dans la chaîne trophique. Les inondations entraînent une diminution de l'aération de la tourbe, et donc de la productivité du milieu, de sa végétation et une augmentation des émanations de CH₄, CO₂ et de la décomposition de la tourbe.

Si l'on considère les perturbations humaines des tourbières et étant donné l'étendue de ce type de milieux (entre 8 et 12 millions d'hectares au Québec-Labrador), il est à craindre des effets à l'échelle planétaire dans la dynamique des gaz à effet de serre et des changements climatiques.

Parmi les activités d'exploitation des tourbières, on retrouve l'extraction de la tourbe ; celle des tourbes de sphaignes est utilisée pour faire des milieux artificiels de culture ou en sylviculture; en agriculture, la tourbe est utilisée pour les cultures de sols organiques ; après ce genre d'exploitation, la tourbe résiduelle ne transporte plus l'eau et le niveau de la nappe phréatique fluctue fortement (il est plus profond en été), le niveau d'humidité diminue, la tension d'eau augmente et la restauration de la couche végétale se fait beaucoup plus difficilement.

La production forestière a un impact considérable sur la santé des tourbières. En effet la matière ligneuse des arbres qui poussent (lentement) dans les milieux humides a des fibres plus denses que celles des arbres poussés sur des terres non humides. Par exemple, l'exploitation de l'épinette noire est source de bois importante pour l'industrie des pâtes et papiers. Dans la vallée du St Laurent, le drainage artificiel et la récolte sur tourbière sont très importants.

Le drainage a pour but d'aérer les racines des arbres et d'augmenter la productivité forestière par abaissement de la nappe phréatique. Il a pour effets l'affaissement de la tourbe (tassement et oxydation), des changements de température du sol du milieu (la conductivité thermique diminue, ce qui a un effet isolant limitant le réchauffement en profondeur ; ceci entraîne aussi une diminution du taux d'humidité), entre autres.

2.6 CONCLUSION

Bien que le nombre d'études sur les milieux humides et en particulier les tourbières, soit limité, on peut affirmer que leur exploitation endommage les sols des milieux, entraînent des variations du niveaux des nappes phréatiques, qui influence l'aération du sol et donc sa productivité, le drainage naturel est perturbé et l'écoulement horizontal est obstrué, pour ne citer que quelques conséquences.

Hors, les milieux humides constituent un maillon essentiel pour l'équilibre et le maintien des terres et forêts. Une mobilisation es donc nécessaire pour la protection de ces milieux. Les principaux facteurs influençant l'efficacité des milieux humides sont leur position dans le bassin versant, leur superficie, les conditions d'humidité, et la végétation. C'est donc en tenant compte de ces paramètres que la CAPSA a établi des critères de classification des milieux humides pour les prioriser lors des planification des coupes forestières.

3. CLASSIFICATION DES MILIEUX HUMIDES

3.1 OBJECTIF

Le but de ces travaux est de mettre à la disposition des bénéficiaires de contrats d'approvisionnement et d'aménagement forestier (CAAF) un outil géomatique, facile d'utilisation, permettant de classer les milieux humides grâce à une cote de priorité ; et ce afin de prendre en compte les milieux lors des planifications de coupes et ainsi préserver le patrimoine naturel des forêts (*Exposition détaillée du mandat en Annexe A*).

3.2 OUTILS

Les cartes écoforestières sous forme numérique format ESRI, sont la base de travail. Elles sont exploitées par le logiciel ArcView GIS 3.2.

3.3 DÉFINITION DES MILIEUX HUMIDES

Sont considérés comme milieux humides : les dénudés humides (DH), les inondés (INO), les tourbières (TO18, TO19) et les aulnaies (AL) en contact avec au moins un des milieux précédents (*Annexe B : Description des thèmes numériques de la carte écoforestière*).

3.4 CLASSIFICATION

Cinq critères sont considérés pour chaque milieu humide et une cote partielle (c_i) multipliée par un facteur d'importance (f_i) propre au critère est attribuée selon la réponse au critère considéré ; la cote finale (C) est la somme de toutes les cotes partielles reçues : $C = \sum f_i * c_i$

Tableau 3.1 Critère #1 : Pourcentage du territoire environnant recouvert en milieux humides

Détail	Cote	Facteur d'importance
[10% et plus	3	1
[5-10%[2	
[1-5%[1	
Moins de 1%	0	

Si l'aire totale de milieux humides (somme des aires de tous les milieux) représente plus de 10% de l'aire totale du bassin considéré, tous les milieux humides de ce bassin vont recevoir une cote partielle de 3 (3*1).

Tableau 3.2 Critère #2 : Superficie du milieu humide

Détail	Cote	Facteur d'importance
[75% et plus	3	2
[50-75%[2	
[25-50%[1	
Moins de 25%	0	

L'aire de référence est celle du milieu humide le plus grand (a_{max}). Si un milieu humide a une superficie a_i de $0.80 * a_{max}$, c'est-à-dire $0.75 * a_{max} < a_i < a_{max}$, on lui attribue une cote partielle de 6 (3*2) pour ce critère.

Tableau 3.3 Critère #3 : Système aquatique juxtaposé

Détail	Cote	Facteur d'importance
Aucun ou intermittent	0	2
Cours d'eau intermédiaire ou rivière	1	
Lac ou cours d'eau important	2	
Les deux cas précédents ensemble	3	

« Cours d'eau intermédiaire ou rivière » correspond à l'intersection entre les milieux humides et la couche « hyfl » ; alors que « Lac ou cours d'eau important » correspond à l'intersection avec la couche « hysfo » (voir *Annexe B : Description des thèmes numériques de la carte écoforestière*).

Tableau 3.4 Critère #4 : Nature du milieu humide

Détail	Cote	Facteur d'importance
Aulnaie	0	3
Dénudé humide	1	
Inondé	2	
Tourbière	3	

Tableau 3.5 Critère #5 : Proximité d'autres milieux humides dans un rayon de 500 mètres

Détail	Cote	Facteur d'importance
Aucun	0	
Présence	1	1

Si un milieu humide se trouve à moins de 500 mètres d'un autre milieu, sa cote partielle est 1 (1*1).

3.5 APPLICATION

Nous avons mis en place une procédure d'utilisation d'ArcView GIS 3.2 permettant de classifier les milieux selon leur cote à l'aide d'une procédure semi-automatique.

4. PROCÉDURE D'UTILISATION D'ARCVIEW GIS 3.2

Les deux étapes principales de la procédure consistent à créer d'abord, la carte du bassin versant à partir des différentes cartes écoforestières puis classifier les milieux humides selon les critères établis par la CAPSA. Ces étapes sont constituées de nombreuses opérations dont les grands titres sont rappelés dans le plan ci-dessous :

Création de la carte du bassin versant à partir des cartes écoforestières

Afficher les couches nécessaires des cartes écoforestières

Thèmes « hyfl.shp » (cours d'eau intermédiaires, rivières)

Thèmes « hysfo.shp » et « peefo.shp »

Les thèmes comprenant les milieux humides

Les différents types de milieux humides

Les aulnaies

Le thème « Milieux Humides » proprement dit

Découpage du bassin versant

Classification des milieux humides

L'extension CMH (Classification des Milieux Humides)

Initialisation du thème « MilieuxHumides.shp »

Les thèmes de classification

Pourcentage de l'aire considérée constituée de milieux humides (critère #1)

Connexion au milieu aquatique (critère #3)

Proximité d'autres milieux humides (critère #5)

Classification des milieux humides

4.1 CRÉATION DE LA CARTE DU BASSIN VERSANT À PARTIR DES CARTES ÉCOFORESTIÈRES

Ouvrir ArcView GIS 3.2 :

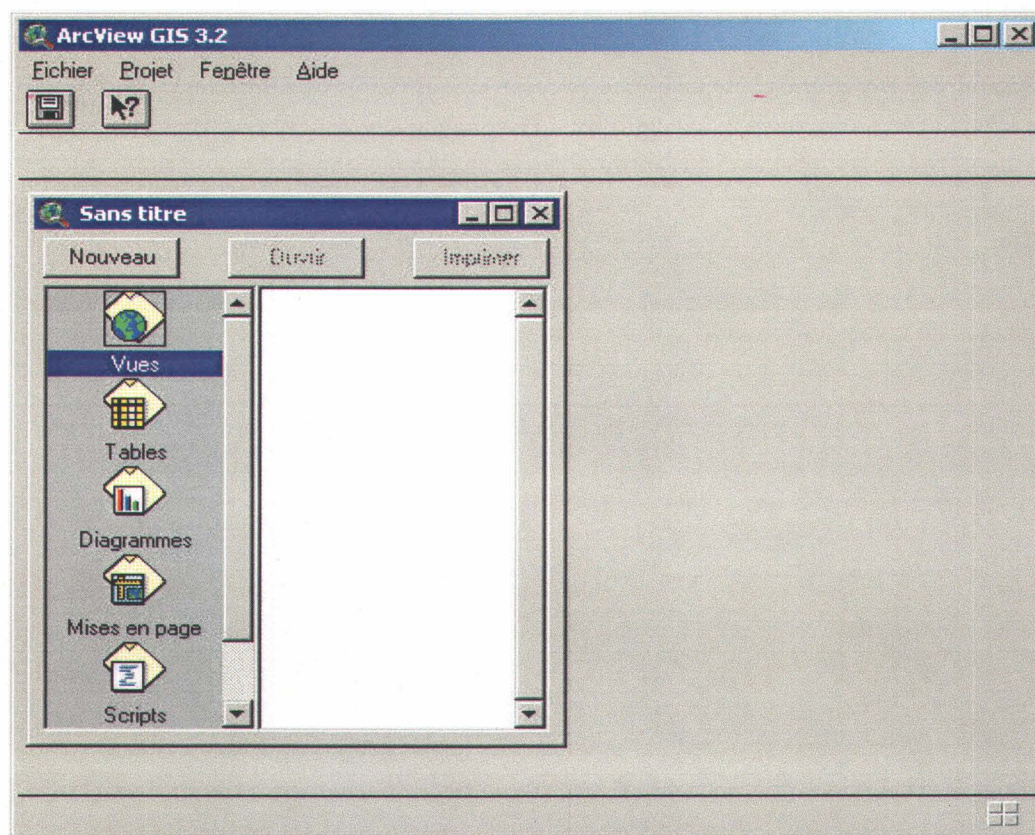


Figure 4.1 : Ouverture d'un nouveau document dans ArcView GIS 3.2

Cliquer sur « Vues » : une fenêtre, base de la carte, s'ouvre.

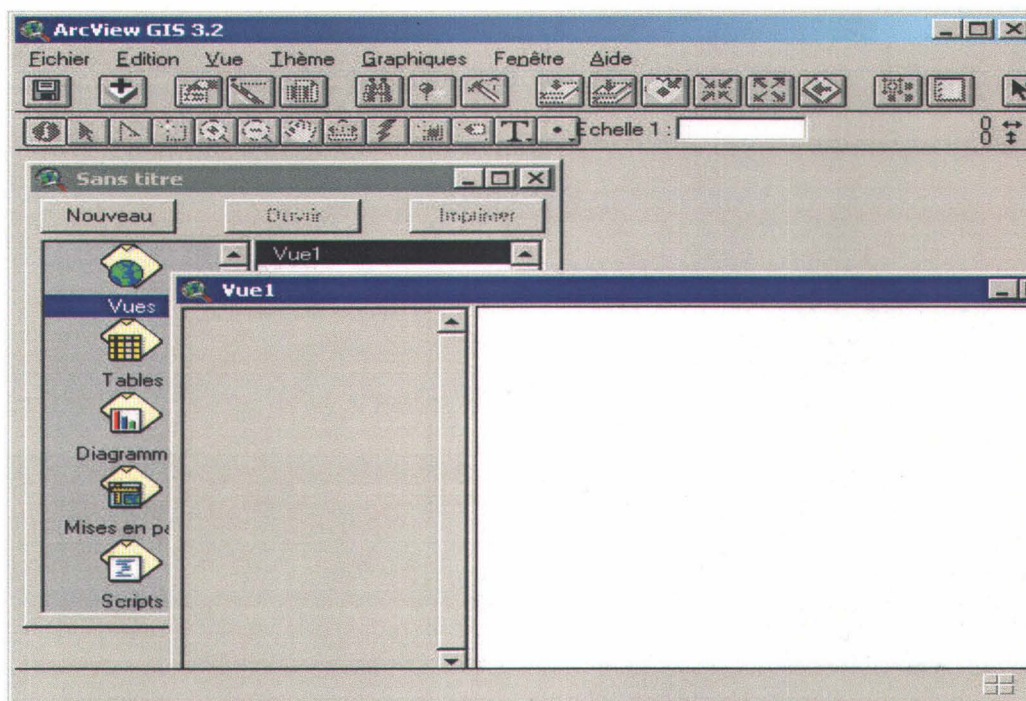


Figure 4.2 : Ouverture de la fenêtre « Vue »

4.1.1. Afficher les couches nécessaires des cartes écoforestières

4.1.1.1. Thèmes « hyfl.shp » (cours d'eau intermédiaires, rivières)

Cliquer sur l'icône suivant pour ajouter des couches ou « thèmes » :

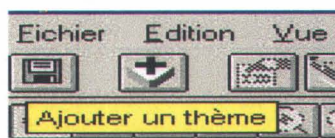


Figure 4.3 : Bouton « Ajouter un thème »

La fenêtre suivante apparaît :

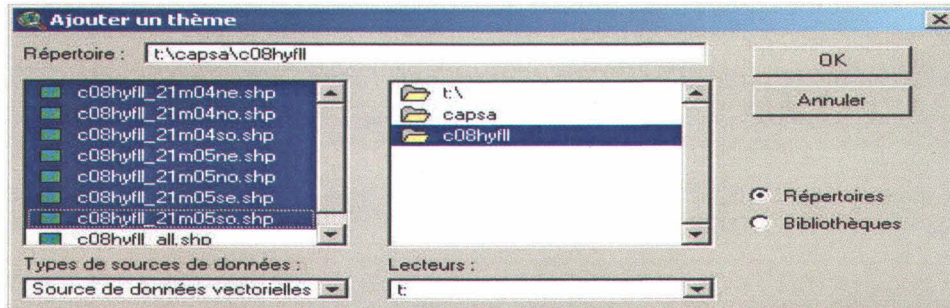


Figure 4.4 : Fenêtre « Ajouter un thème »

Ici les thèmes de mêmes types sont regroupées pour accélérer les manipulations ; sélectionner les thèmes de type « hyfl.shp », qui contiennent les cours d'eau, des différentes cartes en cliquant dessus et en maintenant la touche « Shift » enfoncée. Cliquer ensuite sur « OK », les couches s'affichent une fois cochées.

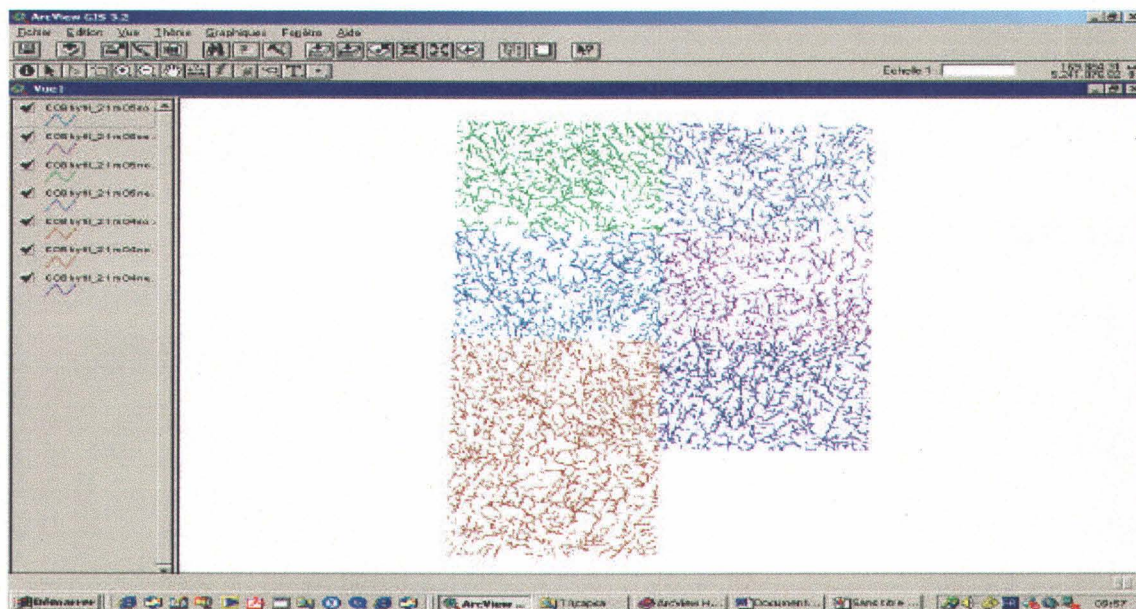


Figure 4.5 : Affichage des thèmes « hyfl.shp » de sept cartes écoforestières numériques

Remarque : les différents feuillets sont nommés selon leur position géographique (*Annexe C*).

Il faut maintenant regrouper ces différentes couches en une seule couche qui contiendra l'ensemble des cours d'eau. Pour cela il faut cliquer sur « Vue » dans le menu principal, puis sur « Assistant de géotraitement » (*s'il n'apparaît pas se référer aux figures 2.2 et 2.3*).

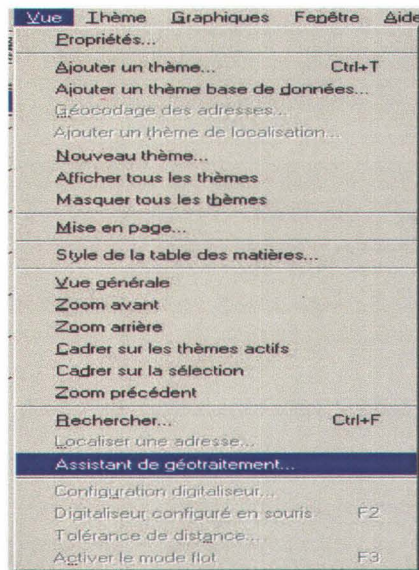


Figure 4.6 : Menu « Vue »

Cocher l'option « Regrouper les thèmes » et cliquer « Suivant ».

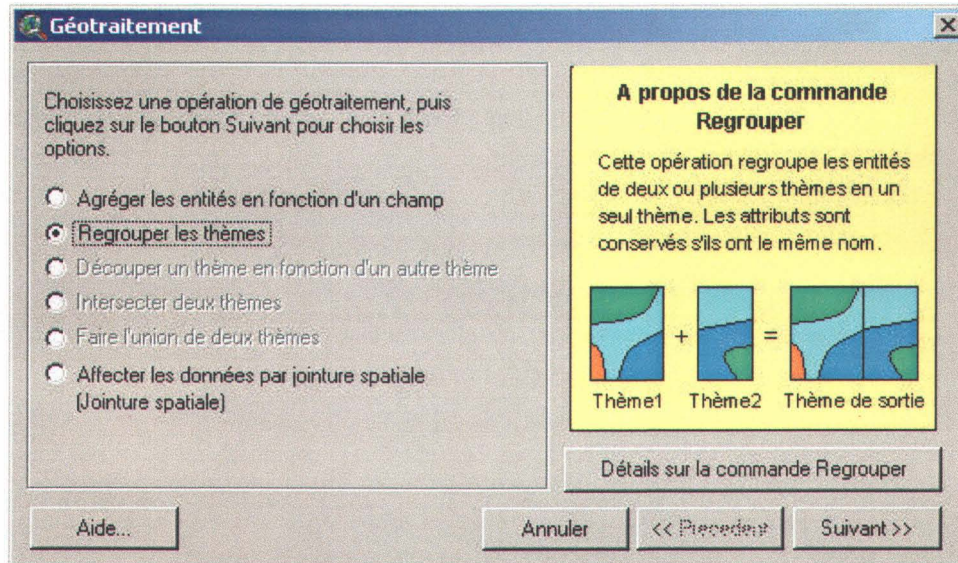


Figure 4.7 : Fenêtre « Géotraitement »

Sélectionner les thèmes à regrouper en utilisant la touche « Shift » et choisir un fichier de sortie :

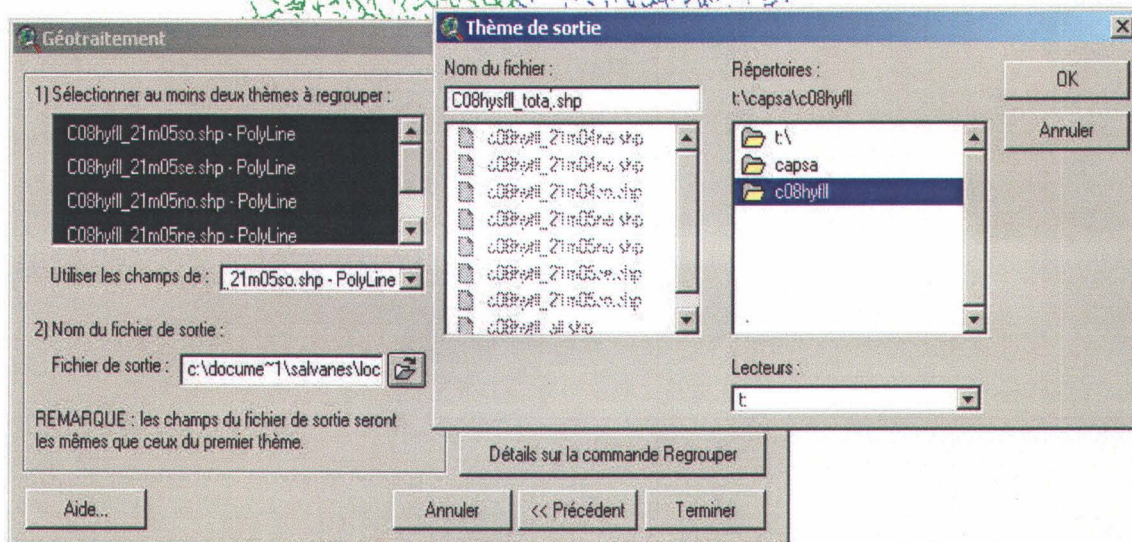
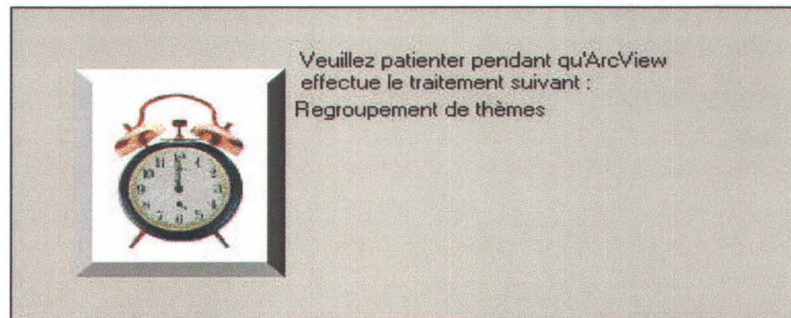


Figure 4.8 : Fenêtre « Thème de sortie »

Cliquer sur « OK », la fenêtre suivante apparaît :



Le nouveau thème comprend les différents thèmes regroupés.

