

Intégration des données de l'atlas des marais atlantiques alimentés en eau de mer dans un système d'information à référence spatiale

Loubersac L.⁽¹⁾, Manaud F.⁽²⁾, Loarer R.⁽¹⁾, Kerdreux M.⁽³⁾, Durand C.⁽¹⁾

(1) Ifremer - Groupe Sillage, BP 70, 29280 Plouzané, France

(2) Ifremer - Laboratoire Environnement côtier, quai du commandant Silhouette, 33120 Arcachon, France

(3) Ifremer - Direction de l'Environnement littoral - Service avis et aménagement, BP 70, 29280 Plouzané, France

Abstract - *This paper describes a method that refers to the integration of analogic data of an Atlantic salt marsh atlas into a GIS. So the steps of the method are developed after a description of the original data sources in the form of analogic thematic cartography and associated text. They include digitalization, geometric corrections, topology and attributes definition, hotlinks setting up between graphics, texts and images, information layers crossing and spatial analyses. Four main results are presented and discussed: (a) the atlas digital form presentation, (b) objects selection and theme surface computation in the case of salt exploitation, (c) salt marsh identification versus inland fresh water marshes, (d) intersection between digital atlas objects and protected area regulation zones and surface statistic computation.*

Key words: salt marsh, digital cartography, GIS, spatial analysis.

Introduction

Ce document présente la méthodologie utilisée pour mettre sous forme numérique un atlas cartographique des zones humides littorales. Il détaille l'expérience acquise lors de l'étude prototype concernant la Charente-Maritime et présente les premiers résultats obtenus. La méthode permet d'intégrer les données d'un atlas analogique au sein d'un système d'information à référence spatiale ou *Sirs* (de Sède, 1995 ; Prélaz Droux, 1995) pour en faciliter la diffusion et l'utilisation. On rappelle que le terme *Sirs* désigne un système d'information développé par une ou plusieurs organisations sur un espace géographique précis, cet espace étant la « référence spatiale » en question. On ajoute que les *Sirs* font appel à des outils de type systèmes d'information géographiques ou *Sig* (Aronoff, 1989 ; Pornon, 1992 ; Mather, 1993).

La méthode préconisée et les résultats qu'elle offre s'adressent aux scientifiques spécialistes de l'environnement littoral et des ressources vivantes, intéressés par la représentation spatiale des zones humides littorales, par la mise au point ou l'application de méthodes et d'outils facilitant cette représentation, par l'extraction de données statistiques et par le croisement d'informations. Elle s'adresse également à des aménageurs ou gestionnaires qui ont besoin d'une telle représentation pour une meilleure prise de décision.

Après rappels du contexte de l'étude, le texte qui suit explicite les objectifs et les principes méthodologiques adoptés, puis présente les éléments d'un prototype de système d'information. Une conclusion considère les perspectives offertes par la méthode préconisée dans la connaissance, la représentation, le suivi et la gestion environnementale des zones humides littorales.

Matériel : l'atlas des marais maritimes atlantiques

Un atlas des marais maritimes atlantiques des régions Pays de la Loire, Poitou-Charentes et Aquitaine (programme Marges) a été réalisé par l'Ifremer et l'EID atlantique (Entente interrégionale de démoustication) entre 1986 et 1990, (Manaud F. et Mas J.-P., 1990).

La mise en œuvre de cette monographie s'est justifiée par le fait qu'il n'existe pas de documents synthétiques sur les grands marais de la façade atlantique. Il s'agissait donc de compiler l'information environnementale qui caractérise ces zones humides, d'avoir une idée de l'importance spatiale relative des différentes activités, d'obtenir une meilleure connaissance sur les relations hydrographiques unissant ces activités dans les différents bassins versants de marais.

L'atlas original est composé de 16 feuilles thématiques reportées sur un fond cartographique IGN au 1/25 000 Lambert II. Un tirage limité de l'original a été effectué avec édition des planches au 1/50 000 par réductions photographiques. Chaque planche est accompagnée de notices explicatives incluant les données d'environnement.