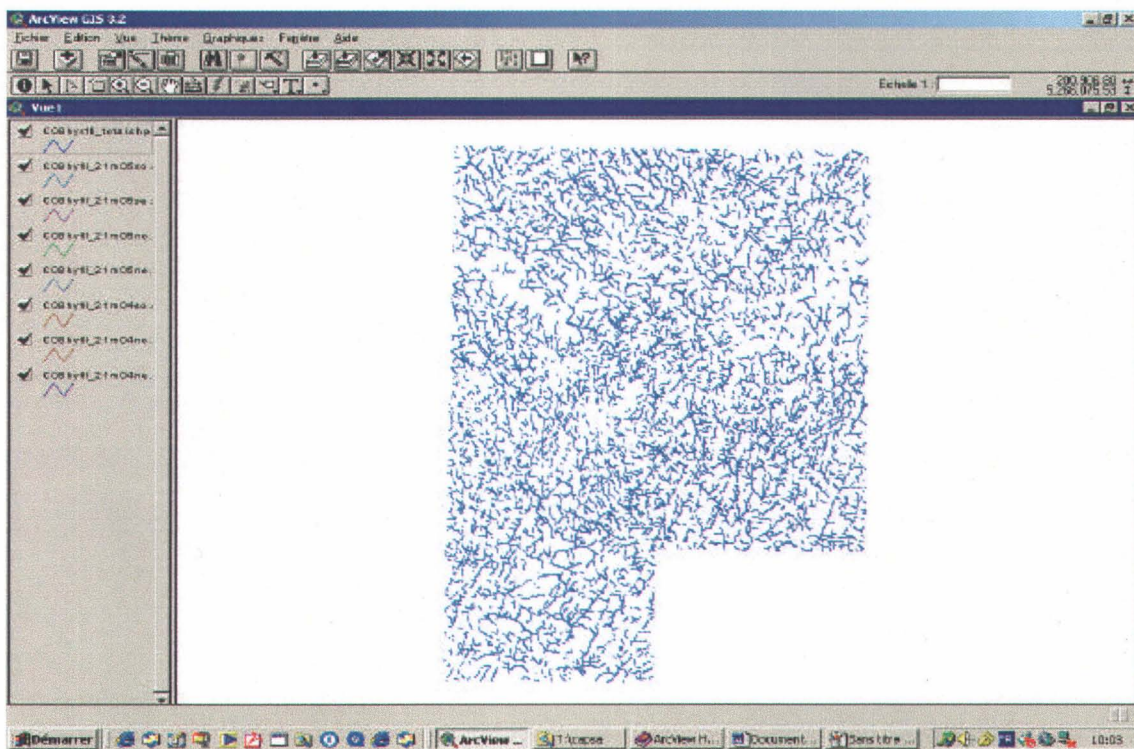


Figure 4.9 : Affichage du nouveau thème « C08hyfl_total.shp »

Les différents thèmes sont maintenant inutiles, encombrant la légendes et prennent du temps lors de l'affichage de la carte ; on peut les supprimer en cliquant sur «Supprimer des thèmes» dans le menu «Édition», après avoir sélectionner les thèmes dans la légende (utiliser la touche « Shift ») :

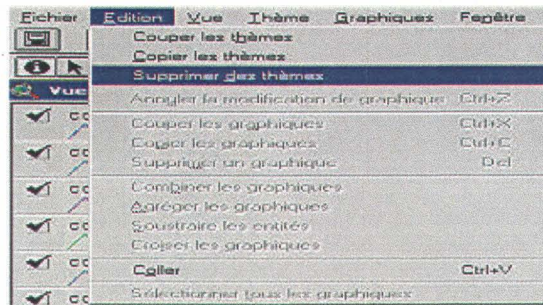


Figure 4.10 : Menu « Édition »

4.1.1.2. Thèmes « hysfo.shp » et « peefo .shp »

On répète les mêmes opérations pour les thèmes « hysfo.shp » et « peefo .shp » (figures 1.5 à 1.10) :

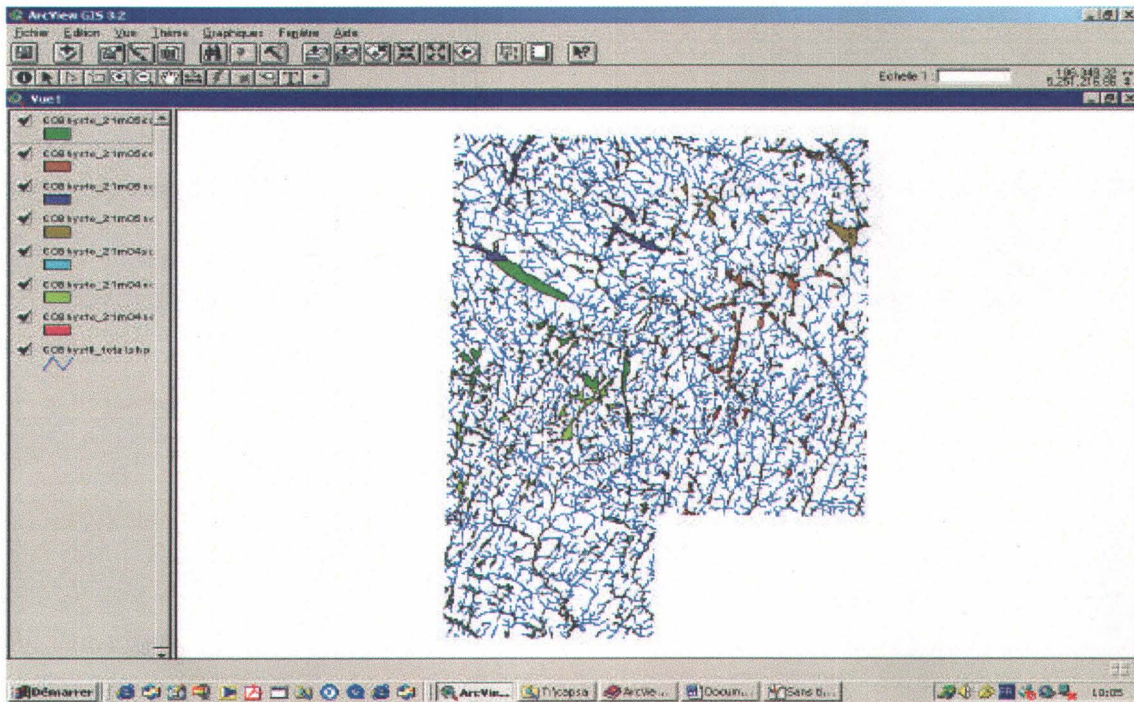


Figure 4.11 : Affichage des thèmes « hysfo » de sept cartes écoforestières numériques

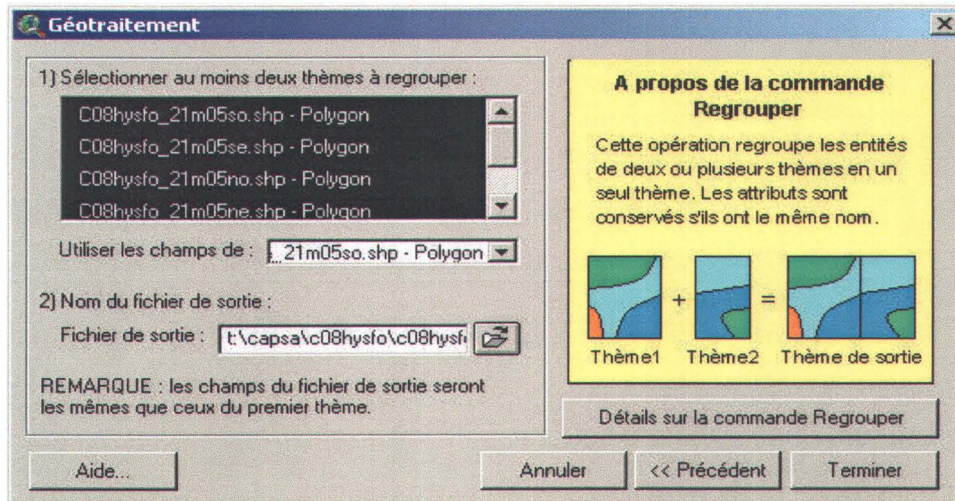


Figure 4.12 : Fenêtre « Géotraitement »

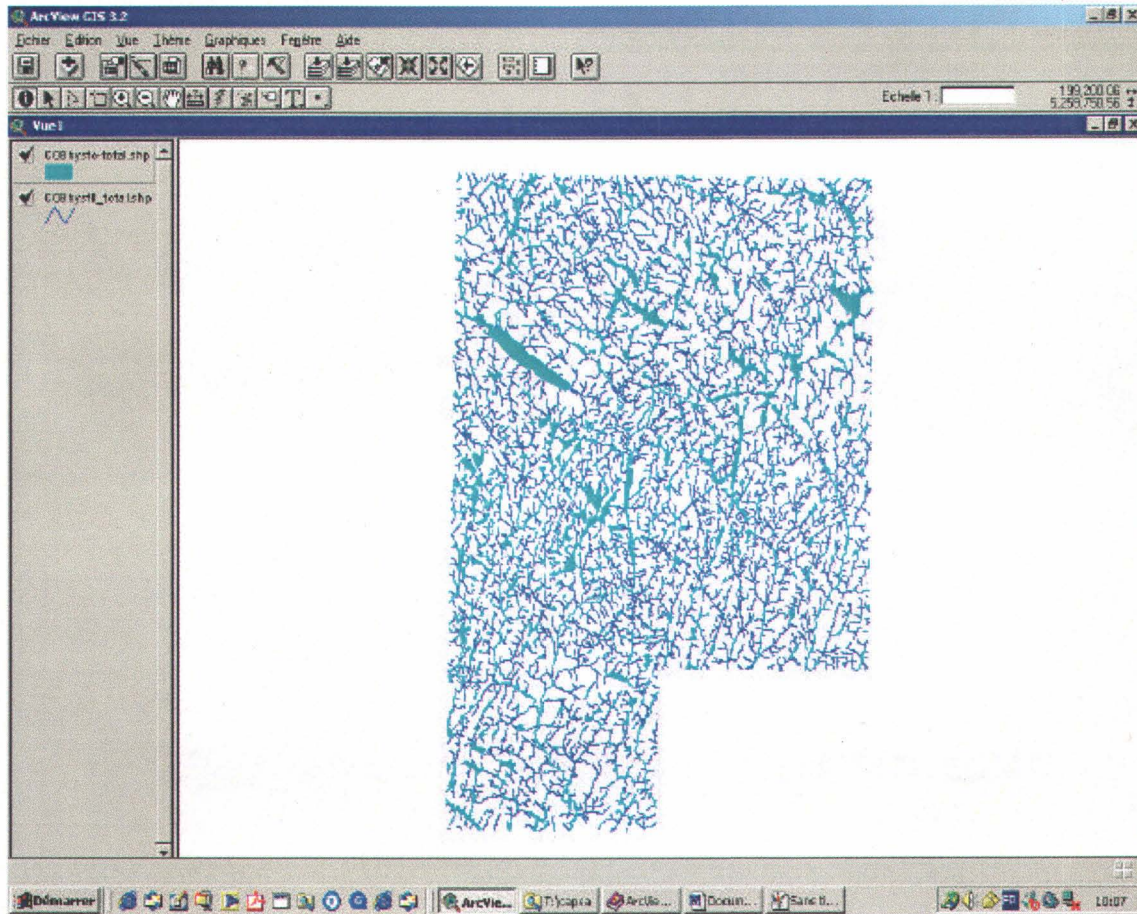


Figure 4.13 : Affichage du nouveau thème « C08hysfo_total.shp »

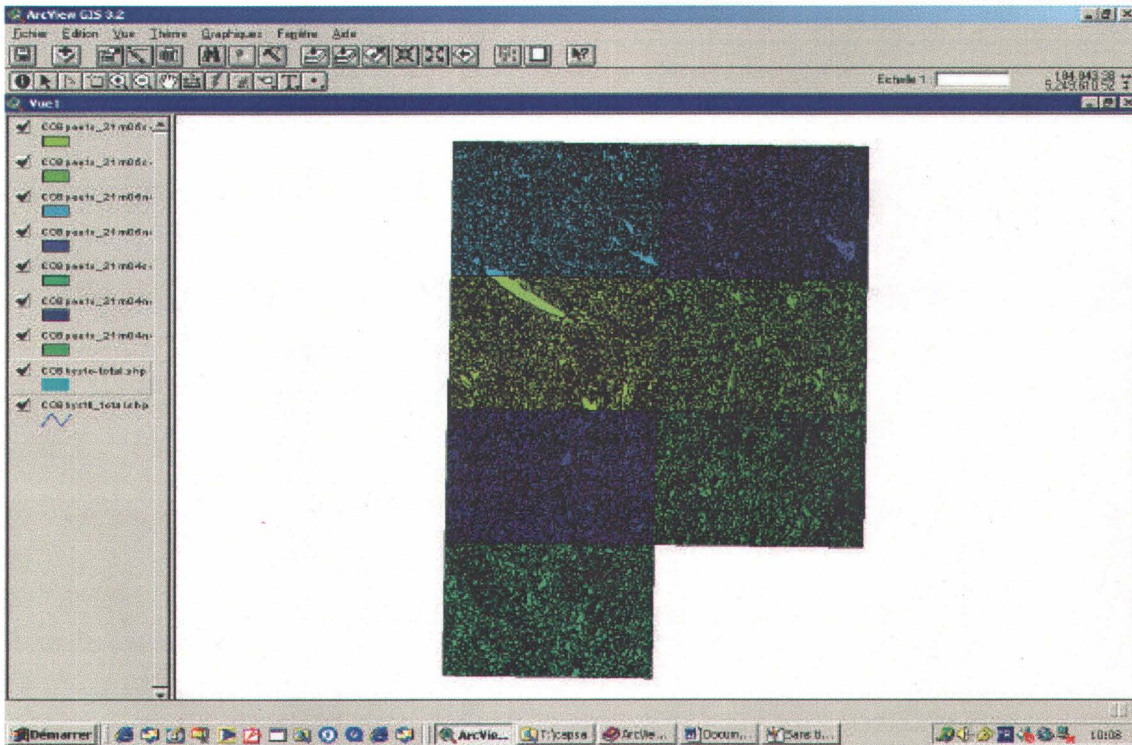


Figure 4.14 : Affichage des thèmes « peefo.shp » de sept cartes écoforestières numériques

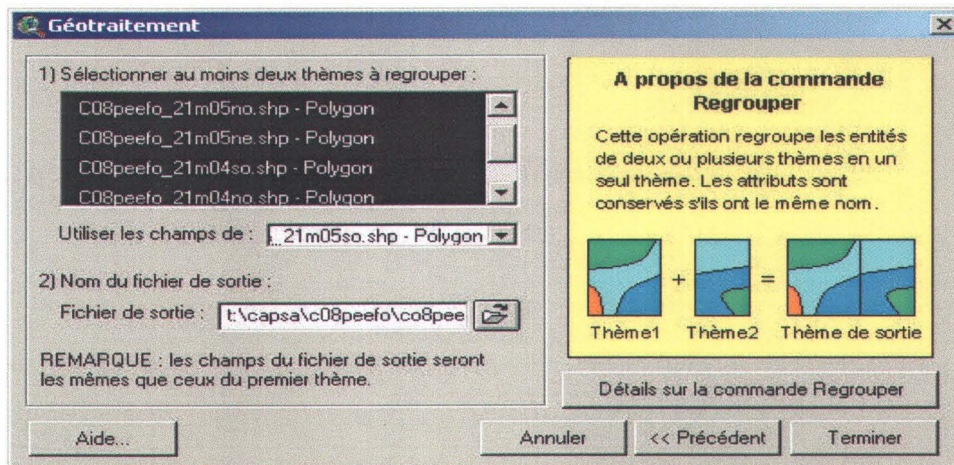


Figure 4.15 : Fenêtre « Géotraitement »

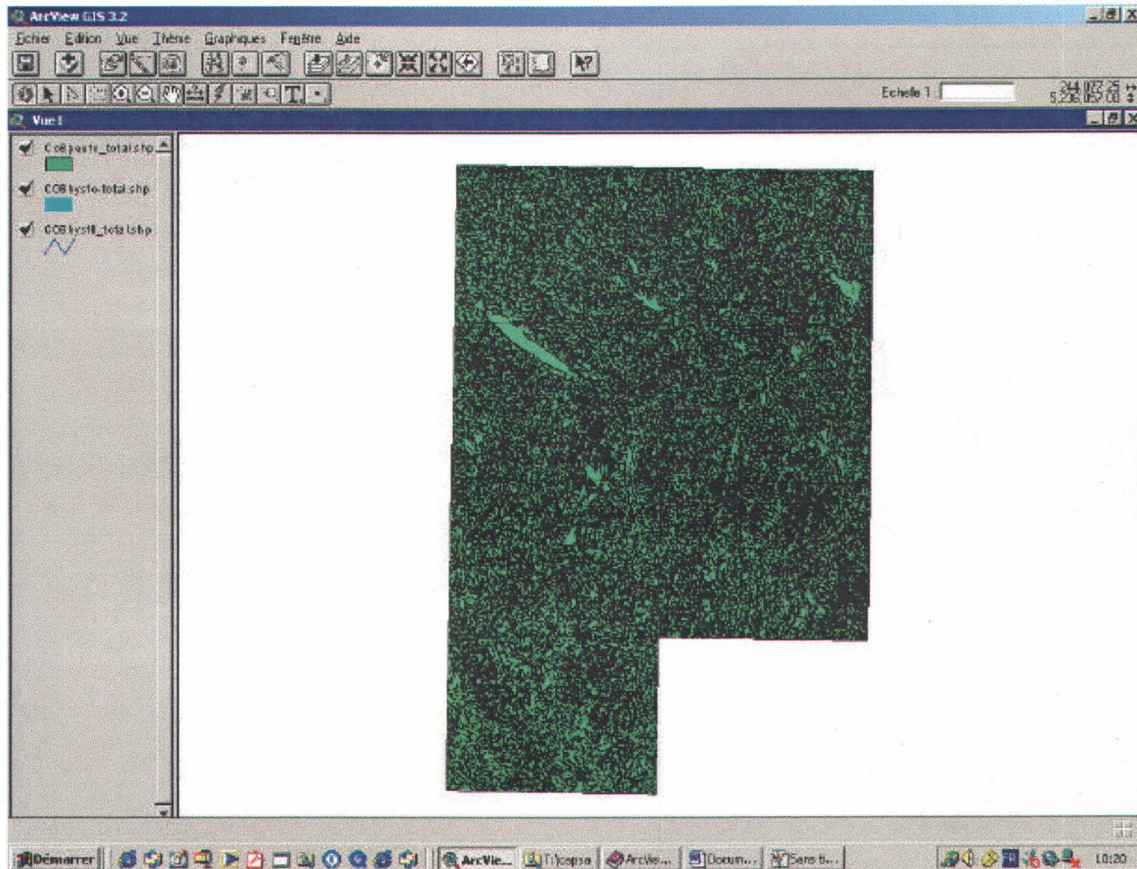


Figure 4.16 : Affichage du nouveau thème « C08peefo_total.shp »

On obtient finalement trois thèmes pour l'ensemble de la carte.

Il est, par ailleurs, possible de choisir les couleurs correspondant à chaque thème ; il suffit de cliquer sur le rectangle de couleur de la couche et la fenêtre « Éditeur de légende » apparaît. Il faut ensuite cliquer sur le rectangle de couleur dans cette fenêtre et la « palette de couleurs » est ouverte :

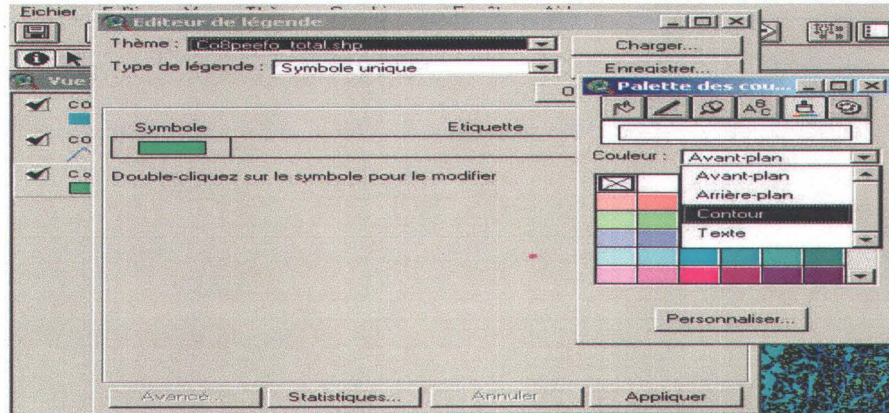


Figure 4.17 : Fenêtre « Éditeur de légende »

4.1.2. Les thèmes comprenant les milieux humides

4.1.2.1. Les différents types de milieux humides

Sélectionner le thème « peefo.shp » dans la légende ; dans le menu « Thèmes », cliquer sur la fonction « Requête... » :

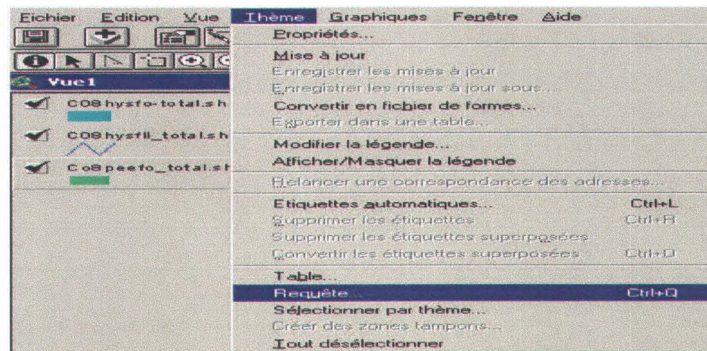


Figure 4.18 : Menu « Thème »

La fenêtre suivante s'ouvre :

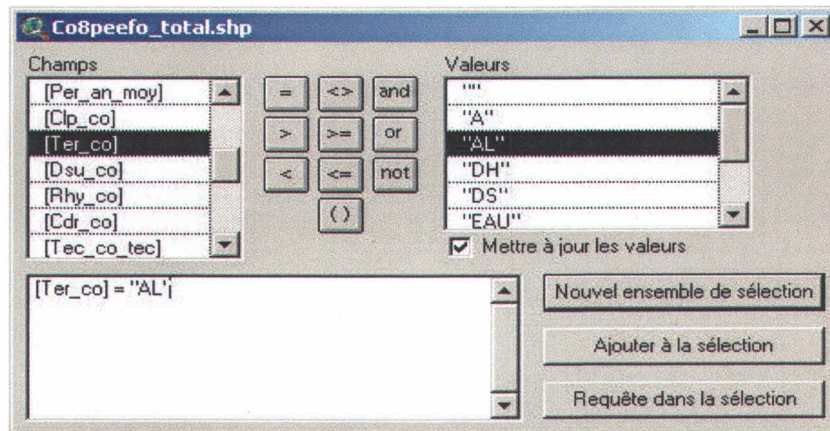


Figure 4.19 : fenêtre de requête pour le thème « C08peefo_total.shp »

Cliquer sur le champ [Ter_co] (défini dans l'Annexe 2) après avoir cocher l'option «mettre à jours les valeurs». Double-cliquer sur « [Ter_co] » qui apparaît dans le cadre du bas, puis cliquer sur « = » et double-cliquer sur « °AL° ». La requête ainsi formulée, cliquer sur «Nouvel ensemble de sélection » pour sélectionner les aulnaies parmi les polygones de la couche « peefo.shp ».

Il faut maintenant créer un nouveau thème ne comprenant que les aulnaies. Pour cela, dans le menu « Thème », choisir « Convertir en fichier de formes.. » :

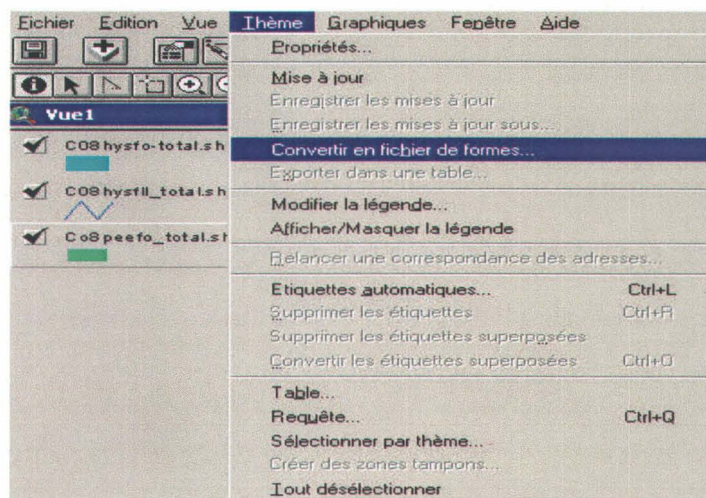


Figure 4.20 : Menu « Thème »

Choisir le nom et le dossier de d'enregistrement :

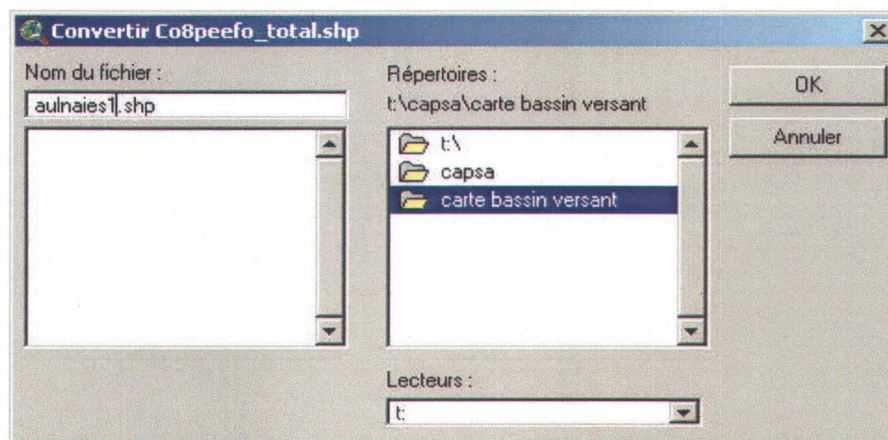
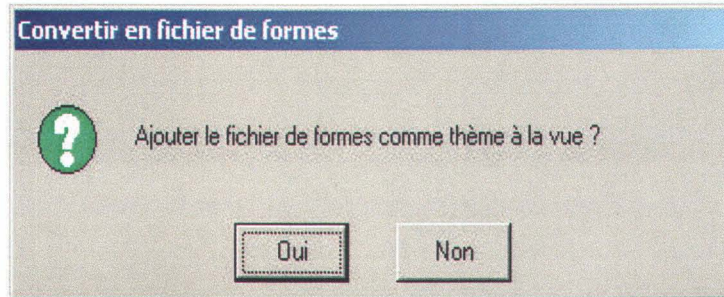


Figure 4.21 : Fenêtre de conversion pour les éléments sélectionnés du thème « Co8peefo_total.shp »

Puis répondre « oui » à la question suivante pour afficher le nouveau thème dans la carte :



On obtient un thème avec les aulnaies pour l'ensemble de la carte :

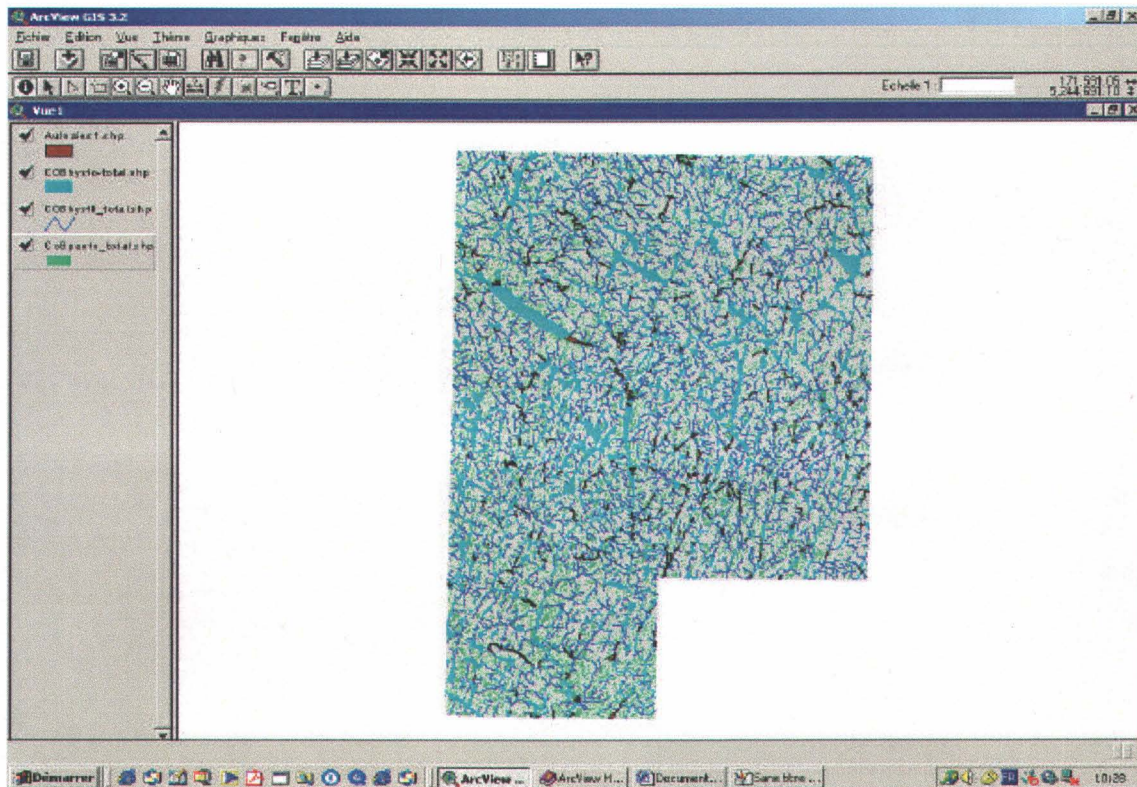


Figure 4.22 : Affichage du nouveau thème « Aulnaies1.shp »

Il faut à présent désélectionner les aulnaies du thème « peefo.shp » ; cliquer sur le thème dans la légende puis dans le menu « Thèmes », choisir « Tout désélectionner » :

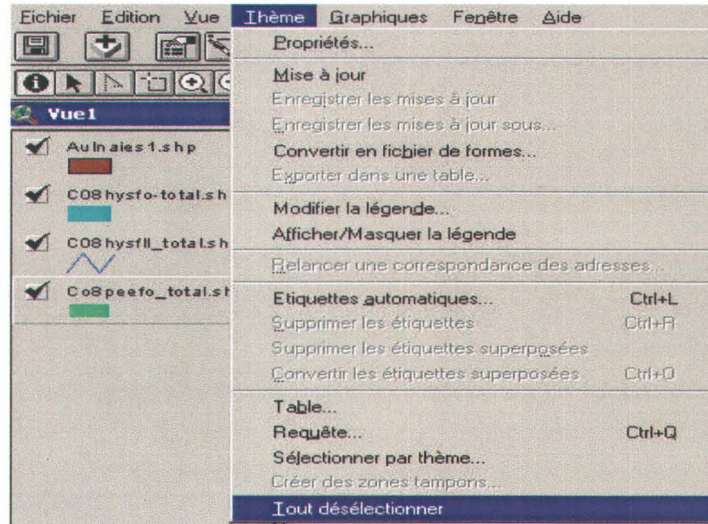


Figure 4.23 : Menu « Thème »

Refaire les mêmes opérations pour les dénudés humides (« DH ») (figures 1.18 à 1.23) :

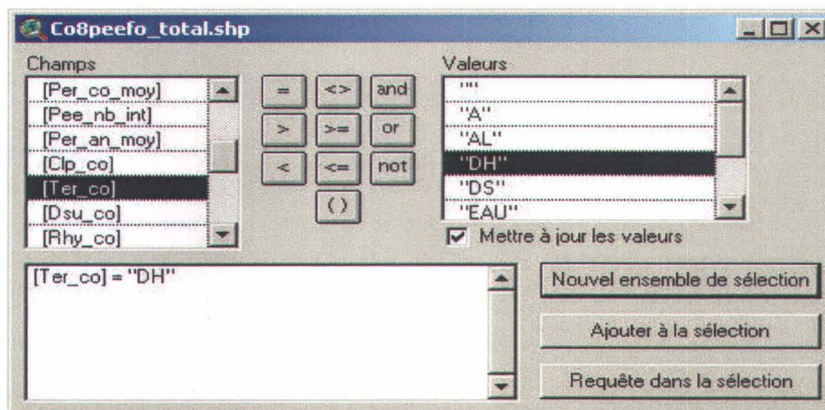


Figure 4.24 : Fenêtre de requête pour le thème « Co8peefo_total.shp »

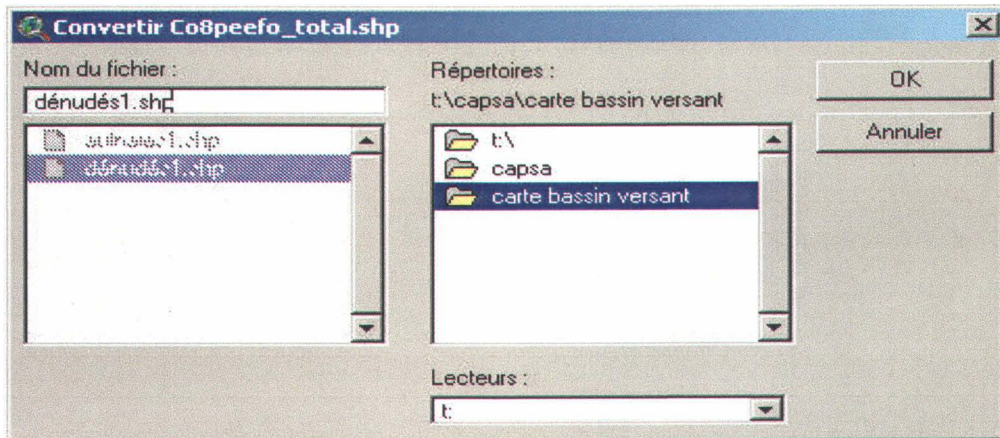


Figure 4.25 : Fenêtre de conversion pour les éléments sélectionnés du thème « C08peefo_total.shp »

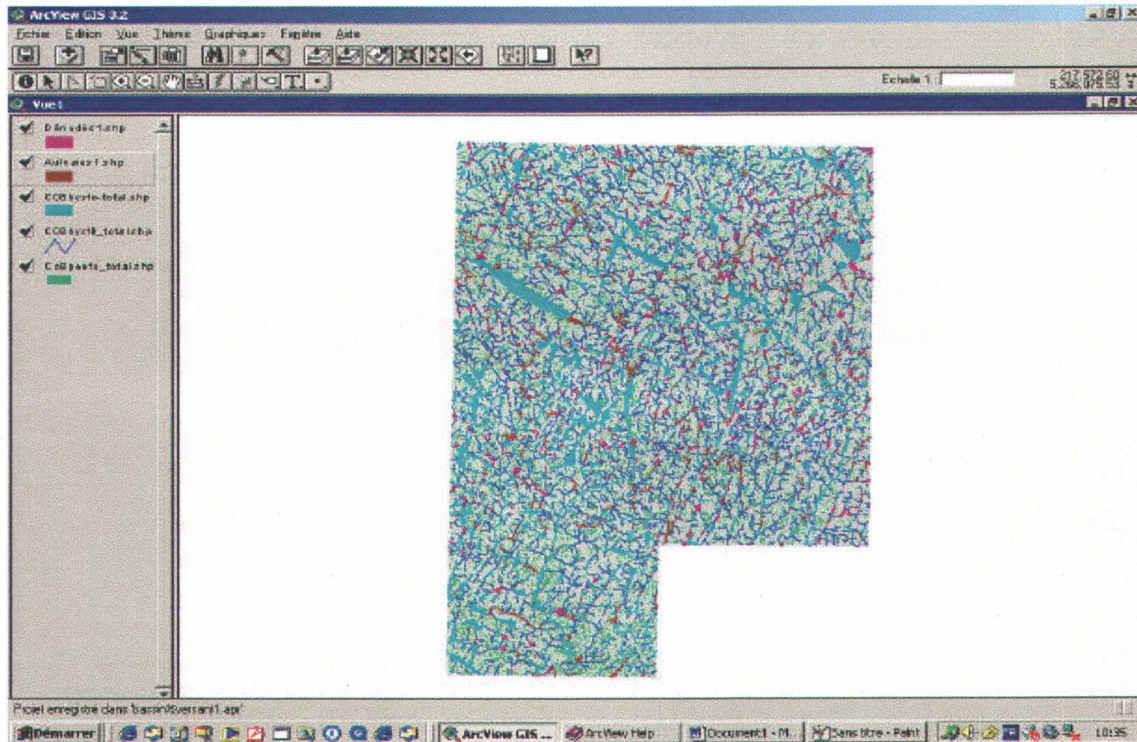


Figure 4.26 : Affichage du nouveau thème « Dénudés1.shp »

Ainsi que pour les aires inondées (« INO ») (figures 1.18 à 1.23) :

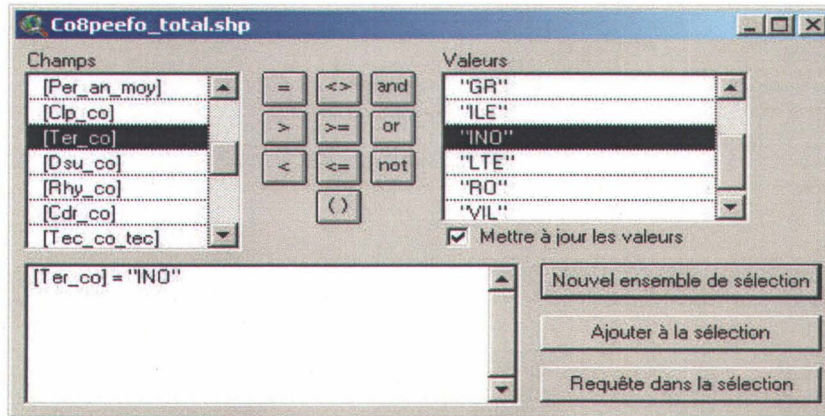


Figure 4.27 : Fenêtre de requête pour le thème « C08peefo_total.shp »

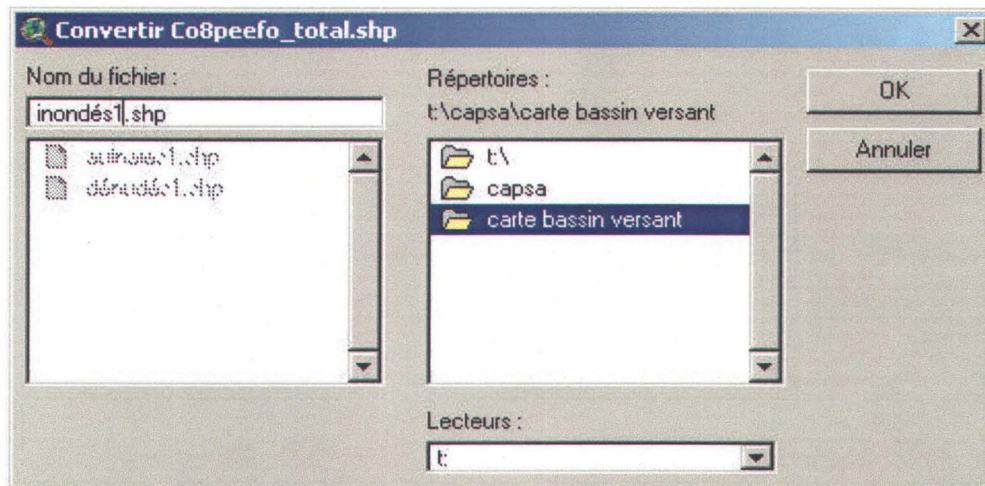


Figure 4.28 : Fenêtre de conversion pour les éléments sélectionnés du thème « C08peefo_total.shp »

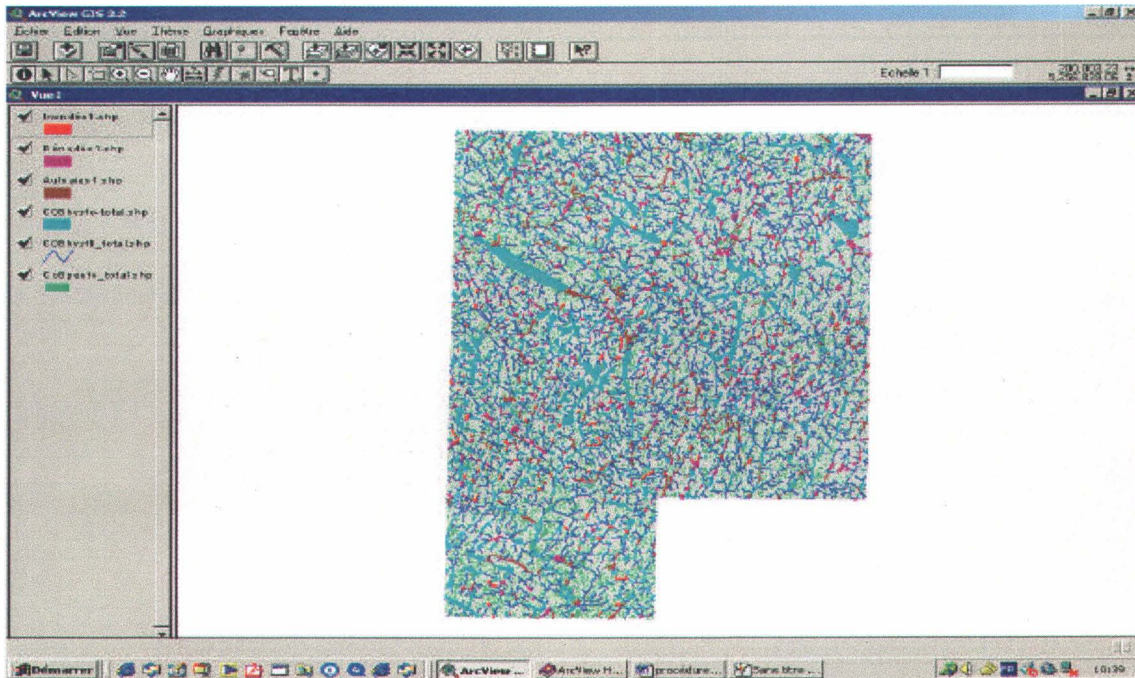


Figure 4.29 : Affichage du nouveau thème « Inondés1.shp »

Il faut exécuter les opérations équivalentes (figures 1.18 à 1.23) pour créer le thème « Tourbières.shp » mais dans le champ [Tec_co_Tec] (défini à l'Annexe B) afin de créer le thème « Tourbières1.shp » :

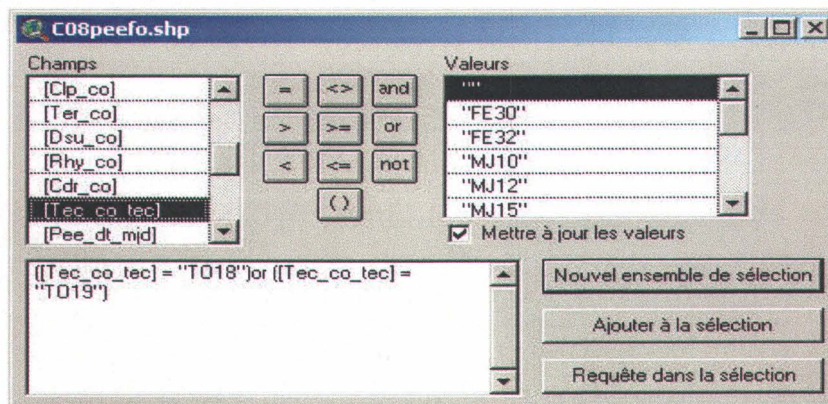


Figure 4.30 : Fenêtre de requête pour le thème « C08peefo_total.shp »

4.1.2.2. Les aulnaies

Il ne faut conserver que les aulnaies mitoyennes des autres types de milieux humides. Pour cela, on doit utiliser la fonction « Sélectionner par thème.. » du menu « Thèmes », après avoir cliquer sur le thème « Aulnaies1.shp » à la légende :

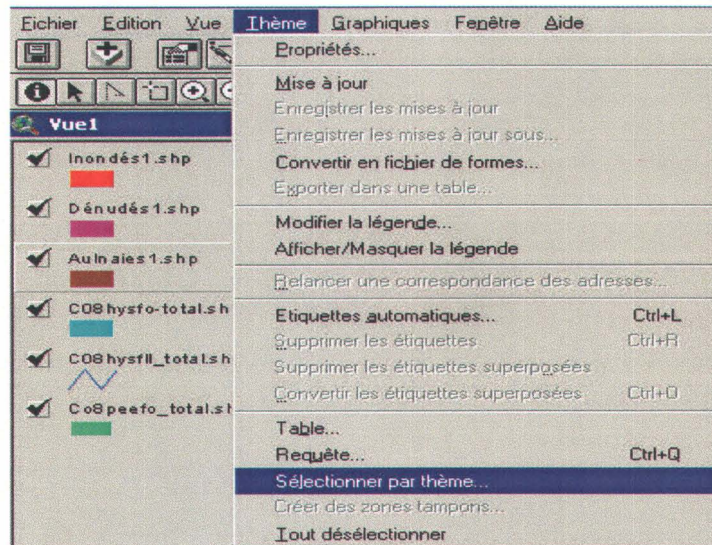


Figure 4.31 : Menu « Thème »

Choisir les options comme ci-dessous et cliquer sur « Nouvel ensemble de sélection » :

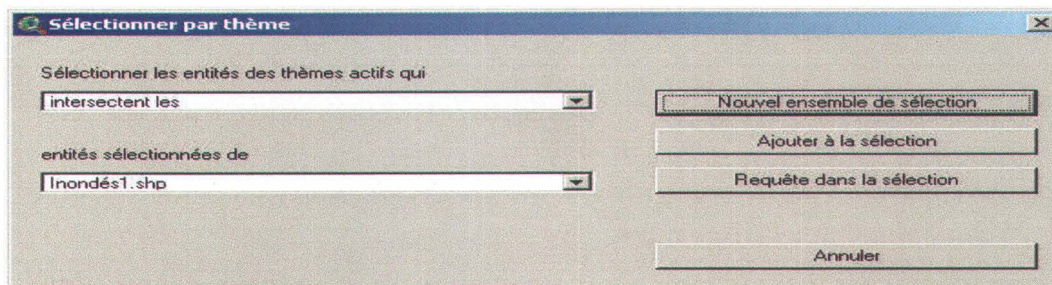


Figure 4.32 : Fenêtre « Sélectionner par thème »

Retourner dans la fonction « Sélectionner par thème.. » du menu « Thèmes », choisir les « entités sélectionnées » comme ci-dessous et cliquer sur « Ajouter à la sélection » :

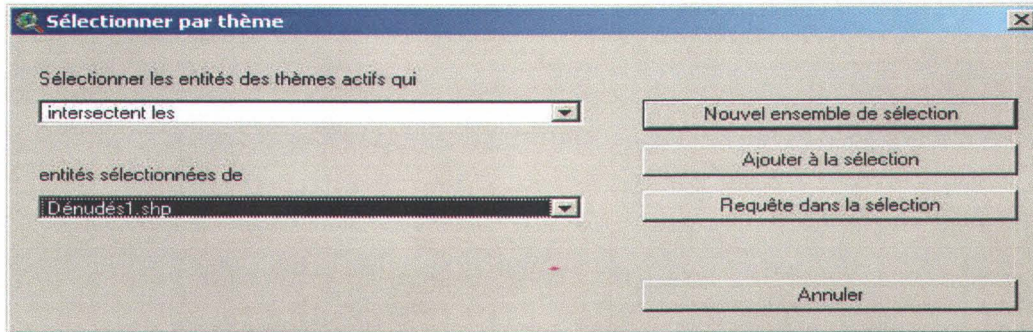


Figure 4.33 : Fenêtre « Sélectionner par thème »

Réitérer l'opération avec les « entités sélectionnées » de « Tourbières1.shp » et cliquer de nouveau sur « Ajouter à la sélection ».