La nomenclature comprend 17 thèmes d'occupation du sol :

- milieu doux : roselières ou typhaies ou cladiaies ou eau libre, bois inondables, prairies (hygro-mésophiles), marais doux cultivé, polder ou îlot de culture ;
- milieu halophile : *schorres, dépressions saumâtres à scirpaies ou roselières, dépressions salées abandonnées, dépressions salées en aquaculture, dépressions salées en conchyliculture, dépressions salées en marais à poissons, dépressions salées en saliculture, prairies post halophiles (près salés) abandonnées, prairies post halophiles (près salés) exploitées ;*
- divers : réserves naturelles, remblais récents, plans d'eau (loisir, lagunage, chasse) ; et 3 symboles représentatifs d'infrastructures particulières : vanne ou écluse principale, porte à flot, pompage et réseau d'évacuation.

Le plan de chaque notice explicative qui se réfère à chaque feuille cartographique est le suivant :

- présentation du bassin de marais ;
- morphologie ;
- hydrographie ;
- qualité des eaux ;
- eaux souterraines ;
- activités du marais ;
- bibliographie ;
- tableau numérique de données et sources.

Ainsi que cela a été évoqué plus haut, l'intérêt de l'atlas réside dans son caractère de monographie associant une information textuelle et statistique à une information cartographique et dans le caractère synoptique qu'il représente puisque les zones humides littorales de trois régions atlantiques françaises sont décrites dans un format de représentation identique. Par contre, le document souffre d'un handicap majeur qui tient à sa forme analogique. Celle-ci entraîne un coût d'édition lourd et une mise à jour difficile : on rappelle que les données de cet atlas datent de la fin des années 80.

Servie par les outils modernes de traitement numérique de l'information géographique et de l'information multimédia, l'expérience décrite ci-après (Manaud et Loubersac, 1995) a consisté à évaluer les possibilités de mise en forme numérique de cette monographie.

Méthodologie mise en œuvre

Les objectifs poursuivis par la méthode sont :

- de valoriser l'information de cet atlas par une mise en forme numérique ;
- de faciliter la reproduction et la diffusion du document ;
- d'assurer le report de l'information sur un fond cohérent entre terre et mer ;
- d'optimiser les procédures de mise à jour ;
- de tester la faisabilité technique d'un système d'information multimédia (cartographie numérique, tables d'attributs, hypertexte, images de terrain...) utilisable pour la caractérisation des zones humides ;
- d'étudier les possibilités de croisement entre l'information thématique de l'atlas et des informations issues d'autres bases de données ouvrant vers des fonctionnalités analytiques en réponse à des questions du type :
 - . Qu'y a-t-il ? où ? combien ?
 - . Quelle proportion de tel type de milieu est incluse/concernée par ?

La méthode d'intégration des données et de mise en forme numérique de l'information a considéré les étapes suivantes :

- (a) - numérisation des objets géographiques ;
- (b) - calage avec la base de données « Carto » de l'IGN (IGN 1993) ;
- (c) - définition d'une topologie et de tables attributaires ;
- (d) - établissement de liens hypertextes entre objets géographiques et notices explicatives ;
- (e) - établissement de liens entre objets géographiques et base de données photographiques des paysages de marais ;
- (f) - croisement des « couches » d'information dérivées de l'atlas avec celles originaires d'autres bases d'information.

Les étapes (a) et (b) ont été réalisées sur table à numériser pilotée par le logiciel Arc Info (Environmental Systems Research Institute, 1990). La mise en correspondance avec les objets géographiques de la BD Carto (IGN, 1993), notamment les points

cotés, le réseau routier, le trait de côte et les éléments d'hydrographie zonale, ainsi que la mise en projection Lambert II ont été réalisées en quatre phases successives : sélection, projection, numérisation et recalage qui sont décrites dans une note technique spécifique (Durand et Kerdreux, 1996). D'autre part, un import d'objets géographiques issus de la base de données numérique « Sigma » du Service hydrographique et océanographique de la marine (Loarer, 1994) permet de caractériser le domaine marin proprement dit (e.g., courbes bathymétriques) et des points de référence complémentaires (e.g. amers, phares, balises, etc.), (Durand et François, 1995).

À la faveur de la saisie numérique de chaque objet géographique de l'atlas ont été créées une topologie et des tables attributaires, étape (c). Ces dernières intègrent l'information de chaque polygone (zone élémentaire de marais) en termes de surface, périmètre, type (selon la nomenclature décrite ci-dessus) et légende, et peuvent être appelées grâce aux fonctionnalités du logiciel Arc-View, version 3, (Environmental Systems Research Institute, 1996). La typologie adoptée a consisté à scinder les 17 thèmes d'origine en quatre classes (voir exemple, figure 1), soit :

- milieux : doux, halophiles ;
- faciès : dépressions salées, prairies post halophiles, bois inondables, schorre... ;
- usages : exploité, abandonné... ;
- activités : aquaculture, conchyliculture, parcs à poissons, saliculture, réserve naturelle...