Créer un nouveau thème « Aulnaies-total.shp » qui regroupe toutes les aulnaies de la carte juxtaposées aux milieux humides.

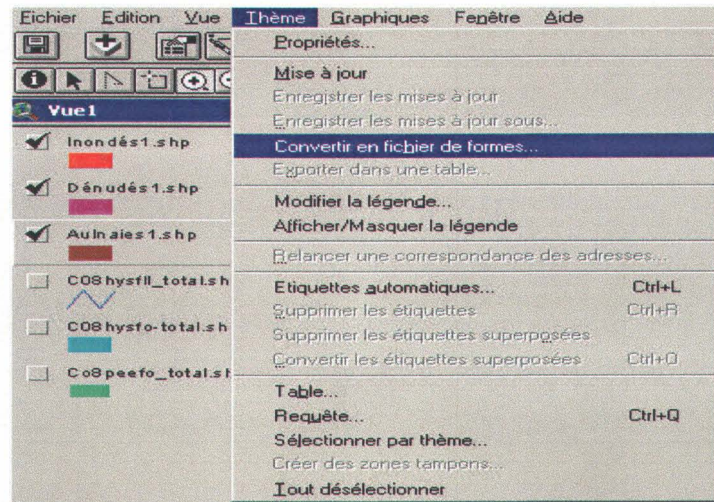


Figure 4.34 : Menu « Thème »

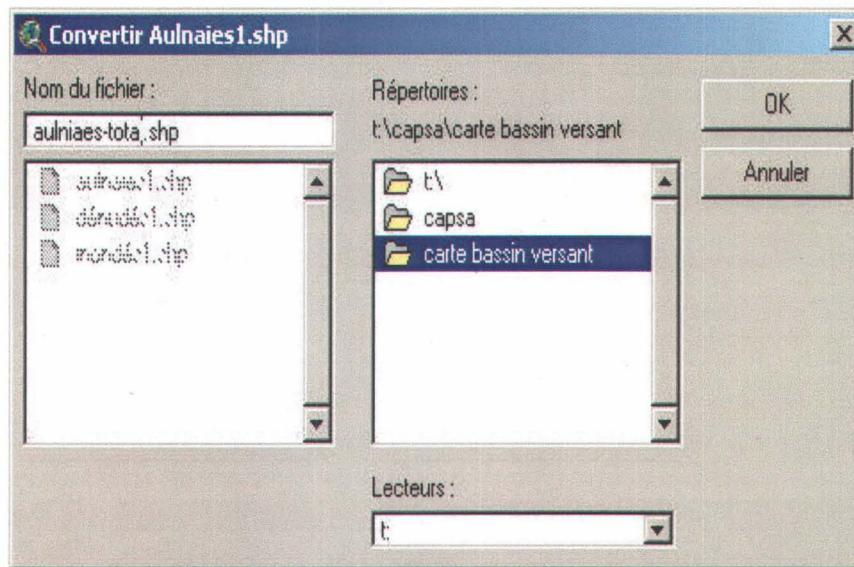
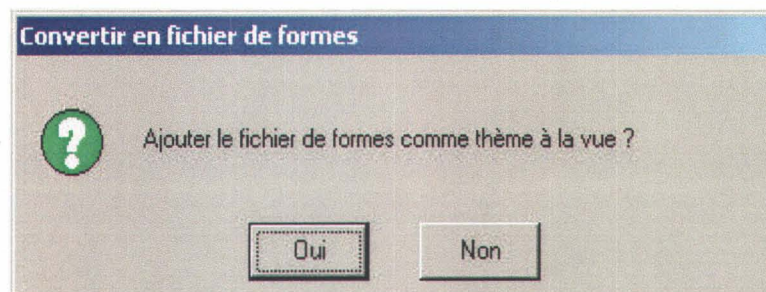


Figure 4.35 : Fenêtre de conversion pour les éléments sélectionnés du thème « Aulnaies1.shp »



Il ne faut pas oublier de désélectionner (figure 1.23).

On peut ensuite enlever « Aulnaies1.shp » de la carte pour ne garder qu'« Aulnaies-total.shp » :

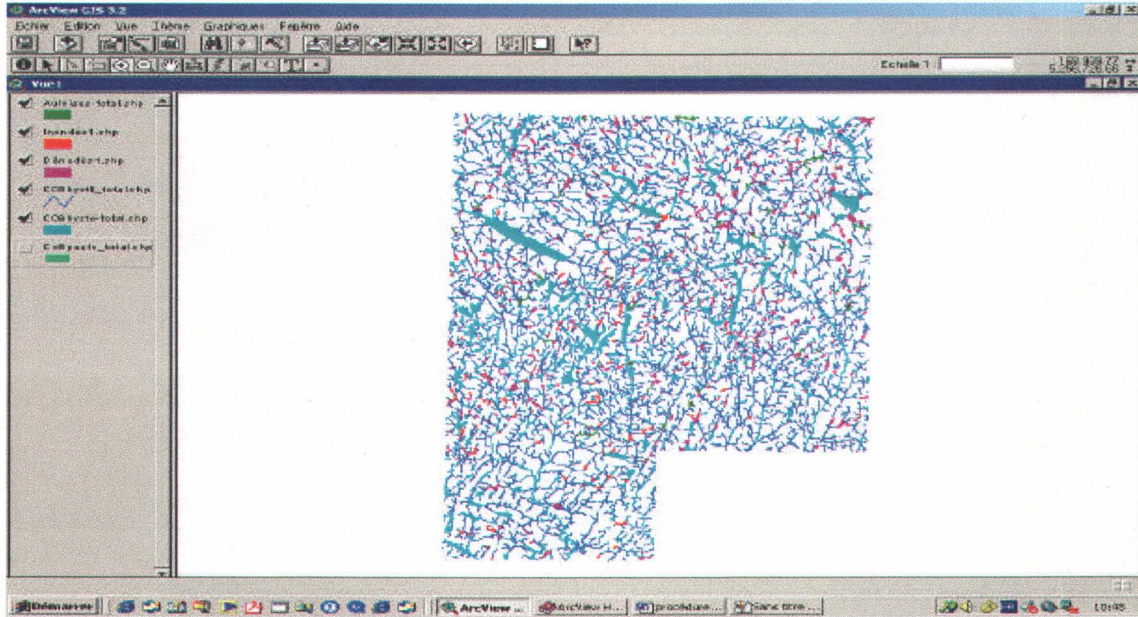


Figure 4.36 : Affichage du nouveau thème « Aulnaies-total.shp »

4.1.2.3. Le thème « Milieux Humides » proprement dit

On utilise une nouvelle fois la fonction « Regrouper les thèmes » de « Géotraitement » :

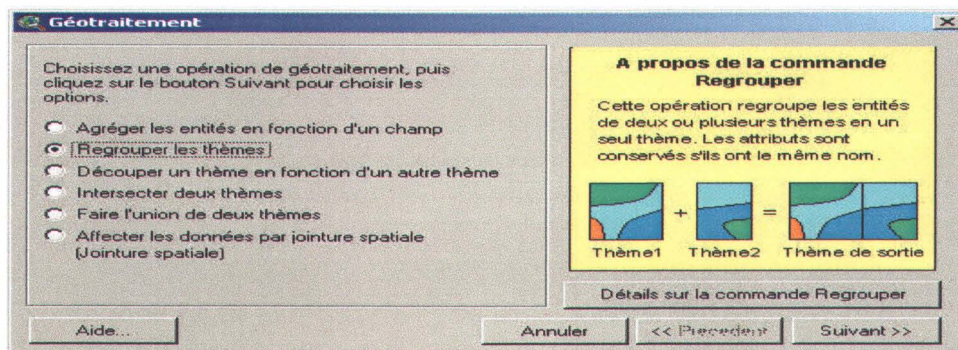


Figure 4.37 : Fenêtre « Géotraitement »

Sélectionner les différentes couches de milieux humides et les enregistrer dans le fichier « milieux_humides_total.shp » :

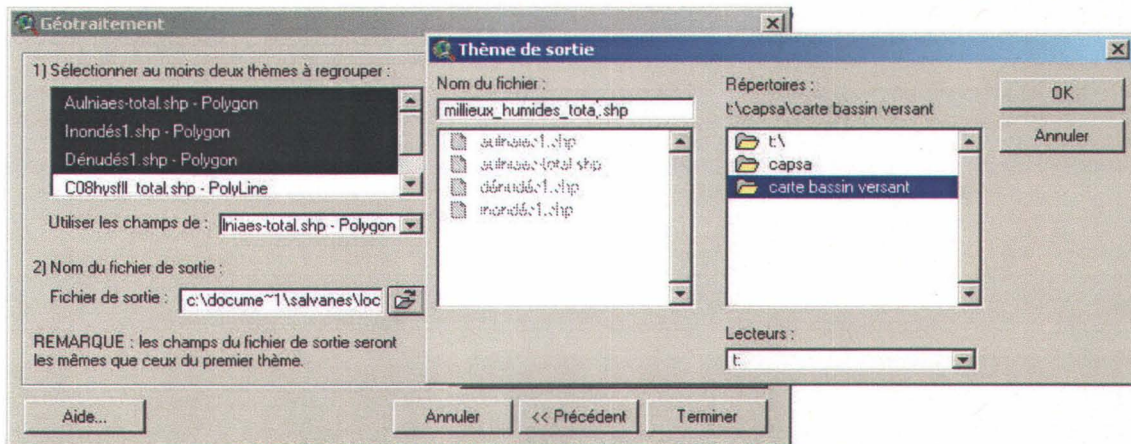


Figure 4.38 : Fenêtre « Thème de sortie »

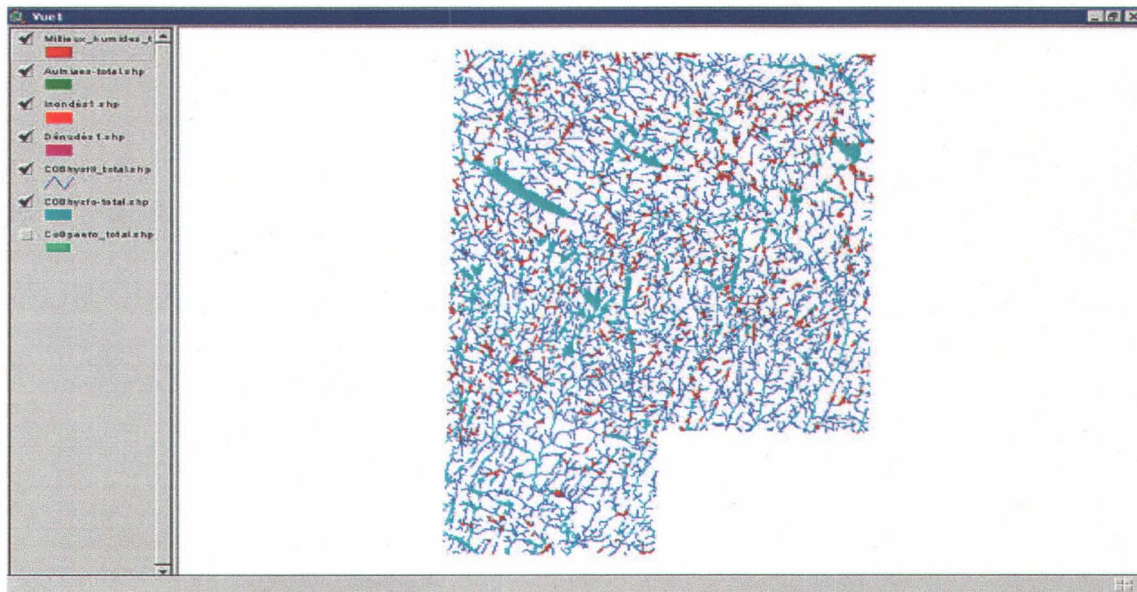


Figure 4.39 : Affichage du nouveau thème « milieux_humides_total.shp »

4.1.3. Découpage du bassin versant

À l'aide de la fonction « Ajouter un thème » (figures 1.3 à 1.5), additionner la couche du bassin versant à la carte :

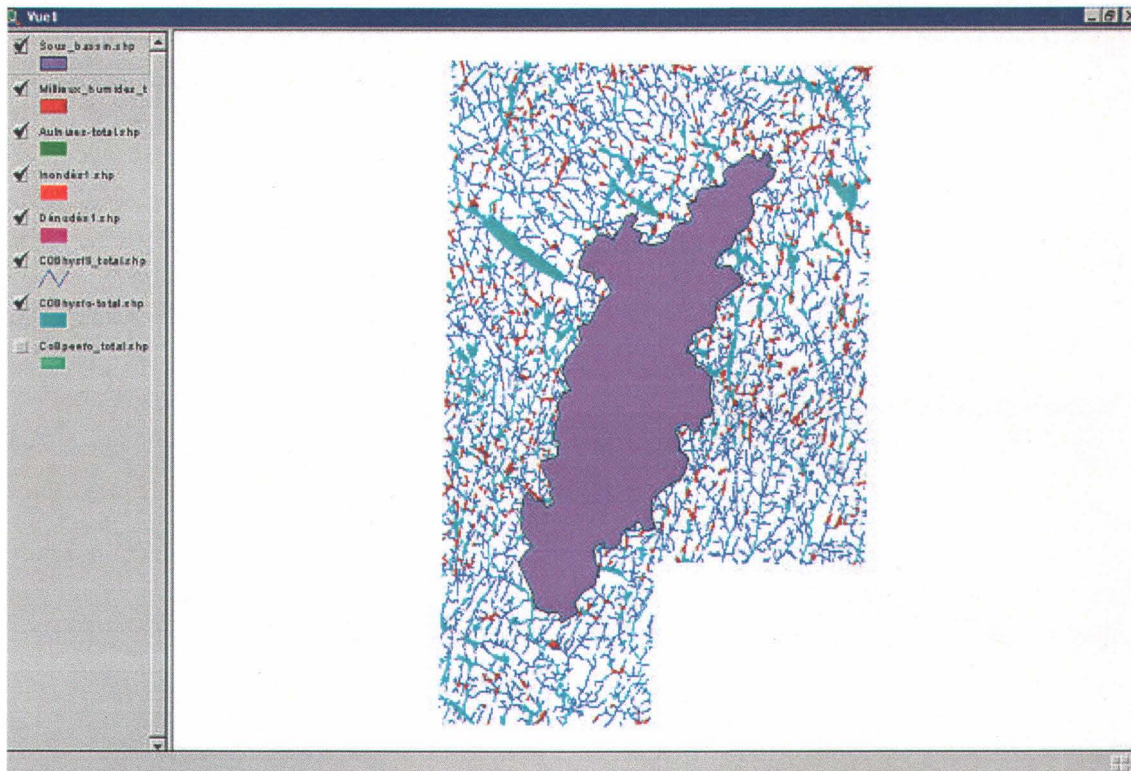


Figure 4.40. : Affichage du thème « Sous_bassin.shp »

Dans la fonction « Géotraitement », choisir « Découper un thème en fonction d'un autre » :

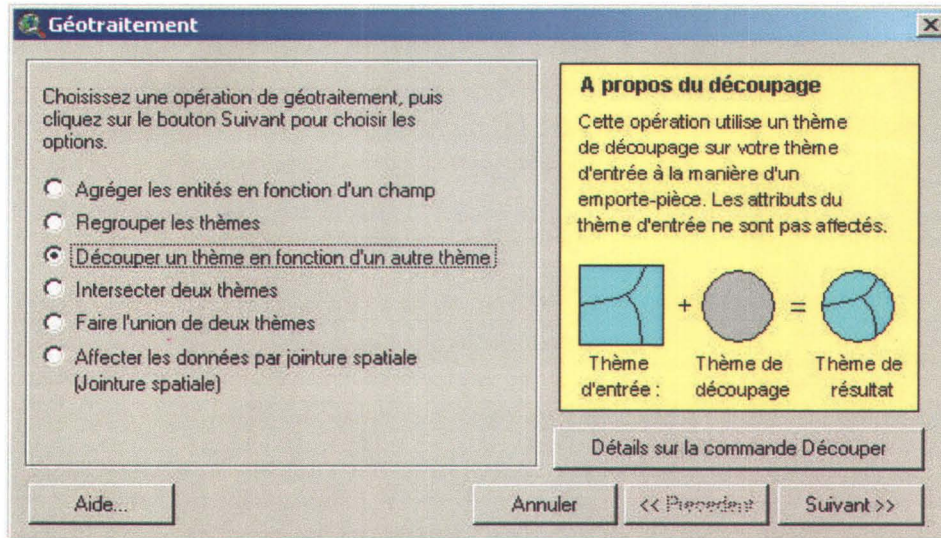


Figure 4.41. : Fenêtre « Géotraitement »

Sélectionner, par exemple, « milieux_humides_total.shp » comme « thème à découper » et la couche du bassin comme « thème de polygones de découpage ».

Enregistrer ce nouveau thème sous le nom de « MilieuxHumides.shp » :

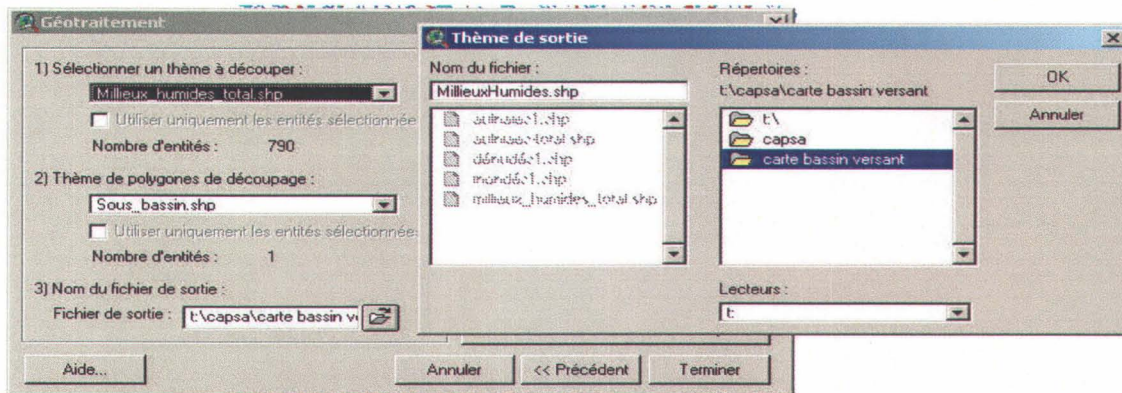


Figure 4.42. : Fenêtre « Thème de sortie »

On obtient ainsi un thème comprenant les milieux humides se trouvant dans le bassin :

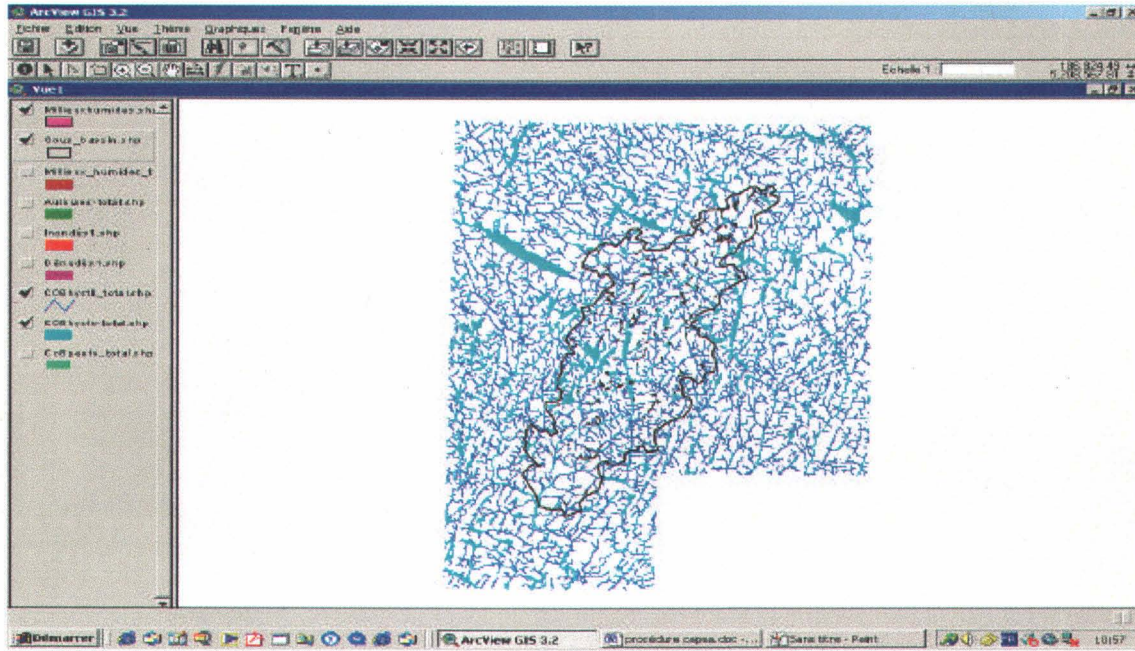


Figure 4.43 : Affichage du thème « MilieuxHumides.shp »

Procéder de même (figures 1.41-1.42) pour les thèmes « hyfl.shp », « hysfo.shp » et « peefo.shp » :

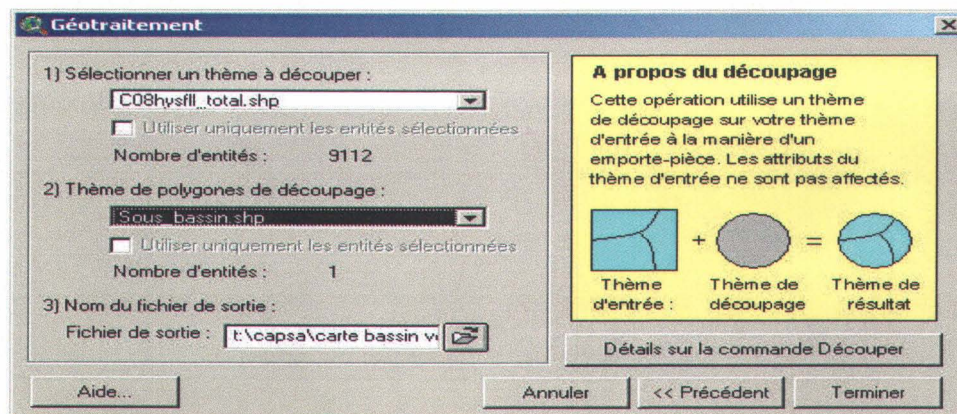


Figure 4.44 : Fenêtre « Géotraitement »

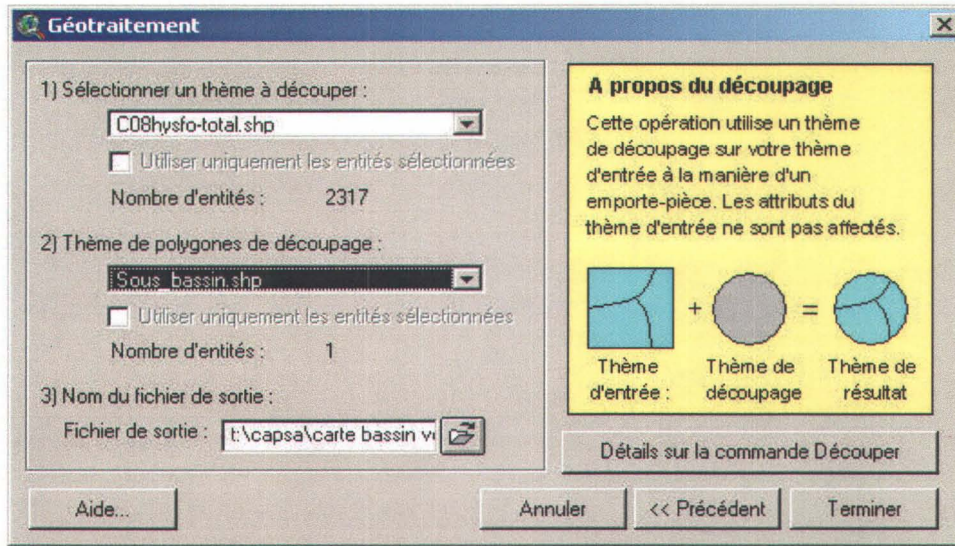


Figure 4.45 : Fenêtre « Géotraitement »

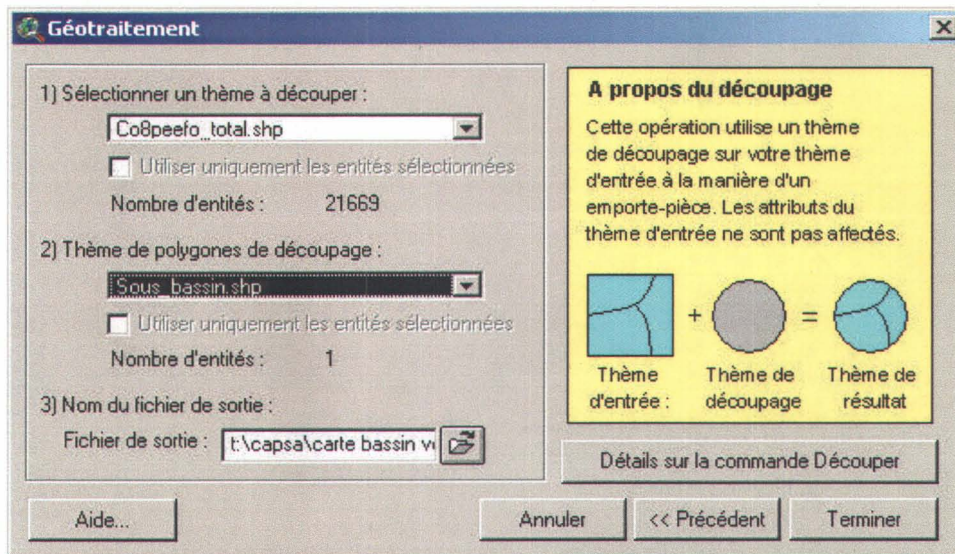


Figure 4.46 : Fenêtre « Géotraitement »

Il est aussi possible de le faire pour les différents types de milieux humides pour pouvoir les distinguer dans le bassin. Pour cela, faire les mêmes opérations pour les thèmes « Aulniaes-total.shp », « Inondés1.shp », « Dénudés1.shp » et « Tourbières1.shp » :

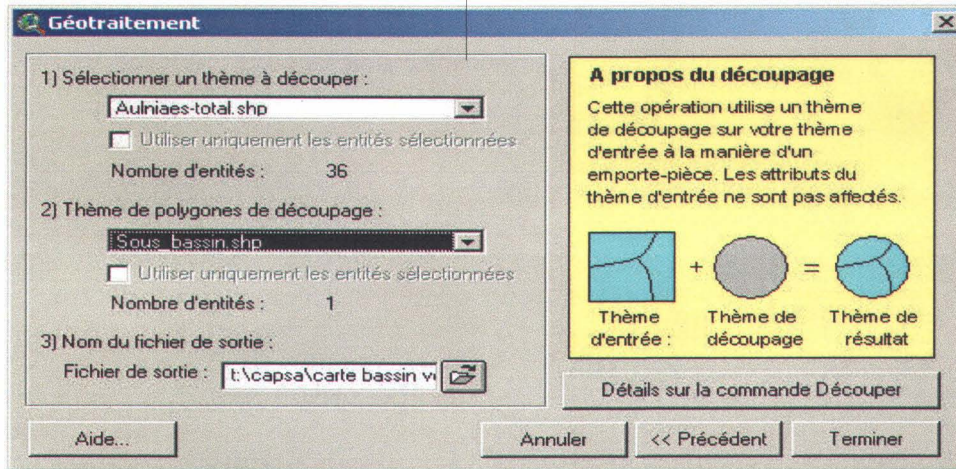


Figure 4.47 : Fenêtre « Géotraitement »

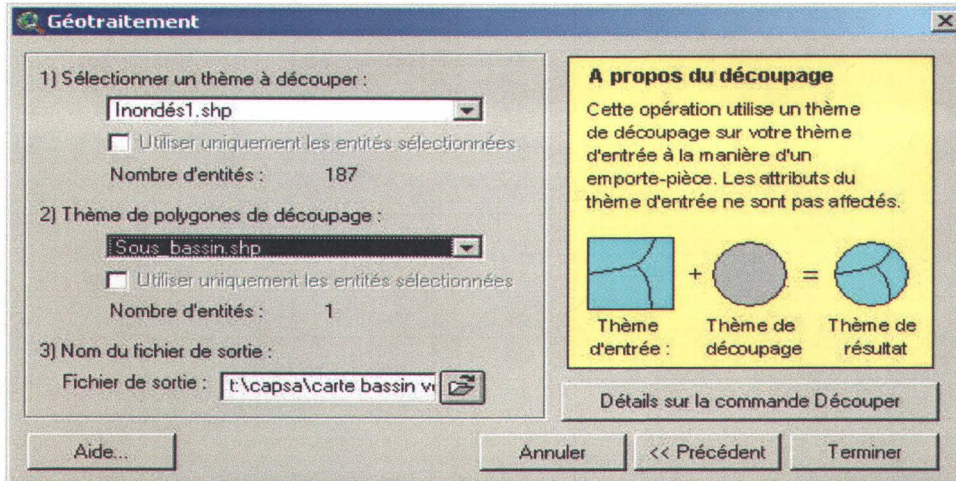


Figure 4.48 : Fenêtre « Géotraitement »

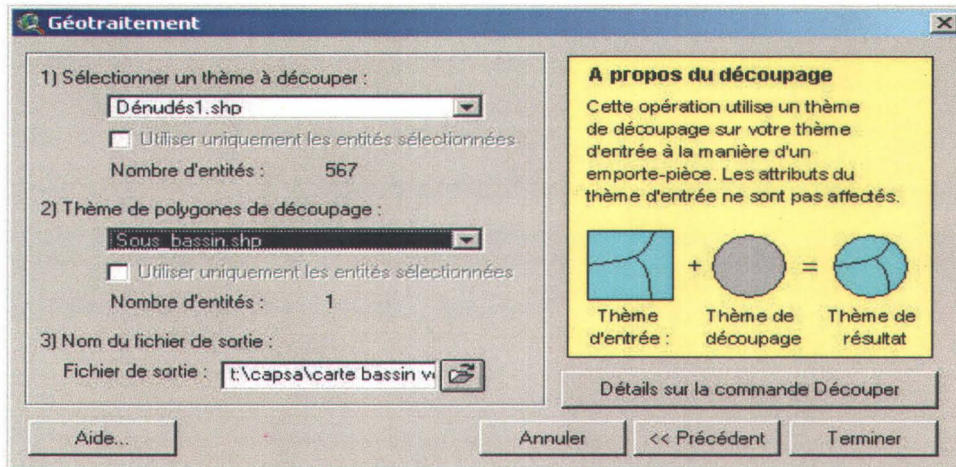


Figure 4.49 : Fenêtre « Géotraitement »

On a ainsi tous les thèmes pour le bassin versant :

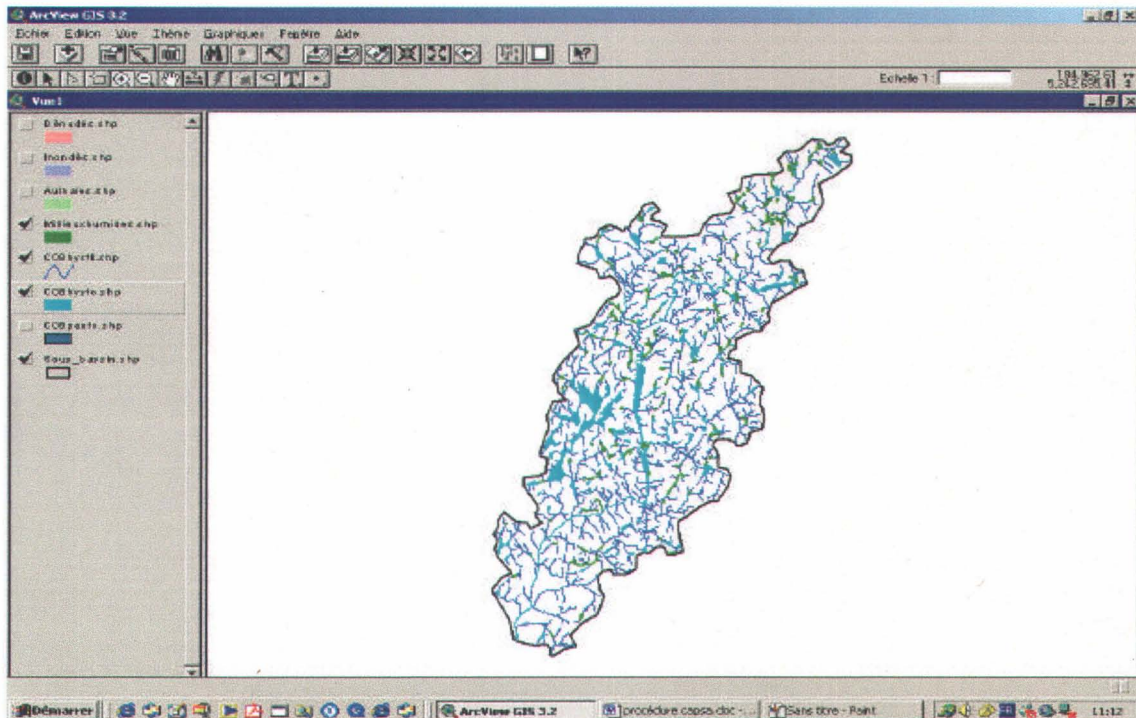


Figure 4.50 : Affichage des thèmes pour le bassin

À présent, on doit réajuster les aires des polygones qui ont été découpés.

Cliquer sur le thème « peefo.shp » dans la légende puis sur la fonction « Ouvrir la table du thème » :

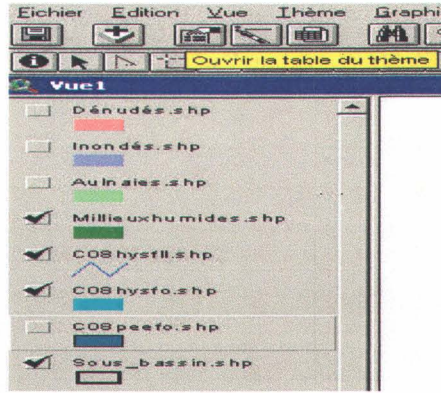


Figure 4.51 : Bouton « Ouvrir la table du thème »

The image shows a screenshot of the ArcView GIS software interface with the attribute table for the 'C08peefo.shp' theme open. The table has 12 columns: 'Shape', 'Aire', 'Perimetre', 'C08hysfll', 'C08hysfo', 'Fus', 'Censode', 'Aire_0', 'Aire_1', 'Aire_2', 'Aire_3', and 'Aire_4'. The table contains 30 rows of data for various polygons.

Shape	Aire	Perimetre	C08hysfll	C08hysfo	Fus	Censode	Aire_0	Aire_1	Aire_2	Aire_3	Aire_4
Polygon	103808.90049	2018.64341	61	58	21M051	71474922261034					10.4
Polygon	46777.70740	1246.23495	65	106	21M051	71474822261083					4.7
Polygon	118935.87520	1868.05785	68	107	21M051	71474822261093					11.8
Polygon	76027.96156	1702.58572	69	108	21M051	71474822261099					7.6
Polygon	212008.90000	2938.23126	72	22517	21M051	714749222442270					21.2
Polygon	171062.16552	2827.01660	74	116	21M051	71474822147014					17.1
Polygon	66975.40939	1441.62790	75	117	21M051	71474822011019					6.6
Polygon	2039.71356	218.82561	78	119	21M051	714747222765061					0.3
Polygon	69489.93972	1371.33793	79	122	21M051	714747222765061					6.9
Polygon	26621.96009	861.89501	80	123	21M051	714747222637584					2.9
Polygon	10394.14302	2330.63248	81	126	21M051	714747222389511					10.0
Polygon	20462.01412	952.82564	83	128	21M051	714747222300513					2.2
Polygon	67569.91595	1979.04183	84	130	21M051	714747222494877					6.8
Polygon	107223.91689	1861.41157	85	132	21M051	71474722177724					10.7
Polygon	33409.34226	702.13637	87	134	21M051	71474722121540					3.3
Polygon	19285.32728	813.01187	88	136	21M051	714747222062705					7.9
Polygon	767.76908	185.90922	89	138	21M051	71474622294709					0.1
Polygon	46334.91154	1236.53742	90	141	21M051	71474622797503					4.8
Polygon	7917.90332	483.27499	92	143	21M051	714747222062705					0.8
Polygon	57416.53409	1560.14919	93	145	21M051	71474622458535					5.7
Polygon	67261.95890	1772.91763	95	150	21M051	71474622201639					6.7
Polygon	73237.51085	1434.69494	96	152	21M051	71474622039512					7.3
Polygon	253347.44870	8095.63331	102	162	21M051	714746222697613					36.3
Polygon	18930.00000	3123.98333	107	22530	21M051	71474722126264					18.6
Polygon	57277.90000	1972.73631	110	22532	21M051	71474622242381					6.7
Polygon	69249.90000	1362.62709	118	22617	21M051	71474722264361					6.5
Polygon	84072.90000	1560.38973	119	22596	21M051	71474622283599					8.4
Polygon	94035.00000	2091.28513	133	22718	21M051	71474822067300					9.4
Polygon	94035.00000	2091.28513	133	22718	21M051	71474822067300					9.4
Polygon	147242.90000	2320.86494	136	22712	21M051	714746222738261					14.7
Polygon	99141.90000	1595.16613	137	22761	21M051	71474822609313					9.9
Polygon	232690.00000	2792.68246	140	22723	21M051	714748222696183					23.6
Polygon	339690.00000	2792.68246	140	22723	21M051	714748222696183					23.6
Polygon	52329.00000	1190.21592	144	22798	21M051	71474622405591					6.2
Polygon	124906.90000	2287.61089	149	22756	21M051	714747220638060					12.5
Polygon	69995.00000	1061.10933	150	22811	21M051	714747222762259					7.0

Figure 4.52 : Fenêtre de la table du thème « C08peefo.shp »

Pour pouvoir faire des calculs, il faut être en mode « Mise à jour » du menu « Table » :

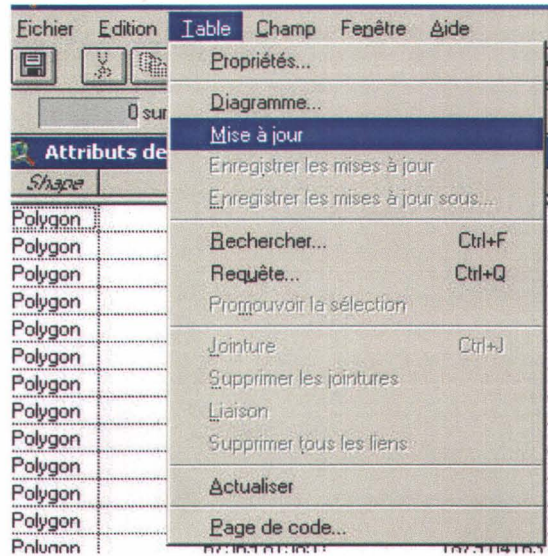


Figure 4.53 : Menu « Table »

On veut recalculer les aires des polygones qui ont été découpés par les limites du bassin. Cliquer sur l'entête de la colonne « Area » puis sur le bouton « Calculer » :



Figure 4.54 : Bouton « Calculer »

La fenêtre «Calculatrice des valeurs de champs» s'ouvre. Dans l'encadré sous «[Area]=», taper « [Shape].ReturnArea » puis cliquer sur « OK ».

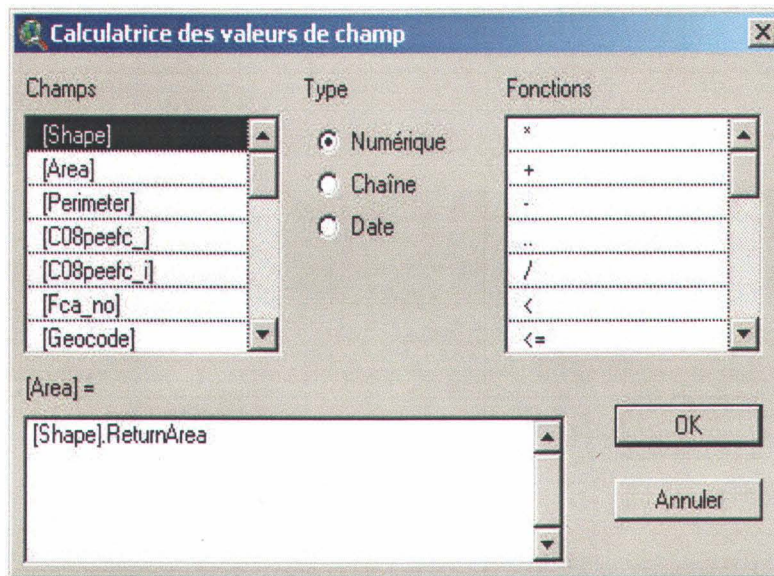


Figure 4.55 : Fenêtre « Calculatrice des valeurs de champ »

Les aires du champ « Area » correspondent maintenant aux polygones de la carte.

Exécuter la même opération (figures 1.51-1.55) pour le thème « MilieuxHumides.shp » :

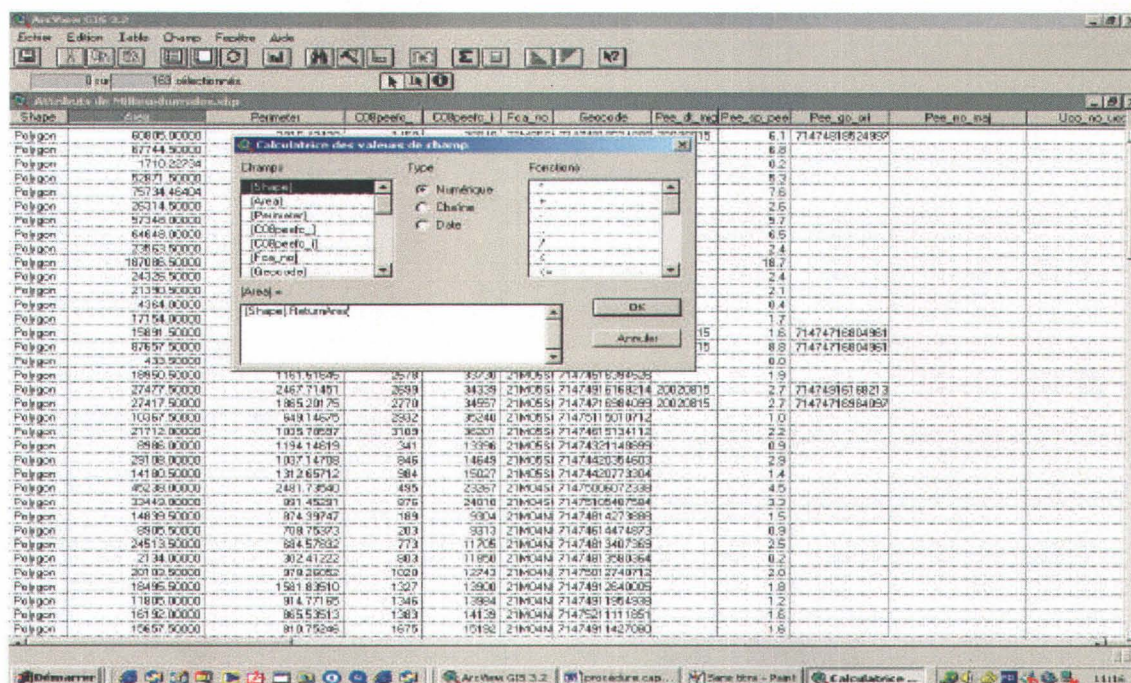
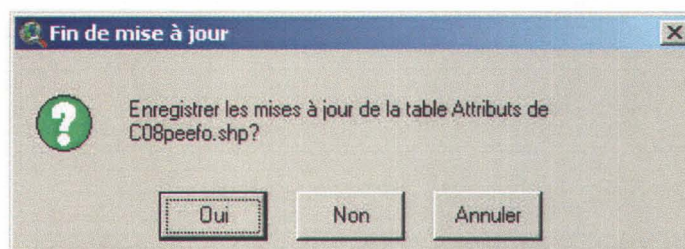


Figure 4.56 : Fenêtre de la table du thème « MilieuxHumides.shp »

Dans le menu «Table», « Enregistrer les mises à jour » de la table des attributs des deux champs traités :



La carte du bassin est à présent complète, on peut commencer le travail de classification des milieux humides.