Les textes explicatifs de chaque feuille thématique ont été saisis en format traitement de texte Word eux même transformés en fichiers PDF sous Adobe Acrobat, étape (d). Des liens hypertextes sont alors définis et permettent par simple interrogation dans une zone géographique particulière d'obtenir l'accès au texte descriptif de la zone considérée.

De même, des photographies de terrain, illustrant les différents paysages ou types d'activités représentés dans les marais maritimes atlantiques, ont été scannées et intégrées en format image (raster) à la base de données, étape (e). Comme précédemment, une simple interrogation permet de représenter sous forme cartographique une zone sélectionnée et la ou les vues de terrain qui la caractérisent.

L'étape (f) consiste à intégrer, dans un format géographique cohérent avec le référentiel IGN choisi, des couches d'information relatives à la réglementation en matière de protection de l'environnement. Cette information, qui définit des zones de protection telles que Znieff 1 et 2, réserves naturelles, zones de protection spéciale, sites classés, Zico, réserves de chasse, zones de préemption départementale..., a été mise à notre disposition pour l'expérience par l'Institut français de l'environnement (Ifen) et la cellule « prospective et aménagement » du territoire de la direction départementale de l'Équipement de Charente-Maritime. Ces couches ont été intégrées dans le système d'information afin d'être visualisées, agrégées ou combinées à l'information de l'atlas. Il est alors possible de réaliser des requêtes et analyses statistiques comme évoqué plus haut.

Résultats et discussion

La figure 1 présente une restitution cartographique de l'atlas sous sa forme numérique en cohérence avec la base de données Carto de l'IGN. Cette figure est un extrait qui intéresse la zone des marais de Rochefort au nord, de l'île d'Oléron à l'ouest et de la Seudre au sud. Elle ne concerne que les thèmes de la classe faciès définie plus haut.

La figure 2 présente des types de résultats qu'un utilisateur de la base d'information seule peut obtenir à l'issue de requêtes logiques. Le cas présenté intéresse les marais du Fiers d'Ars en île de Ré. La première requête logique a consisté à extraire de la base de données d'origine cinq thèmes correspondant à des usages du milieu « salé » (voir légende en bas, à droite de la figure 2) : aquaculture, bassins à poissons, conchyliculture, saliculture, réserves naturelles.

Une requête complémentaire (voir cartouche en bas à gauche : « attributes of marais »), permet d'en extraire le thème « saliculture » ; il est alors possible par recherche dans la base de données et par accès aux tables attributaires (champs « area » (surface) dans la table « attributes of marais » visible dans le cartouche en bas à gauche) d'identifier l'ensemble des zones (polygones) concernées par la saliculture et de calculer leur surface totale pour la région d'intérêt. Le résultat de cette analyse spatiale est fourni dans le cartouche en haut à gauche (« statistics for area field ») qui indique la présence de 198,8 hectares de zones salicoles dans le Fiers d'Ars à la date de constitution de l'atlas.

Les éléments d'une interrogation complémentaire sont fournis en figure 3. Celle-ci concerne la sélection des thèmes correspondant au marais salé sur la totalité de la base de données constituée sur le littoral du département de la Charente-Maritime. Cette figure fait apparaître les régions où le marais salé est encore prépondérant (essentiellement : Seudre, Oléron et Ré) celles où sa disparition est en cours (région de Brouage-Mérignac) et celles où sa disparition est quasi complète (marais de Rochefort et marais de l'Aiguillon). Un calcul basé sur les principes méthodologiques exposés précédemment indique que la totalité du marais salé représentait 16 825 hectares aux dates de la compilation de l'atlas.

Enfin la figure 4 présente les résultats d'un premier croisement entre couches d'information. Sur la totalité de la zone concernée par l'atlas numérisé (côtes de Charente-Maritime), on a superposé l'emprise des Znieff de type 1 (source : MNHN/IEGB/SPN - ministère de l'Environnement - Diren). On rappelle que les zones naturelles d'intérêt écologique, floristique et faunistique (Conservatoire de l'espace littoral et des rivages lacustres, 1995) de type I ou Znieff 1 sont des secteurs de superficie limitée, caractérisés par la présence d'espèces, d'associations d'espèces ou de milieux rares, remarquables ou caractéristiques du patrimoine naturel national ou régional. Le croisement effectué entre les données de l'atlas et l'emprise des Znieff 1 permet, pour la zone étudiée, de fournir des tableaux statistiques. Ceux-ci donnent le cumul en hectare des surfaces représentées par chaque thème de marais concerné par une délimitation Znieff 1.

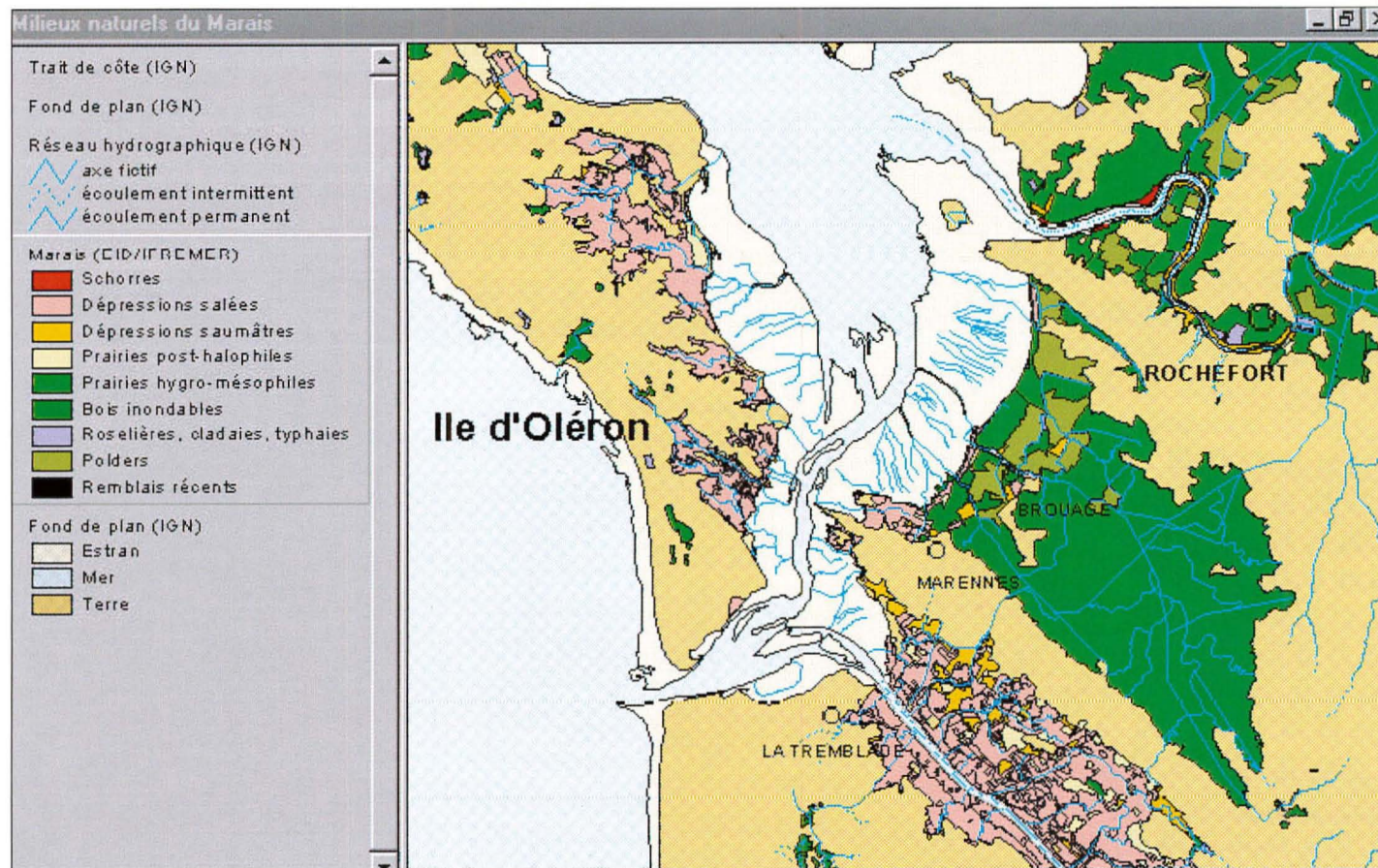


Figure 1 - Marennes-Oléron, milieux naturels du marais.