4.2 CLASSIFICATION DES MILIEUX HUMIDES

4.2.1. L'extension CMH (Classification des Milieux Humides)

Cette extension permet, une fois les thèmes requis créés, de calculer la cote de chaque milieu de façon automatique. Pour cela, il faut copier l'extension et le fichier paramètre (ce fichier permet de changer la valeur de la cote ou du facteur ; il suffit alors d'ouvrir le fichier et changer les chiffres à la ligne désirée ; il faut faire ATTENTION à ne pas changer la syntaxe) dans le répertoire d'installation d'Arcview :

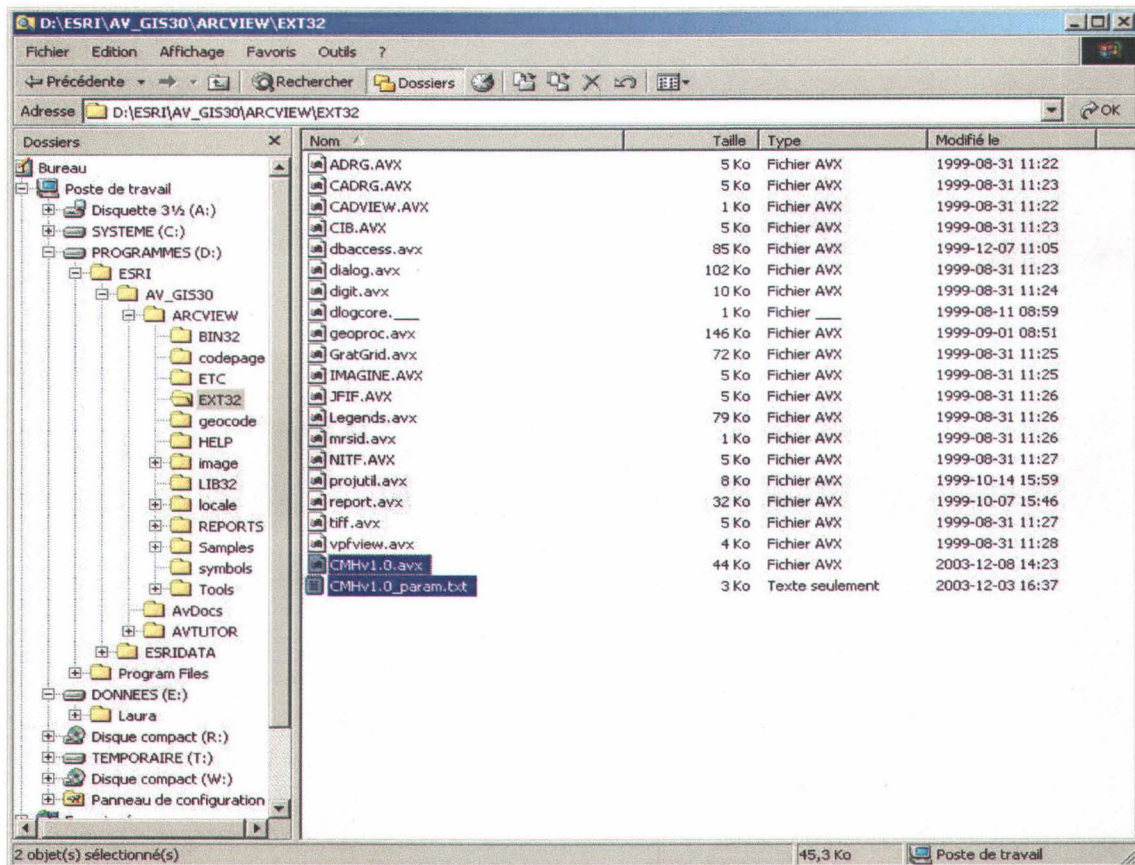


Figure 4.57 : Copie de « CMHv1.0.avx » et « CMHv1.0_param.txt » dans « EXT32 »

Par la suite on doit la faire apparaître dans le menu d'Arcview. Dans le menu « Fichier », cliquer sur « Extensions... » :

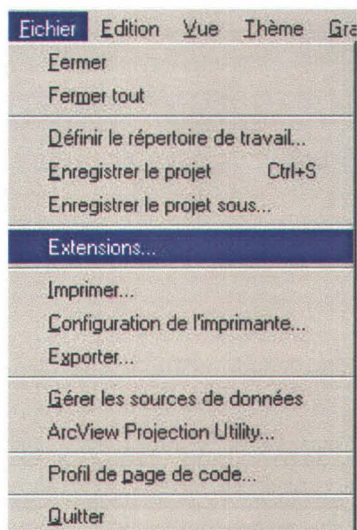


Figure 4.58 : Menu « Fichiers »

Cocher l'extension « CMHv1.0 » puis « OK » :

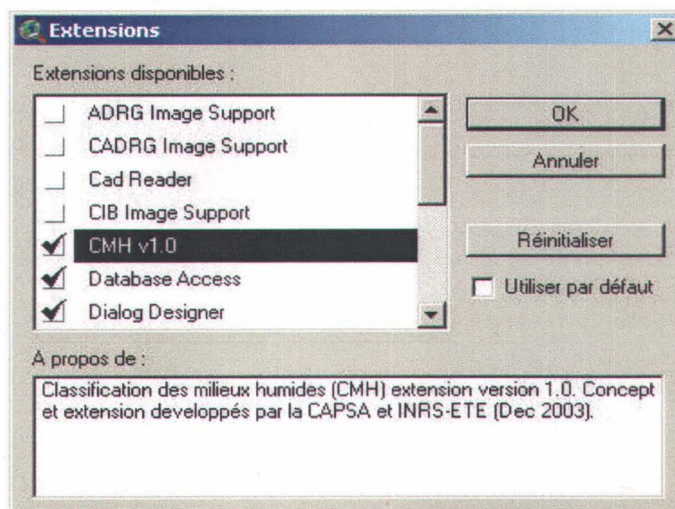


Figure 4.59 : Fenêtre « Extensions »

L'extension apparaît à la barre de menu :

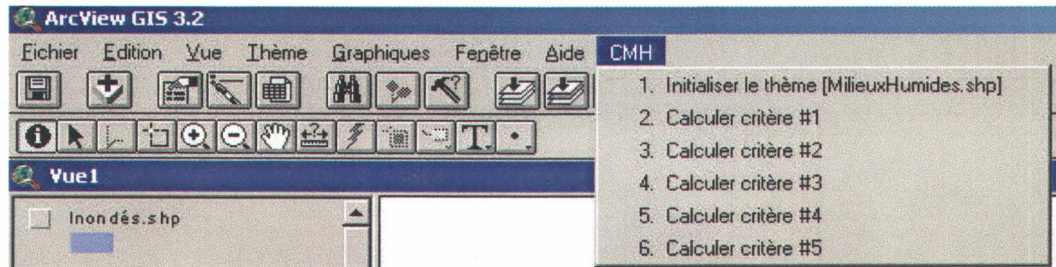


Figure 4.60 : Menu « CMH »

Une phrase indique la fonction de chaque opération en bas de la fenêtre principale :

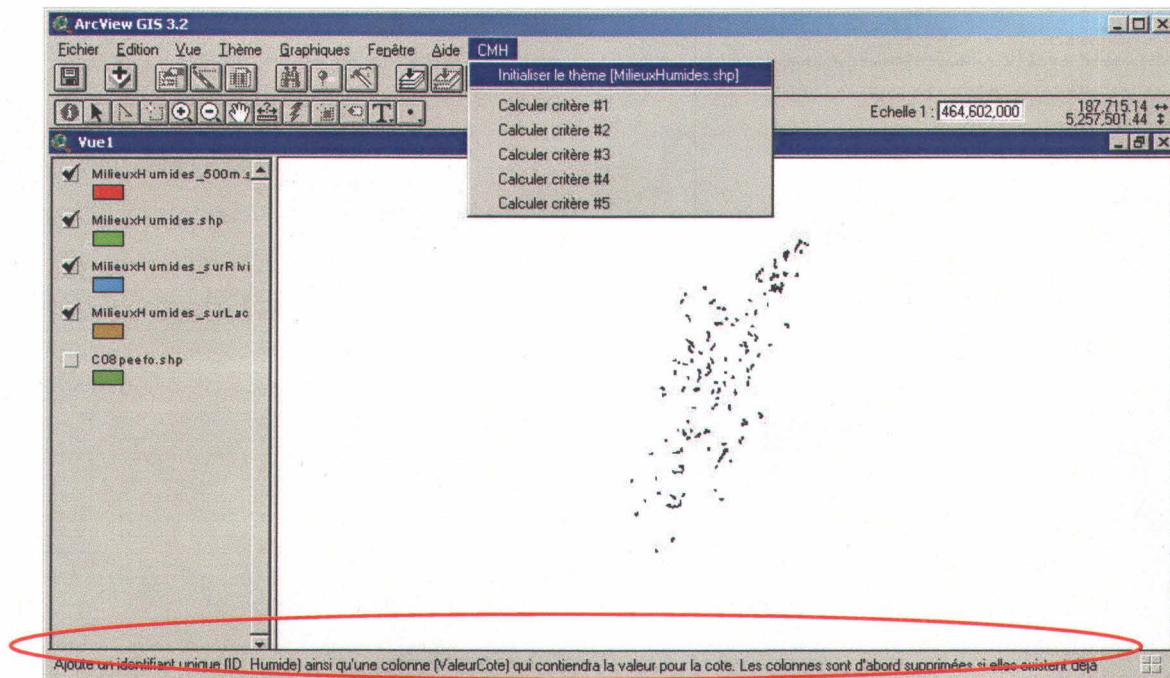


Figure 4.61 : Menu « CMH »

4.2.2. Initialisation du thème « MilieuxHumides.shp »

Cette étape consiste à attribuer un numéro unique à chaque milieu pour les identifier et à ajouter le champ « ValeurCote », initialisé à zéro, qui sera incrémenté selon les caractéristiques du milieu ; ceci une fois que les thèmes correspondant à chaque critère requis seront créés.

Remarque : Bien vérifier l'orthographe du nom du thème ; il faut qu'il se nomme « MilieuxHumides.shp ». Si ce n'est pas le cas, il suffit de le corriger dans le menu « Thème » et la fonction « Propriétés... » :

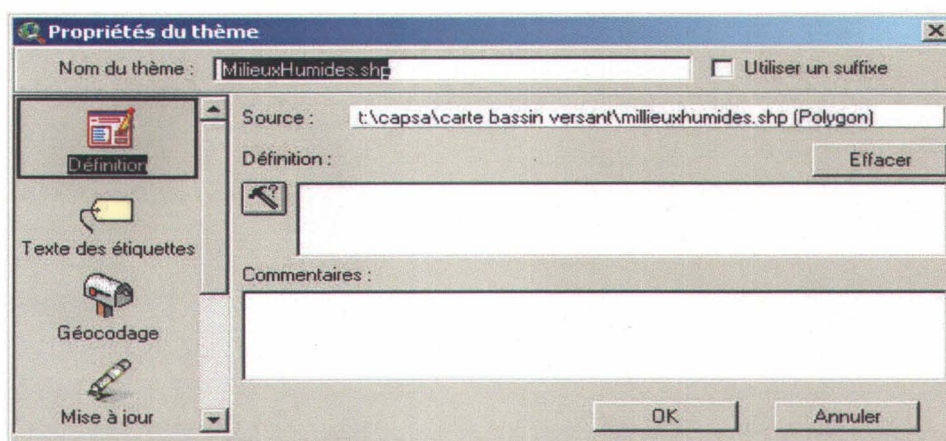


Figure 4.62 : Fenêtre « Propriétés du thème »

Pour initialiser le thème « MilieuxHumides.shp », il suffit de cliquer sur cette fonction dans le menu « CMH » :

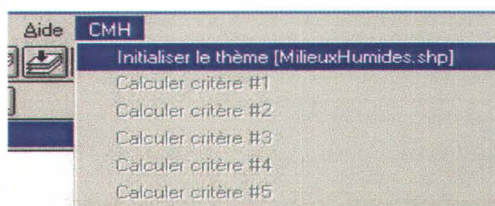
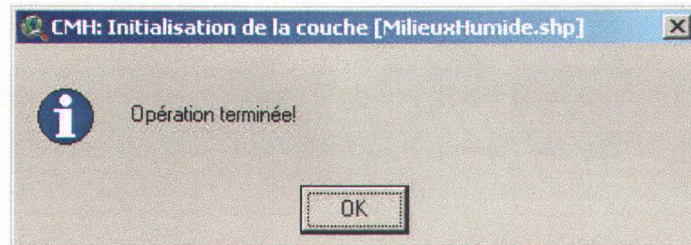


Figure 4.63 : Menu « CMH »

La fenêtre suivante apparaît une fois l'opération terminée.



Il faut à présent créer les thèmes correspondant aux critères.

4.2.3. Les thèmes de classification

Les critères #2 et #5 sont calculés directement à partir du thème « MilieuxHumides.shp ».

4.2.3.1. Pourcentage de l'aire considérée constituée de milieux humides (critère #1)

La cote partielle est calculée automatiquement à partir des thèmes « peefo.shp » et « MilieuxHumides.shp » (vérifier l'orthographe).

4.2.3.2. Connexion au milieu aquatique (critère #3)

Il faut ici considérer deux caractéristiques des milieux humides : Sont-ils en contact avec un cours d'eau intermédiaire? Sont-ils en contact avec un lac ou un cours d'eau important? Avec les deux?

Il faut créer deux thèmes afin de calculer la cote d'un milieu pour ce critère. Le premier sera constitué des milieux humides qui sont en contact avec le thème « hyfl.shp » (rivière), se nommera « MilieuxHumides_surRiviere.shp » et les milieux lui appartenant recevront la valeur 2 (1*2) dans leur champ « ValeurCote »; le second comprendra les milieux en contact avec le thème « hysfo » (lacs), se nommera « MilieuxHumides_surLac.shp » et les milieux qui sont dans ce thème se verront

ajouter la valeur 4 ($2*2$) à leur cote. Si un milieu appartient aux deux thèmes sa cote sera incrémentée de la valeur 6 ($3*2$).

Pour créer le thème « MilieuxHumides_surRiviere.shp », cliquer sur « MilieuxHumides.shp » dans la légende pour le sélectionner. Dans le menu « Thème », cliquer sur « Sélectionner par thème » :

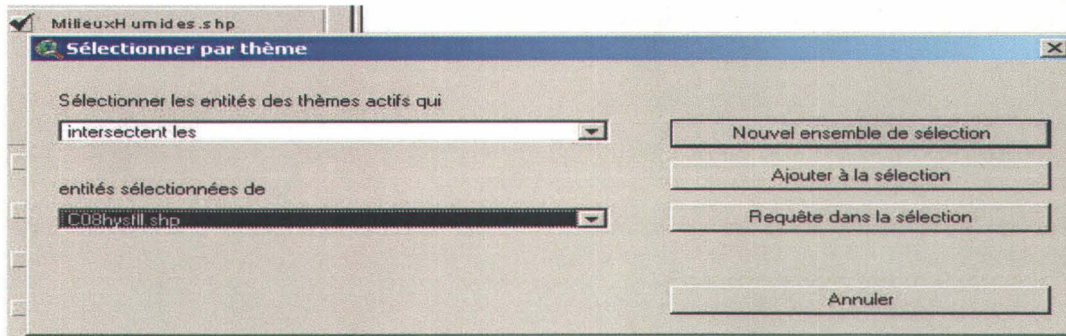


Figure 4.64 : Fenêtre « Sélectionner par thème »

« Convertir en fichier de formes » et nommer le nouveau thème. Répéter l'opération (figure 2.7 et « Convertir en fichier de formes ») pour créer « MilieuxHumides_surLac.shp » :

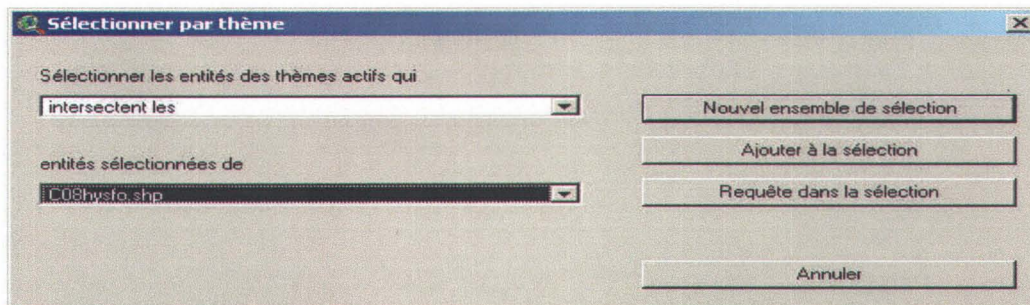


Figure 4.65 : Fenêtre « Sélectionner par thème »

On obtient ainsi les deux nouveaux thèmes qui vont servir de base pour le calcul de la cote selon le critère #3.

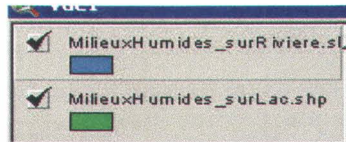



Figure 4.66 : Légende

4.2.3.3. Proximité d'autres milieux humides (critère #5)

Vérifier que les unités de distance de la carte sont en mètres, en cliquant sur « Propriétés... » dans le menu « Vue » (la carte n'est plus visible mais il suffit de l'afficher avec le bouton ) :

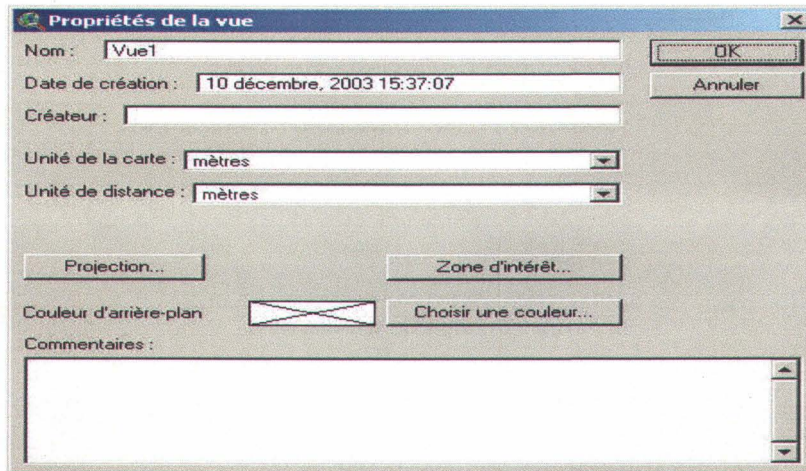


Figure 4.67 : Fenêtre « Propriétés de la vue »

Cliquer sur « MilieuxHumides.shp » dans la légende pour le sélectionner. Dans le menu « Thème », cliquer sur « Créer des zones tampons ». Choisir « Les entités d'un thème » : « MilieuxHumides.shp »



Figure 4.68 : Fenêtre « Créer des zones tampons »

Cliquer sur « Suivant » et choisir « 500 » (unités en mètres) dans la case « A une distance spécifiée » et « Mètres » dans « Unités de distance » :

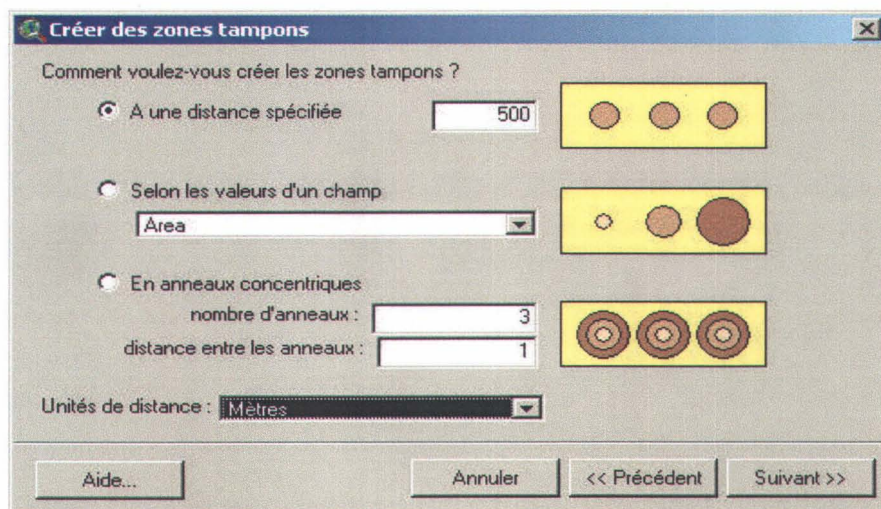


Figure 4.69 : Fenêtre « Créer des zones tampons »

Choisir les options comme ci-dessous et cliquer sur « Terminer » :

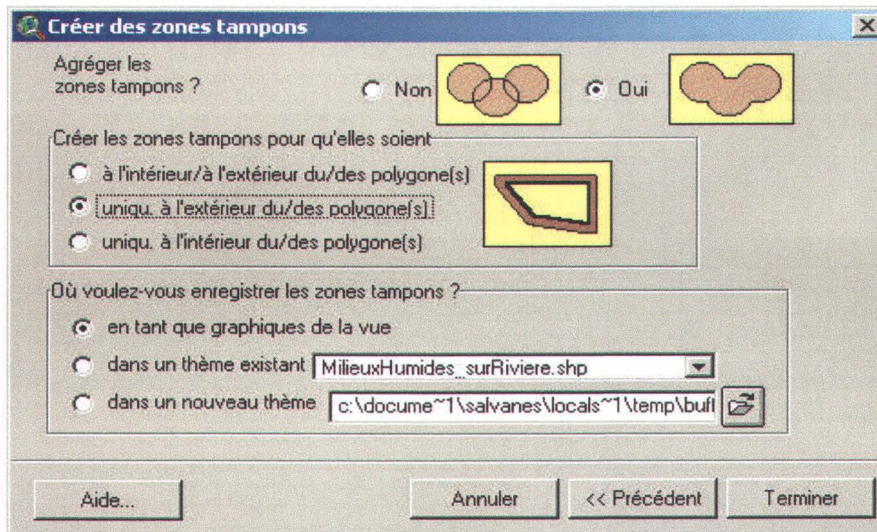
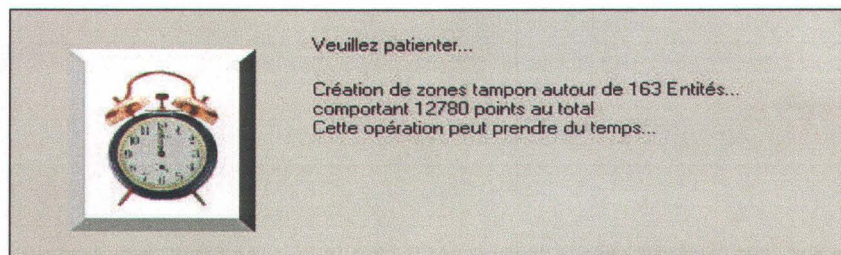


Figure 4.70 : Fenêtre « Créer des zones tampons »



Les zones tampons apparaissent sur la carte :

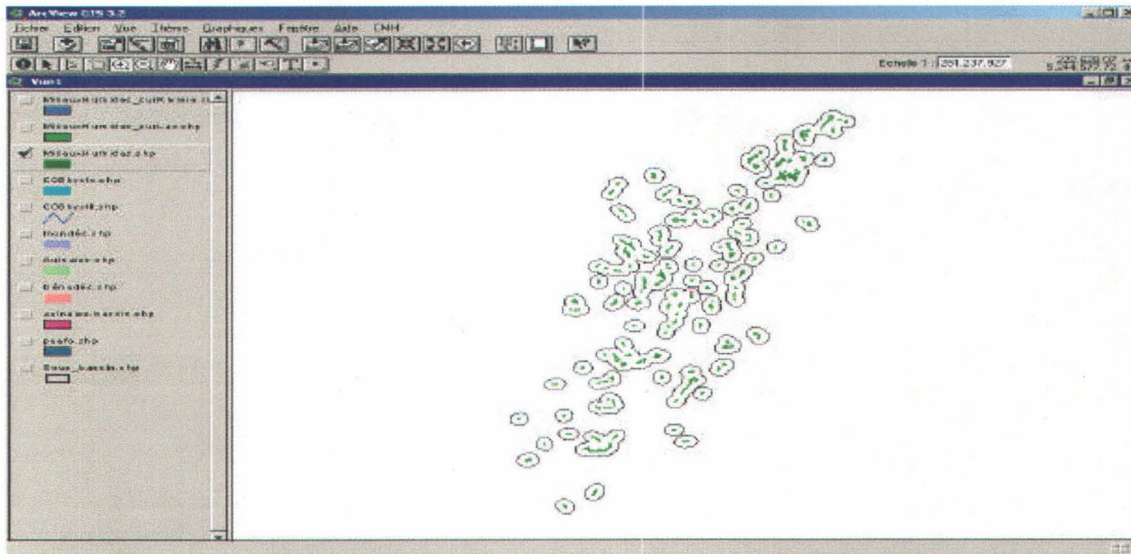


Figure 4.71 : Affichage des zones tampons

Il faut maintenant sélectionner manuellement les milieux dont la zone tampon croise celle d'un (ou d'autres) milieu(x). Cliquer sur le bouton « sélectionner l'entité » et commencer la sélection en gardant la touche shift enfoncée :

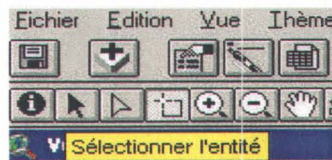


Figure 4.72 : Bouton « Sélectionner l'entité »

Vous pouvez utiliser le zoom pour bien distinguer les milieux :

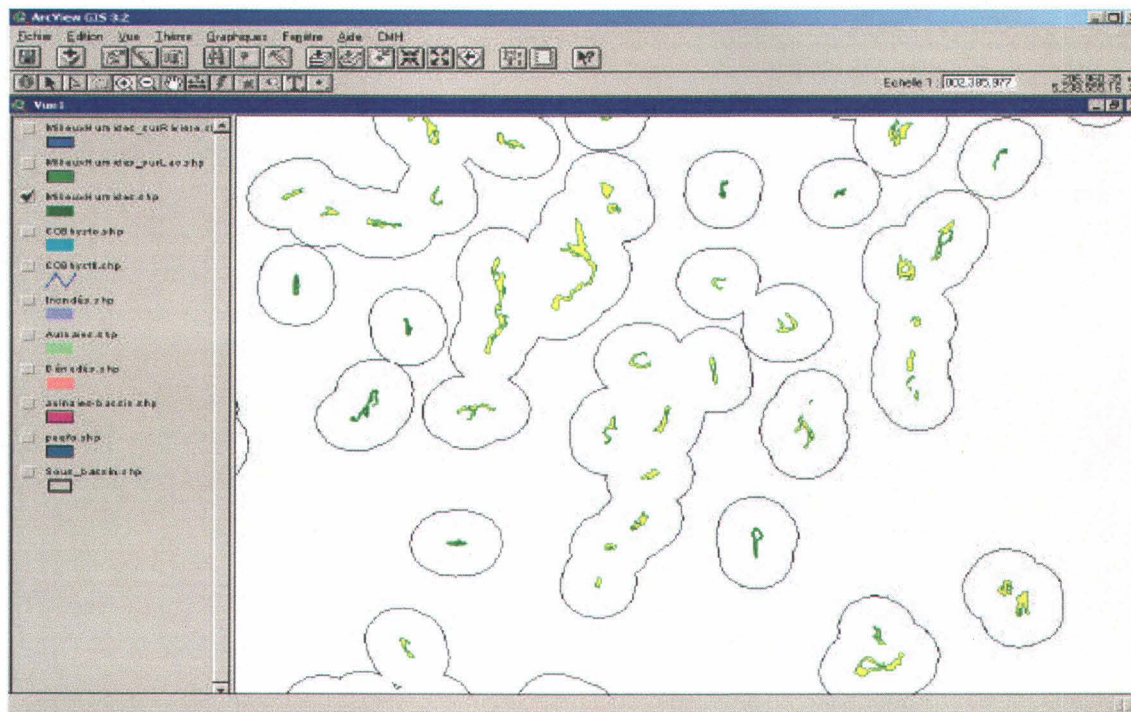


Figure 4.73 : Sélection des milieux dont les zones tampons se croisent

Une fois tous les milieux sélectionnés, créer le nouveau thème « MilieuxHumides_500m.shp » grâce à la fonction « Convertir en fichier de formes » du menu « Thème ».