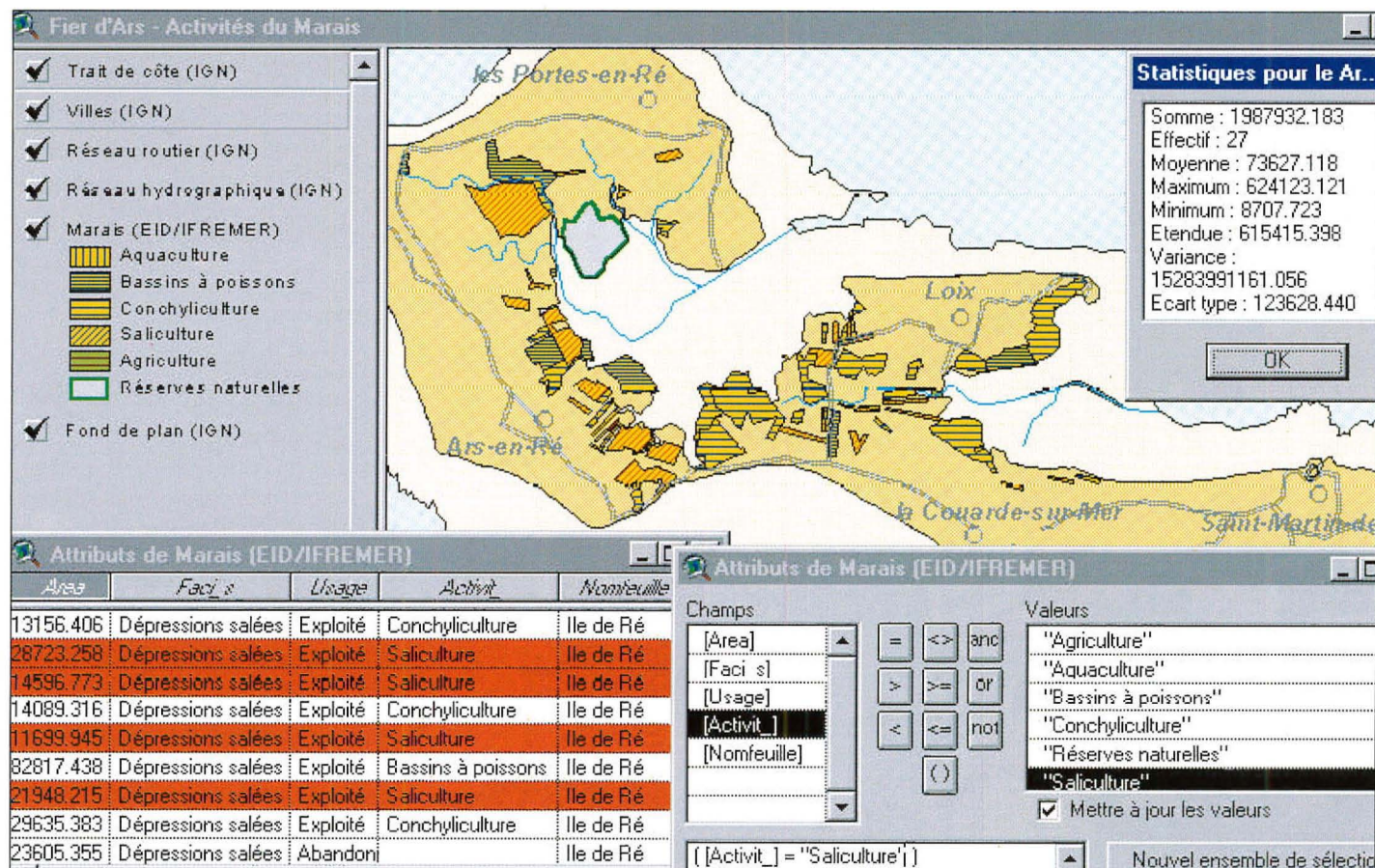


Figure 2 - Fiers d'Arès, activités du marais.

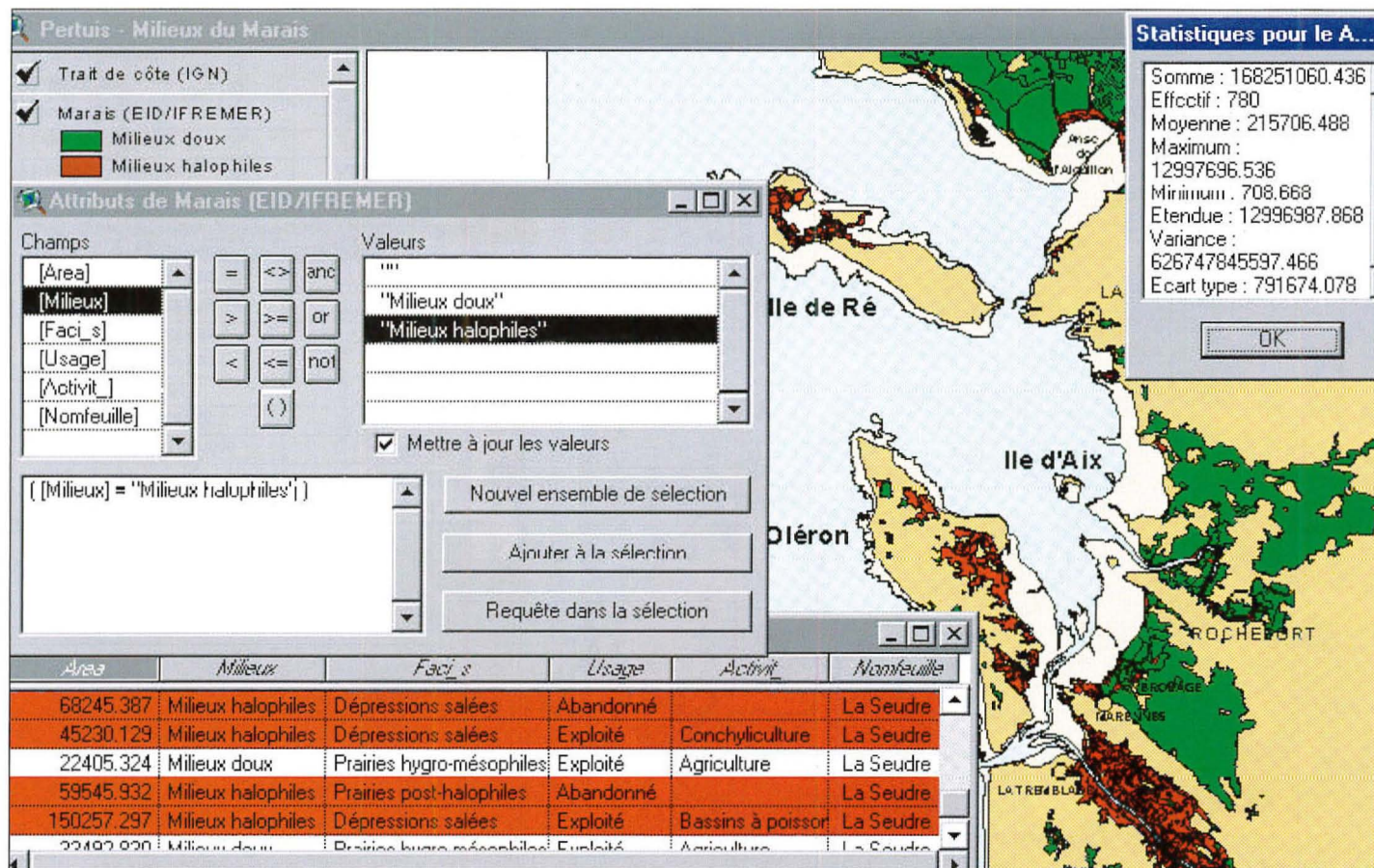


Figure 3 - Pertuis charentais, milieux du marais.