Pour éliminer les zones tampons, maintenant inutiles, de la carte, cliquer sur le bouton « Pointeur » :



Figure 4.74 : Bouton « Pointeur »

Sélectionner l'ensemble de la carte :

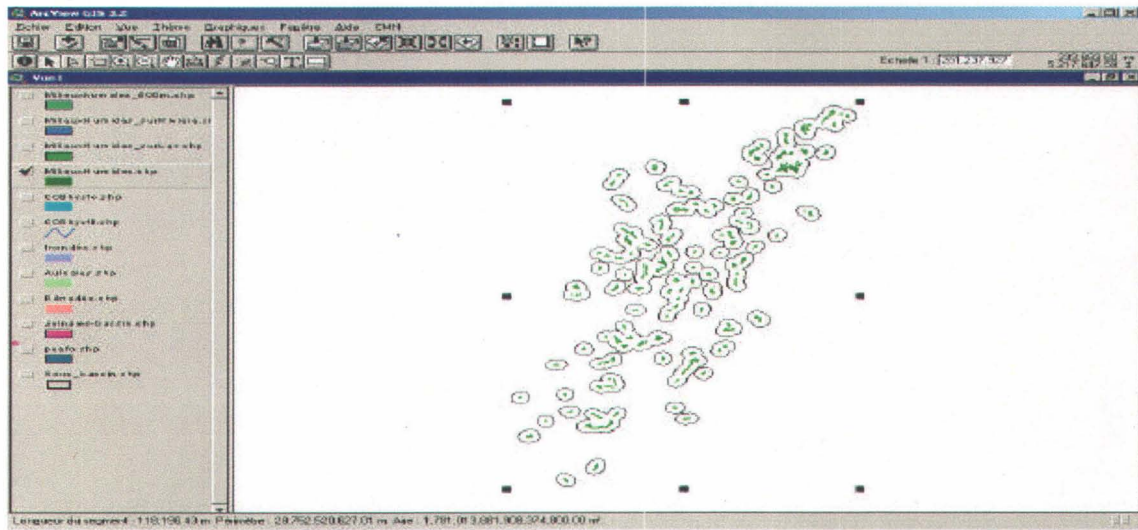


Figure 4.75 : Sélection des zones tampons

Puis appuyer sur la touche « Suppr ».

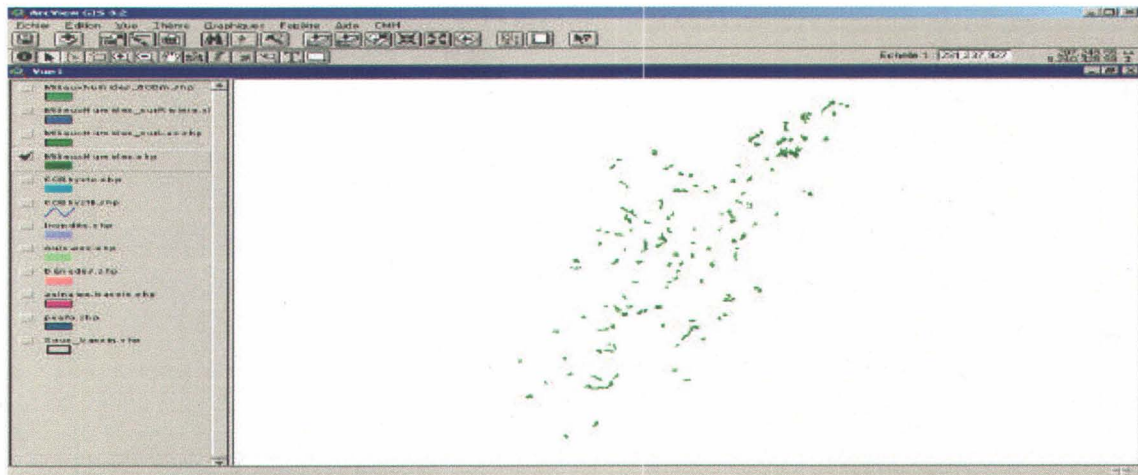


Figure 4.76 : Désélection des zones tampons

Les thèmes nécessaires aux calculs de cote sont créés.

4.2.4. Classification des milieux humides

Vérifier que les thèmes « peefo.shp », « MilieuxHumides_surLac.shp », « MilieuxHumides_surRiviere.shp » et « MilieuxHumides_500m.shp », se nomment exactement comme ça. Si ce n'est pas le cas, aller dans « Thème », « Propriétés » car une fenêtre annonçant que le thème requis pour calculer la cote n'est pas trouvé s'il y a une faute d'orthographe dans le nom.

Il ne reste plus qu'à exécuter les critères les uns après les autres ; une fenêtre confirmant l'opération apparaît à chaque fois qu'un critère est appliqué et que la cote des milieux concernés est incrémentée :

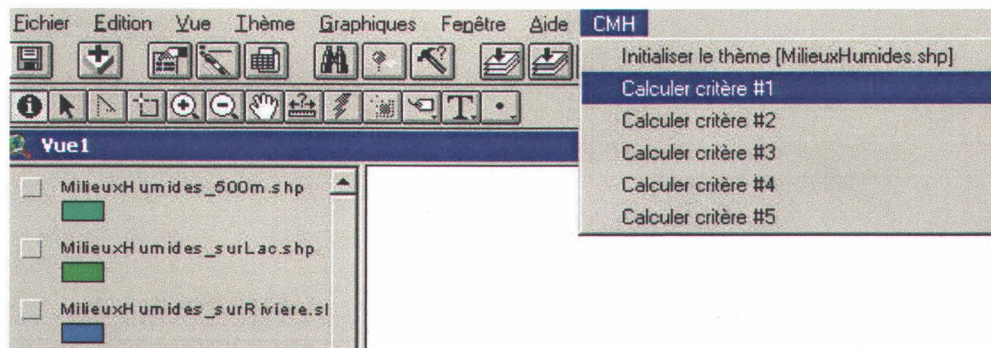


Figure 4.77 : Menu « CMH »

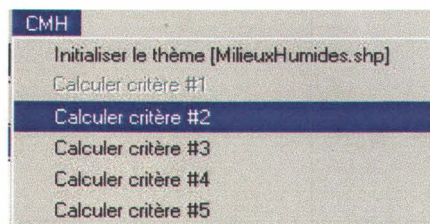


Figure 4.78 : Menu « CMH »

Et ainsi de suite.

Remarque : les critères apparaissent en gris une fois qu'ils ont été exécutés ; ceci pour ne pas répéter deux fois la même opération.

Pour faire apparaître les milieux humides selon leur cote, double-cliquer sur le thème dans la légende. Choisir « Valeur unique » pour le « type de légende » et « ValeurCote » pour « Champs Valeurs ».

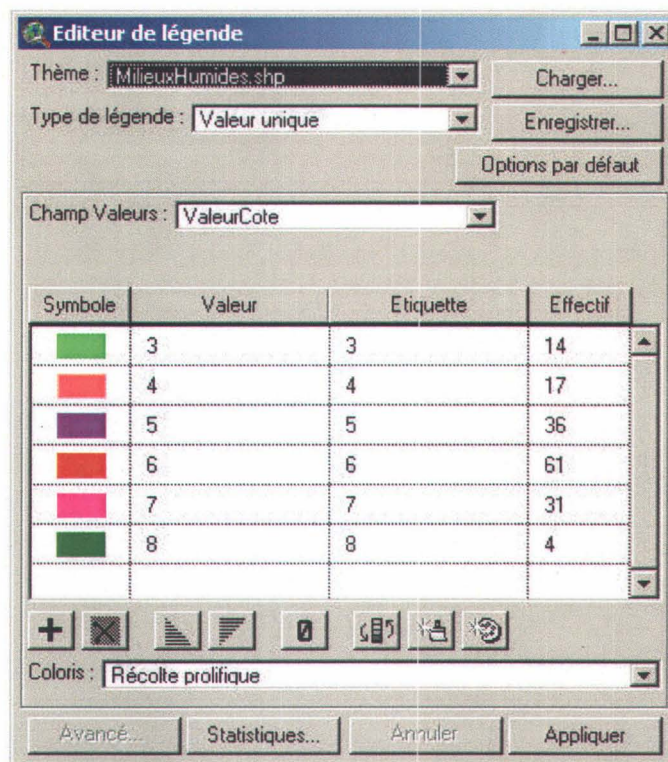



Figure 4.79 : Fenêtre « Éditeur de légende »

Vous pouvez choisir les couleurs en cliquant sur le bouton . Si vous cliquez directement sur le rectangle de couleur, la palette apparaît et vous pouvez choisir.

Conseil : choisir la couleur du contour identique à l'avant-plan. Si le contour est noir, il est difficile de distinguer les milieux dans une vue globale de la carte.

On obtient ainsi la carte des milieux humides colorés selon leur cote :

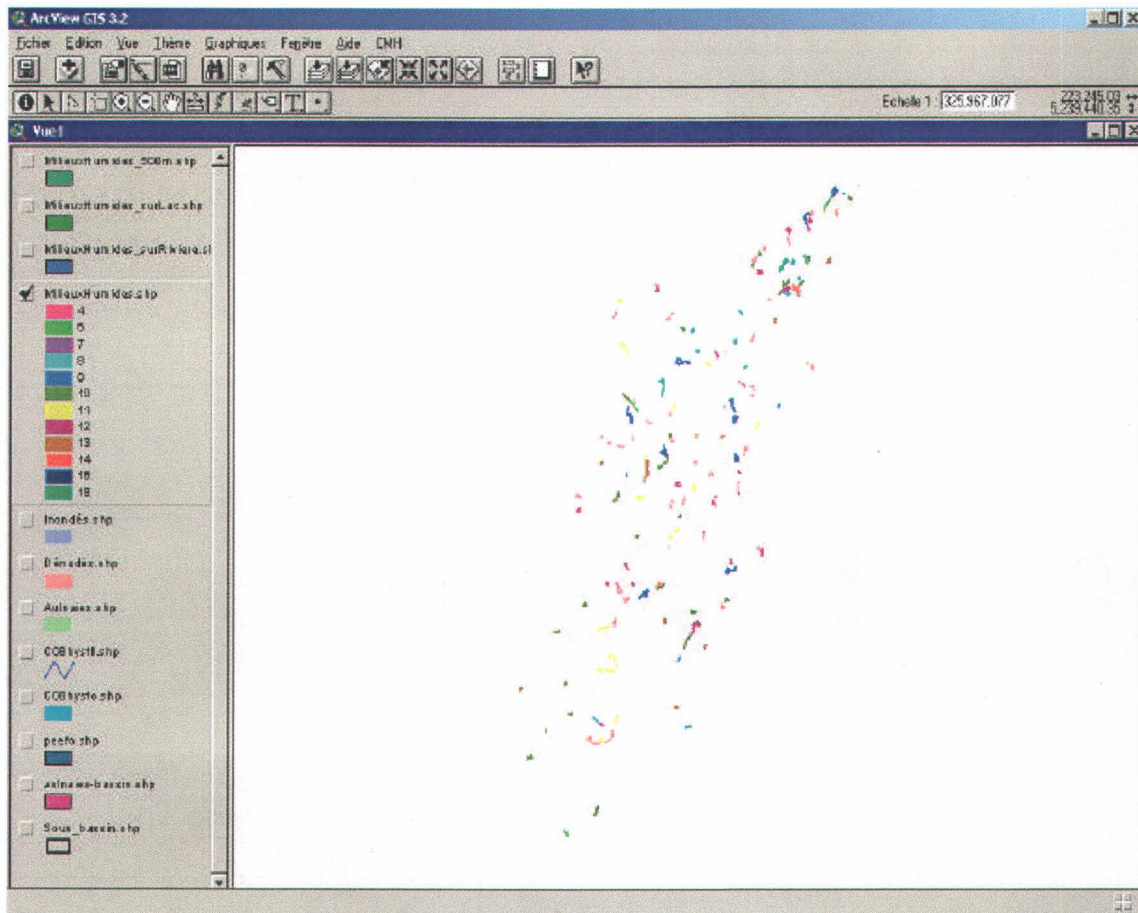



Figure 4.80 : Carte des milieux humides colorés selon leur cote

Il est possible d'afficher les milieux avec une cote choisie : sélectionner les lignes des cotes non désirées et cliquer sur le bouton .

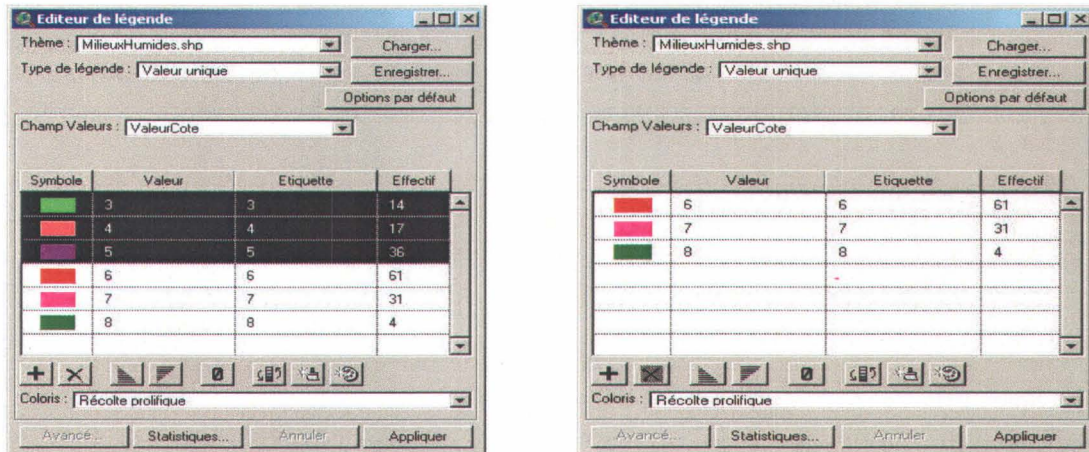


Figure 4.81 : Fenêtre « Éditeur de légende »

Remarques :

- Si l'on ouvre la table du thème « MilieuxHumides.shp », on trouve, dans le champ « ValeurCote », la cote attribuée à chaque milieu :

Figure 4.82 : Table du thème « MilieuxHumides.shp »

- Il est possible de choisir un ou plusieurs critères. Par exemple, si l'on applique uniquement les critères #1 et #2, on obtient la carte ci-dessous :

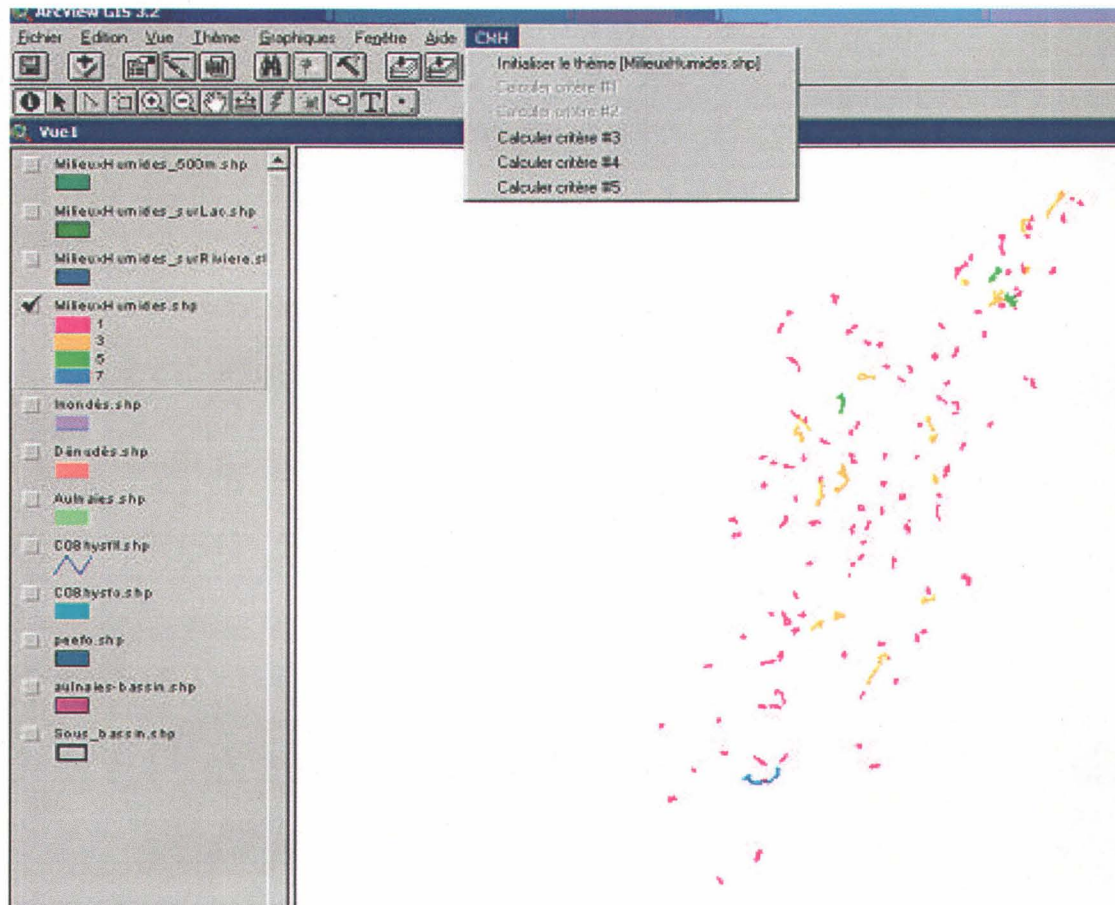


Figure 4.83 : Carte des milieux humides colorés selon leur cote (critères 1 et 2)

5. CONCLUSION ET PROJETS FUTURS

Après avoir considéré les caractéristiques les plus importantes des milieux humides en zone forestière, une procédure semi-automatisée a été mise en place afin de permettre la visualisation de ces milieux sur une carte numérique, selon leur cote de priorité (plus un milieu a un effet positif sur l'écosystème, plus sa cote est élevée).

Cette procédure simple et conviviale permet, avec un peu de pratique, d'obtenir le résultat attendu en un temps raisonnable.

Dans le contexte d'un projet futur, beaucoup d'améliorations peuvent être apportées à l'outil de classification des milieux humides développé. Ces améliorations portent principalement sur l'aspect convivialité, en facilitant d'avantage l'utilisation pour l'utilisateur, ainsi que sur l'aspect efficacité, étant donné que les étapes de calcul des cotes seraient effectuées beaucoup plus rapidement.

La création des thèmes initiaux peut être fastidieuse car elle doit être effectuée manuellement. En effet, même si l'utilisation des menus, pour déterminer les cotes, est très simple, nous devons avoir préalablement créer les thèmes initiaux avant d'utiliser ces menus. Il est cependant possible d'automatiser toutes ces étapes. Jusqu'ici, seules les opérations essentielles (étapes de calcul des cotes proprement dites) ont été automatisées, et ceci, afin de respecter l'échéancier. Il aurait été effectivement très long d'attribuer manuellement une cote au cinq cents milieux humides d'un sous bassin et ce pour chacun des critères.

Les différentes étapes pouvant être automatisées sont énumérées ci-dessous (voir section 3 pour les différents traitements) :

- Toutes les étapes de la section 3.1.
- Étapes de la section 3.2.3.2. :Connexion au milieu aquatique
- Étapes de la section 3.2.3.3. :Proximité d'autres milieux humides
- Modification de la légende après le calcul : Section 3.2.4.

Tout ce dont aurait besoin les utilisateurs pour calculer les cotes pour un sous-bassin, serait les cartes écoforestières numériques de base ainsi qu'une carte délimitant le sous-bassin en question. Les calculs ainsi que le thème possédant la cote de chacun des milieux humides seraient effectués par la suite en appuyant simplement sur un bouton ou en accédant à un menu. Il en résulterait alors un outil beaucoup plus rapide, simple et donc efficace d'utilisation. Enfin, il est à souligner que nous pourrions également adapter cette procédure au contexte de Arc GIS 8.3.

6. RÉFÉRENCES

S. Payette, L. Rochefort, 2001. Écologie des tourbières du Québec-Labrador. Ed. Les Presses de l'Université Laval

Canards Illimités :

<http://www.ducks.ca/francais/rens/terre.html>

<http://www.ducks.ca/francais/rens/pdf/humides.pdf>

Le monde de Darwin :

<http://darwin.cyberscol.qc.ca/Centre/Milieus/Milieus.htm>

Environnement Canada :

<http://www.on.ec.gc.ca/community/classroom/millennium/m5-what-f.html>

Hey, D.L. et J. Wickencamp, 1996. Some hydrologic effects of wetlands in nine watersheds of southeastern Wisconsin. The Wetlands Initiative, Chicago, Illinois.