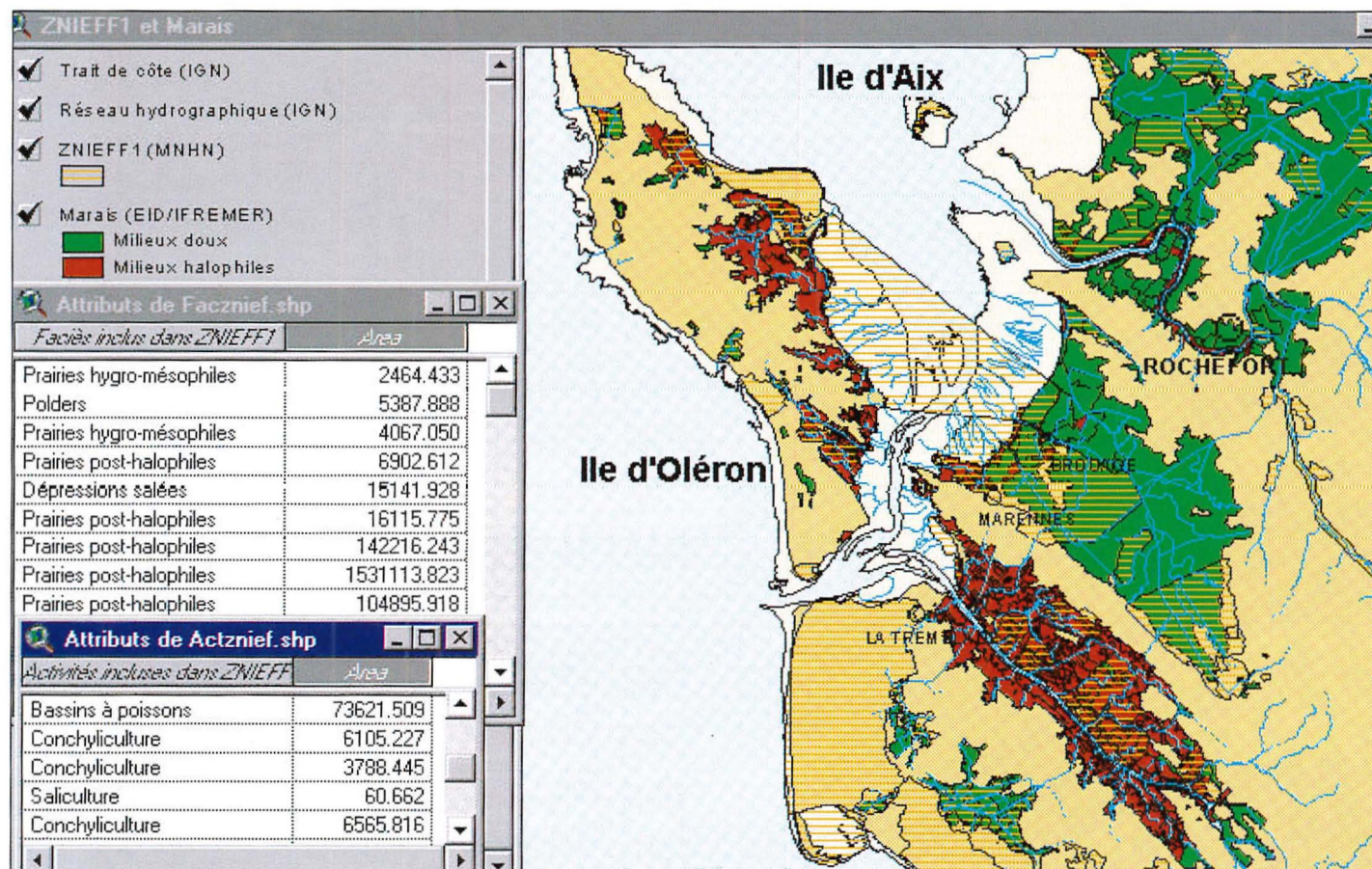


Figure 4 - Marennes-Oléron, emprise des zones naturelles d'intérêt écologique, faunistique et floristique de type 1 (Znieff 1).

Ainsi la figure 4, qui pour des raisons de présentation ne visualise que la zone géographique Oléron - marais de Rochefort - Nord Seudre, présente en bas à gauche deux tables statistiques. Ces deux tables cumulent, pour l'ensemble des données de l'atlas numérisé, les surfaces concernées par des Znieff de type I en termes de faciès de zones humides (table supérieure) et en termes de type d'activité dans les marais (table inférieure).