Wang, N. et W.J. Mitsch, 1995. Estimating phosphorus retention of existing and restored wetlands in the Quanicassee River watershed, Saginaw Bay, Michigan. Prepared for the Wetlands Initiative, Chicago, Illinois.

Service canadien de la faune. Lignes directrices sur l'habitat humide :

www.on.ec.gc.ca/wildlife/docs/frame-guide-f.html

New York State Department of Environmental Conservation. Freshwater wetlands maps and classification. www.dec.state.ny.us/website/regs/644.htm

ANNEXE A :
DÉVELOPPEMENT D'UN OUTIL D'AIDE À LA
PROTECTION DES MILIEUX HUMIDES FORESTIERS
EN TERRITOIRE PUBLIC

Développement d'un outil d'aide à la protection des milieux humides forestiers en territoire public

Dossier argumentaire

Présenté par

La Corporation d'aménagement et de protection de la Sainte-Anne (CAPSA)

111-1 route des Pionniers
Saint-Raymond (Québec) G3L 2A8
Téléphone : 418-337-1398
Télécopieur : 418-337-1311
Courriel : c.leblanc@capsa-org.com
capsa@capsa-org.com

Chargés de projet :

Chantal Leblanc, technicienne de la faune

et Benoit Lapointe, biologiste

Mise à jour : Novembre 2003

RÉSUMÉ ET HISTORIQUE DU PROJET

Introduction :

Les terres publiques utilisées par les compagnies forestières (CAAF) sont criblées d'un habitat particulier et essentiel au maintien de la biodiversité et de la qualité de l'eau : les milieux humides. Présents en très grand nombre, il a été identifié par les compagnies forestières l'impossibilité de les protéger tous malgré une franche volonté de leur accorder une attention particulière. La nécessité de cibler les milieux sensibles d'importance ainsi que de définir les actions essentielles au maintien de ces habitats devenait donc impératif. C'est pourquoi, la CAPSA se propose d'élaborer un outil de gestion qui lui permettra de localiser les milieux humides d'importance en territoire public forestier ainsi que les moyens d'intervention ou de pratiques forestières à prescrire aux exploitants concernés.

Contexte et problématique :

Dans un contexte où la surface des milieux humides aurait diminuée d'environ 70% au Canada au cours des 50 dernières années, que ces milieux accueillent, à un moment ou l'autre du cycle de leur vie, près de 50% des espèces animales du territoire québécois et 50% de toutes les espèces végétales susceptibles d'être désignées menacées ou vulnérables, sachant que la qualité de l'eau potable soit devenue un enjeu de plus en plus préoccupant pour la population et que notre réseau hydrique prend sa source en milieu forestier, il devient tout à fait pertinent d'entamer des démarches de partenariat entre les différents intervenants de ce secteur. Un partenariat précurseur et hautement significatif favorisant la concertation entre exploitants et utilisateurs de la ressource, soit la population du bassin versant de la rivière Sainte-Anne.

Malgré la richesse écologique des milieux humides ceux-ci sont souvent ignorés ou détruits pour favoriser des activités associées au développement ou à l'exploitation de la ressource. La CAPSA ayant déjà entrepris la conservation des milieux humides forestiers en terrain privé, se tourne désormais vers les milieux humides de 45% de la surface de son bassin versant, soit le territoire forestier public régis par les compagnies forestières sous contrat d'approvisionnement et d'aménagement forestier (CAAF).

C'est lors de consultations publiques tenues par la corporation de gestion forestière COGEFOR, que la CAPSA ainsi que d'autres intervenants de l'unité de gestion Portneuf-Laurentides avaient proposé la protection des milieux humides en territoire public forestier pour les plans de gestion quinquennaux d'aménagement forestier (PGAF).

COGEFOR avait à ce moment démontré leur ouverture à protéger adéquatement ce type de milieu mais avait également soulevé la problématique engendrée par la grande superficie que ces milieux occupent sur les territoires d'approvisionnement. À la lumière de ces consultations, un besoin pour les entreprises forestières de connaître les sites prioritaires à protéger et les moyens d'y parvenir devenait donc essentiel, quoiqu'ils n'en possédaient pas réellement les outils nécessaires.

C'est ainsi que la CAPSA se propose, de développer un outil de gestion qui permettrait de reconnaître les milieux humides à protéger sur les territoires publics d'approvisionnement forestier (CAAF) ainsi que les mesures à prendre pour le maintien de la qualité de ces écosystèmes. Développé à l'aide d'une grille d'évaluation, l'outil de gestion permettrait d'identifier les sites prioritaires mais également de déterminer les normes à respecter pour assurer une conservation adéquate ; mesures qui tenteront de surpasser le règlement sur les normes d'interventions (RNI) actuellement en vigueur. Sous-forme de projet-pilote, la CAPSA abordera l'application de l'outil de gestion à l'échelle d'un de ses sous-bassin et souhaite permettre son élaboration et son développement sur support informatique exportable auprès de tous les gestionnaires forestiers et applicable à la grandeur des régions forestières de la province.

Moyens proposés :

Ce projet vise d'abord et avant tout la concertation entre les objectifs de conservation et de protection des milieux humides de la CAPSA et les contraintes que peuvent rencontrer les intervenants forestiers en matière de prélèvement et de protection des habitats. Les différents moyens proposés pour y arriver consistent à adopter une démarche de consultation auprès des intervenants concernés et d'établir un consensus sur les objectifs de l'outil de gestion. La connaissance des problématiques rencontrées par les intervenants ainsi que le développement d'un outil compatible à leur instrumentation permettront d'encourager l'application des mesures de protection proposées envers ces milieux sensibles et ainsi atteindre les objectifs de protection.

Caractère novateur :

Le développement d'un outil de gestion applicable à l'échelle d'un bassin versant reflète une vision active en matière de protection des ressources renouvelables. Cette forme de gestion de territoire a pour avantage d'inclure et de considérer tous les intervenants d'un milieu tout en favorisant une approche *écosystémique* à travers une situation réelle de développement durable. En limitant ce premier exercice à l'échelle d'un sous-bassin (affluent intermédiaire du bassin versant de la rivière Sainte-Anne) et en s'assurant de la compatibilité entre les moyens préconisés et les instruments de gestion des intervenants forestiers, il devrait être aisé à ces derniers de mettre en œuvre efficacement les mesures de protection préconisées. De plus, en réalisant ce projet, la CAPSA espère que

l'ensemble du modèle d'intervention (concertation entre les intervenants, identification des milieux humides d'importance, application des mesures de protection, etc.) présente ultérieurement un format exportable qui puisse servir de référence aux autres régions forestières et ainsi contribuer au maintien de la biodiversité nationale.

Bénéfices environnementaux significatifs, mesurables et durables :

À priori, les bénéfices recherchés visent à protéger la biodiversité présente en milieu forestier et les caractères exclusifs des milieux humides comme leur capacité à filtrer les polluants, à agir comme tampon face aux problèmes de crue ou de sécheresse ou encore à ralentir les problèmes d'érosion souvent remarqués en zone d'exploitation forestière. Mais les bénéfices environnementaux recherchés seront d'autant plus majeurs qu'ils incluent la collaboration active des intervenants forestiers par l'application courante des mesures qui leur seront prescrites, en vertu d'un contexte de développement durable. C'est dans cette situation, qu'un partenariat développé entre les intervenants forestiers et la population du bassin versant saura contribuer à un avenir prometteur en matière de protection de la qualité de l'eau, de la biodiversité et des ressources naturelles.

L'évaluation des impacts mesurables d'un tel projet repose donc, en majeure partie, sur le succès de collaboration entre les partenaires, soit la CAPSA et les propriétaires de contrats d'approvisionnement et d'aménagement forestier (CAAF). D'où l'importance accordée à la concertation entre ces deux intervenants pour l'élaboration et l'application de l'outil de gestion.

DESCRIPTION GÉNÉRALE ET UTILITÉS DE L'OUTIL

Objectif :

Identification des milieux humides forestiers prioritaires pour le maintien de la qualité de l'eau du bassin versant.

Utilité de l'outil :

Tous les milieux humides présents sur le territoire sont importants et requièrent une protection adéquate afin d'assumer pleinement leur rôle écosystémique. Dans une optique de gestion par bassin versant et de soucis de la qualité de l'eau, certains milieux humides présente des caractéristiques plus propice au maintien d'un réseau hydrographique « en santé ». La qualité des milieux aquatiques en aval de ces derniers dépend de leur « bon fonctionnement ». L'outil permettra aux différents gestionnaires du territoire forestier d'identifier et classer les différents milieux humides qui se retrouvent dans un bassin versant donné (ou sous bassin).

Choix des critères de sélections :

Dans une optique de gestion par bassin versant, les critères de sélections, devront être en mesure d'évaluer la capacité filtrante des milieux humides ainsi que de leur importance dans la régularisation des débits (sécheresses et crues). Le choix de ces critères devra s'appuyer sur de solides références scientifiques du domaine tout en demeurant compatible et applicable aux différents supports (cartes écoforestières) et méthodes de planification utilisés par les gestionnaires de territoires forestiers.

Il est à noter que l'évaluation du potentiel faunique de ces milieux a arbitrairement été soustrait des critères de sélection en raison de l'éventail des normes existantes à ce niveau dans le règlement des normes d'intervention (RNI) actuel. Le développement de l'outil visant, entre autres, à combler une lacune importante du RNI, soit la prévention des impacts sur le système hydrographique d'un bassin versant, les critères choisis favorisent davantage les qualités *intrinsèques* d'un milieu humide pour ces propriétés hydrologiques que biologiques. Seul la mention d'espèces rares, menacées ou vulnérables implique directement un facteur biologique parmi les critères retenus.

Échelle de comparaison :

Une échelle de comparaison relative permettra une meilleure exportation de l'outil. Ainsi peu importe la composition en milieux humides d'un bassin versant, il sera possible de faire ressortir les milieux humides ayant un rôle majeur dans la qualité de l'eau du réseau ciblé pour un territoire donné.

Conception de l'outil :

L'outil doit s'appuyer sur les moyens cartographiques déjà utilisés par la majorité des intervenants du milieu forestier, soit les cartes écoforestières. Pour le développement de l'outil, des photos aériennes permettraient de valider et possiblement d'améliorer l'interprétation des cartes écoforestières. Une avenue possible serait aussi l'utilisation de cartes satellitaires mais étant données leur coût très élevé et une résolution ne permettant pas de lecture précise ou véritablement complémentaires des milieux humides et riverains (1 pixel = 30m X30m) cette option a été jusqu'à maintenant rejetée.

Idéalement, une programmation permettant de traiter les cartes écoforestières numériques pour en faire ressortir les milieux humides d'importance sera produit. Trois possibilités de formats sont alors envisageables pour l'outil final :

1. Outil **non-exportable, mais parfaitement automatisé** pour l'analyse du territoire à l'étude soit le bassin de la rivière Neilson (sous-bassin de la rivière Sainte-Anne);
2. Outil **exportable** à d'autres territoires forestiers ou d'autres types de gestionnaires et usagers **mais nécessitant une certaine programmation préalable** à son utilisation (ajout de certaines données attribuées au territoire visé seulement comme les géoréférences par exemple);
3. Outil **exportable et entièrement automatisé** pour tous les territoires forestiers et usagés. L'outil pourrait être bâti autour d'une seule formule du même type que les IQH par exemple (Indice de Qualité d'Habitat).

Les différentes versions de l'outil, devront être soumis à différents scénarios afin d'en valider la justesse et la pertinence.

Critères de sélections :

Voici les critères permettant d'établir la priorité de protection pour les milieux humides forestiers d'un bassin versant. Ces critères ont été déterminés en fonction du rôle que les milieux humides jouent à l'échelle d'un réseau hydrographique mais également selon les possibilités de couvertures offertes par les fichiers numériques des cartes écoforestières. Voir le tableau I pour le détail des côtes attribuées à chacun des critères.

- 1) Proportion (%) du bassin versant constitué de milieux humides

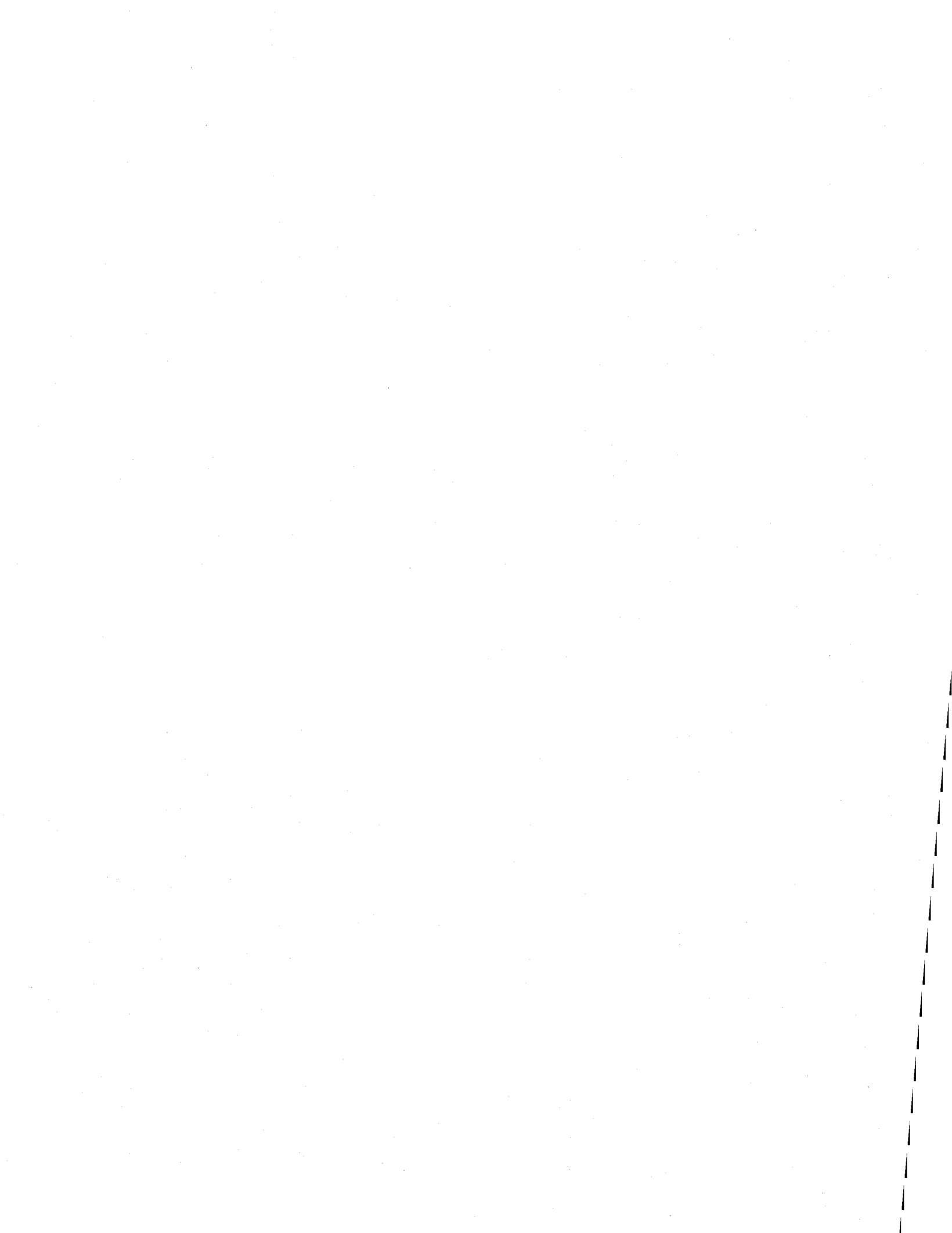
- Plus il y a de milieux humides dans un bassin versant, plus ses effets bénéfiques sont marquants.
- 2) Importance de la superficie relative du milieu humide
- Les plus grands milieux humides auront une plus grande capacité filtrante. Ils auront un impact sur une plus grande masse d'eau. Le temps de rétention de l'eau dans de grands milieux humides est souvent plus élevé.
 - Les plus grands milieux humides constituent de grandes réserves d'eau qui peuvent mieux régulariser le flux du réseau hydrographique drainé en période d'étiage ou lors des débits de pointe.
- 3) Système aquatique juxtaposé
- Un marais juxtaposé à un plan d'eau permanent est en contact constant avec un volume d'eau et peut y remplir son rôle écologique tout au long de l'année. Plus le plan d'eau juxtaposé est étendue, plus l'écosystème possiblement affectée par le milieu humide est considérable. Outre l'amélioration de la qualité de l'eau du plan d'eau, on peut aussi penser que le milieu humide en bordure de celui-ci constitue un habitat critique auquel dépend une grande partie de la vie aquatique du plan d'eau en question.
- 4) Type de milieu humide
- 5) Proximité d'autres milieux humides
- Une concentration rapprochée de milieux humides favorise le développement de liens écologiques entre chaque site et complète ainsi les lacunes des uns et des autres. Leur proximité contribue à combler les différents besoins fauniques d'une ou plusieurs espèces et augmente l'impact physico-chimique de l'ensemble du réseau hydrographique qui y est drainé. La superficie de ces milieux rapprochés (idéalement compris dans un rayon de 500m) doit donc être additionné et considéré comme la superficie d'un seul milieu.

Tableau A.1 : Description provisoire des critères de classification des milieux humides forestiers

Critères		facteur	Justifications
1. Pourcentage de l'aire considérée constituée de milieux humides			<u>Argument</u> : « Plus il y a de MH dans un bassin plus les effets bénéfiques sont perceptibles »
Détail	Cote	X1	a) (Hey and Wickencamp, 1996) b) (Wang and Mitsch, 1995) c) Wetlands Initiative d) Canards Illimités
10% et plus	0		
6-9%	1		
1-5%	2		
Moins de 1%	3		
2. Importance de la superficie relative du milieu humide			<u>Argument</u> : « Plus la superficie d'un MH est élevée plus il est en mesure de remplir ses différents rôles bénéfique au sein du bassin » (+Habitat, +temps de rétention donc +filtration...)
Détails	Cote	X2	
25% et +	0		
25-50%	1		
50-75%	2		
75% et -	3		
3. Système aquatique juxtaposé			<u>Argument</u> : « Les MH dans les lacs sont d'une première priorité à cause de leur grande importance pour les poissons, aussi bien que pour les autres espèces »
Détails	Cote	X2	
Aucun ou intermittent	0		
Cours d'eau intermédiaire	1		
Lac ou rivière	2		
Lac et/ou rivière + cours d'eau intermédiaire	3		
4. Type de milieu humide			<u>Argument</u> :
Détail	Cote	X3	
Aulnaie humide	0		
Terre inondée	1		
Dénudé humide	2		
Tourbière	3		
5. Proximité d'autres milieux humides			<u>Argument</u> : « mieux si regrouper ? Compte pour 1 ? ... »
Détail	Cote	X1	
Aucun	0		
Présence (rayon de 500m)	1		

Document préparé par : Chantal Leblanc et Benoît Lapointe

ANNEXE B :
DESCRIPTION DES THÈMES NUMÉRIQUES DE LA
CARTE ÉCOFORESTIÈRE



D'après le document « [20023084.pdf] » un(e) couche/thème a pour définition : « chacun des type géométriques d'une couverture (points, lignes ou limites de surfaces, étiquettes de surfaces et chaque sous-classe d'annotations). Chacune de ces couches est identifiée par un code unique ».

Les thèmes qui sont utilisés dans la procédure décrite, sont présentés au tableau suivant :

Tableau B.1 : Extrait de la feuille « Couvertures » du document « produitsSIEF.xls »

Couverture	Signification couverture	Couche	Signification couche	Type géométrique
C08HYFL	Hydrographie. révisée - représentation linéaire	CHYFL	Hydrographie Linéaire Forestière	L
C08HYSF	Hydrographie. révisée - représentation de surface	HYFSO	Hydrographie Surfacique forestière	O
C08PEEF	Peuplement écoforestier	PEEFO	Peuplement écoforestier	O

Les champs du thème « peefo » qui sont utilisés dans la procédure décrite, sont présentés aux tableaux B.2, B.3 et B.4 :

Tableau B.2 : Extrait de la feuille « Attributs couches » du document « produitsSIEF.xls »

Couverture	Couche	Attribut	Signification attribut
C08PEEF	PEEFO	TER_CO	Code de terrain
C08PEEF	PEEFO	TEC_CO_TEC	Code type écologique

Pour le champ [TER_CO] :

Tableau B.3 : Description du type écologique de TER_CO

Code	Description du type écologique
AL	Aulnaies
DH	Dénudé humide
INO	Inondé

Pour le champ [TEC_CO_TEC] :

Tableau B.4 : Description du type écologique de TEC_CO_TEC (Extrait du paragraphe « Liste des types écologiques » du document « tableaux_codes.doc »)

Code	Description du type écologique
TO18	Tourbière non boisée sur dépôt minéral ou organique, de drainage hydrique minérotrophe
TO19	Tourbière non boisée sur dépôt organique, de drainage hydrique ombrotrophe

ANNEXE C :
SUPPORT GÉOGRAPHIQUE DE CARTOGRAPHIE



Le découpage cartographique utilisé par le Ministère des Ressources naturelles, est « basé sur une grille de référence dont chaque division couvre un territoire de 4° de latitude et de 8« de longitude. Des cartes à l'échelle 1 / 1000000, numérotées de 11 à 14, 21 à 25 et 31 à 35, représentent chacune de ces divisions. Le territoire couvert par une carte à l'échelle 1 / 1 000 000 est lui-même subdivisé en 16 parties qui font l'objet d'autant de cartes à l'échelle 1 / 250 000 numérotées 21A, 21B, etc. Le territoire cartographié à l'échelle 1 / 250 000 est à son tour séparé en 16 parties qui sont représentées sur des cartes à l'échelle 1 / 50 000 auxquelles on donne les numéros 21A01, 21A02,...et 21A16, par exemple. On subdivise enfin le territoire couvert par une carte à l'échelle 1 / 50 000 en quatre parties que l'on reproduit sur des cartes à l'échelle 1 / 20 000 numérotées selon leur position géographique (nord-ouest, nord-est, sud-ouest, sud-est) »¹. Nous avons travaillé sur les cartes 21M04 (nord-ouest, nord-est, sud-ouest, sud-est) et 21M05 (nord-ouest, nord-est, sud-ouest, sud-est). La figure ci-dessous les représente :

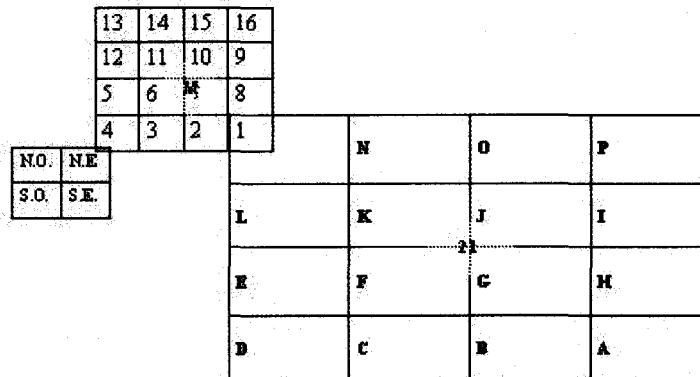


Figure C.1 : Cartographie de géoréférence

¹ Les informations sont issues de la carte Répertoire 1998 de la Cartothèque Forestière et Écoforestière, Gouvernement du Québec, Ministère des Ressources Naturelles, Forêt Québec