Conclusion

Le travail décrit dans ce texte explicite une méthode de mise en cohérence d'une base d'information analogique, un atlas de forme classique, sur un référentiel cartographique numérique. Ont également été présentées quelques possibilités offertes par l'analyse des données ainsi mises en forme pour offrir des bilans statistiques comme des croisements entre couches d'information de nature différente : occupation de l'espace (atlas des marais) et emprise des réglementations de protection (Znieff). Les possibilités ainsi offertes sont multiples à partir du moment où les différentes couches d'information considérées sont géoréférencées sur un fond standard tel que celui de l'IGN que nous avons choisi. Il est d'autre part nécessaire que les données utilisées soient régulièrement mises à jour. Ce dernier point nous paraît important à souligner. L'expérience décrite ici fait référence à la mise en forme numérique d'une information acquise entre 1986 et 1989. Il s'agit donc d'une représentation d'un état des zones humides littorales de la région considérée utilisable comme référence pour les dates de sa compilation. Si la forme numérique peut optimiser l'actualisation de l'information, notamment en vue d'analyses des évolutions du milieu à différentes dates, il n'en reste pas moins que des méthodes d'actualisation de monographies du type de cet atlas sont à développer. Ces méthodes doivent logiquement faire appel à des données synoptiques issues de la télédétection spatiale de haute résolution (satellite SPOT par exemple), de la télédétection aéroportée et notamment de la photographie aérienne auxquelles seront associés des contrôles de terrain. Un programme d'actualisation de l'atlas présenté dans ce texte pourrait utilement s'inscrire dans un travail de définition d'un niveau 4 cohérent avec la nomenclature de la base de données européenne d'occupation du sol Corine Land Cover (Commission to the Council and European Parliament, 1991) dont la mise en œuvre des niveaux 1 à 3 est largement entamée.

Références bibliographiques

- Aronoff S., 1989. *Geographic Information Systems: a management perspective*. WDL publications, Ottawa, 286 p.
- Commission to the council and european parlement, 1991. *Results of the Corine programme, communication of the commission to the council and european parlement*. Brussels, final, 958 p.

- Conservatoire de l'espace littoral et des rivages lacustres, 1995. Atlas des espaces naturels du littoral. Volume 1 : 1991. Ministères de l'Équipement, de l'Environnement, de la Mer, Datar, 11 p. + 95 cartes
- Conservatoire de l'espace littoral et des rivages lacustres, 1995. Atlas des Espaces Naturels du Littoral. Volume 2 : 1992. Ministères de l'Équipement, de l'Environnement, de la Mer, Datar, 9 p. + 95 cartes
- de Sède M.H., 1995. Proposition d'approche intégrée pour la mise en œuvre d'un SIRS pour la gestion et la planification du territoire. Actes Inria, pp 71-85.
- Durand C., François A., 1995. Méthodologie d'import des données de la base de données Sigma du Shom. Note technique Ifremer/Sillage TC/03 (Déc. 1995), 21 p.
- Durand C., Kerdreux M., 1996. Numérisation d'objets géographiques en cohérence avec des données numériques existantes. Note technique Ifremer/Sillage TC/02 (Déc. 1995), 10 p.
- Environmental systems research institute, 1990. Arc doc for Arc Info. CD-Rom vers. 7-0-3. Redlands CA, USA.
- Environmental systems research institute, 1996. Arc View Gis, The geographic information system for everyone. Version 3. Redlands, CA. USA, 350 p.
- Institut géographique national, 1993. Description de la structure de la BD Carto au format Arc Info objet. Édition 1.4. IGN, St Mandé, 70 p.
- Loarer R., 1994. Les bases de données géographiques de l'IGN et du Shom. Spécifications pour l'intégration dans un SIG côtier. Ifremer/DGD/Sillage. Cahier Technique 94-01, 22 p, 8 figures, 4 annexes.
- Manaud F., Mas J.P., 1990. Atlas des marais maritimes alimentées en eau de mer des Régions Pays de Loire, Poitou-Charentes et Aquitaine. 16 feuilles 1/25.000 (original), Ifremer Del, Brest.
- Manaud F., Loubersac L., 1995. Mise en forme numérique de l'atlas des marais maritimes atlantiques des régions Pays de Loire, Poitou-Charentes et Aquitaine, Note thématique Ifremer/Sillage TM/02, 17 p.
- Mather P.M., 1993. Geographical information handling : research and applications, John Wiley and sons, Chichester, 343 p.
- Pornon H., 1992. Les SIG : mise en œuvre et applications. Traité des nouvelles technologies, Hermès, Paris, 158 p.
- Prélaz Droux R., 1995. Système d'information et gestion du territoire. Presses Polytechniques et Universitaires Romandes, Coll. META, Lausanne, 156 p. + annexes.