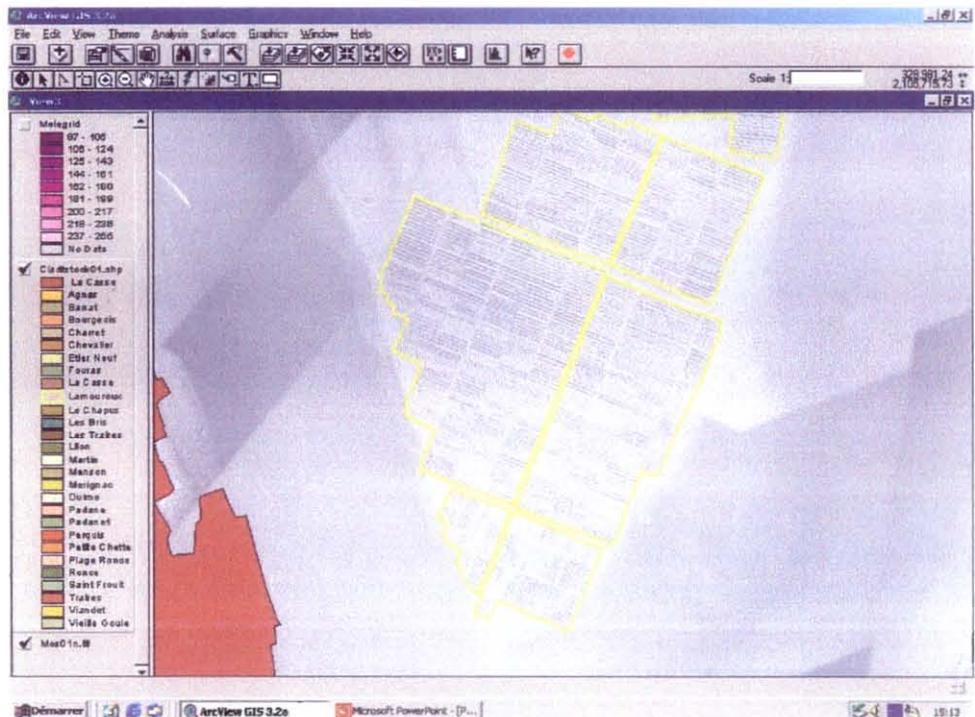


Elaboration d'une technique d'évaluation rapide des stocks Conchylicoles

Contrat Organisation des Producteurs de Marennes-Oléron



Elaboration d'une technique d'évaluation rapide des stocks conchylicoles à l'usage de la profession.

Sommaire

Elaboration d'une technique d'évaluation rapide des stocks conchylicoles.....	1
Sommaire.....	1
Introduction.....	2
1. Stratégie envisagée.....	2
2. Du négatif à la photo-interprétation.....	3
2.1. Numérisation, rectification géoréférencement et mosaïquage.....	3
2.2. Photo-interprétation: un processus en plusieurs étapes.....	5
3. Architecture matérielle et logicielle.....	6
5. Résultats des analyses de la campagne 2001.....	9
5-1. Echantillonnage IFREMER.....	9
5-2. Densités :.....	9
5-3. Tonnages :.....	10
5-4. Typologie de l'occupation des élevages par banc :.....	17
Conclusions.....	17
1. Technique :.....	17
2. Résultats :.....	17
3. Faisabilité par la profession elle même.....	18
Index des illustrations.....	19
Index des tableaux.....	19

Introduction

La connaissance des stocks commercialisables est un atout dans la gestion de la campagne de commercialisation. L'Organisation des Producteurs d'huîtres de Marennes Oléron, consciente des avantages que serait cette connaissance de manière précoce, a donc demandé à l'IFREMER, lors de la contractualisation profession - IFREMER 2001, de mettre au point une technique qui permettrait d'acquérir ces données de façon aussi simple et précise que possible.

Les évaluations de stocks conchylicoles sont une des missions que les laboratoires côtiers de l'IFREMER accomplissent de manière périodique, tous les cinq ans à Marennes Oléron. L'année 2001 est celle de l'échantillonnage exhaustif à Marennes Oléron, opérée par le Laboratoire Conchylicole de Poitou-Charentes. Il était donc opportun de profiter de cette année d'évaluation scientifique des stocks d'huîtres par l'IFREMER, très lourde en matière de travail sur le terrain, pour tenter de mettre au point une méthode plus légère, et gérable directement par la profession.

1. Stratégie envisagée

La stratégie d'échantillonnage mise au point à Ifremer est un échantillonnage stratifié à deux degrés. Cela consiste à diviser les zones d'élevage en différentes strates homogènes (e. g. élevage mixte, demi élevage, élevage, plat ou surélevé). Dans chaque strate sont tirés des points de façon aléatoire, qui localisent les échantillons. Sur chaque point, représentant un hectare, est mesurée la longueur de table occupée (ou la surface pour le plat) par chaque classe d'âge, et plusieurs échantillons sont pesés dans chacune d'elles pour obtenir un poids moyen par type d'élevage et par classe d'âge, ainsi qu'une variabilité autour de cette moyenne.

L'autre type d'information nécessaire est la surface totale réellement occupée par les élevages, autrement dit par les huîtres elles-mêmes. Cette évaluation des taux d'occupation des différentes strates est obtenue par interprétation d'orthophotos aériennes. Ce taux d'occupation obtenu, le calcul du stock peut être réalisé par multiplication de cette surface exploitée par le tonnage au mètre carré obtenu par l'échantillonnage terrain.

Cette méthode est compliquée, et nécessite un grand nombre d'échantillons sur le terrain. La simplification porte donc sur la phase terrain de l'évaluation. Il a été imaginé de la remplacer par une enquête réalisée auprès des professionnels (comités de bancs...), zone par zone, servant à estimer les pourcentages de chaque classe d'âge sur une surface donnée. Le poids moyen de chaque poche d'élevage peut être obtenu également par enquête (évaluation par les professionnels du poids par poche), ou par une moyenne des résultats lors des différentes campagnes IFREMER déjà réalisées (1992, 1996, 2001). Les surfaces réelles occupées doivent toujours, quant à elles être calculées sur les photos aériennes de la campagne concernée. Pour arriver à l'analyse informatisée de ces surfaces, il convient d'appliquer toute une série de traitements aux négatifs fournis par la société assurant les prises de vues.

2. Du négatif à la photo-interprétation

Dans le principe, la photo interprétation se déroule en plusieurs étapes de nature et d'objectifs différents. Les données fournies par la société de prises de vues sont des négatifs de chambre photographique de 24 x 24 cm. La première étape est la numérisation, avant la rectification et le géo-référencement.

2.1. Numérisation, rectification géoréférencement et mosaïquage

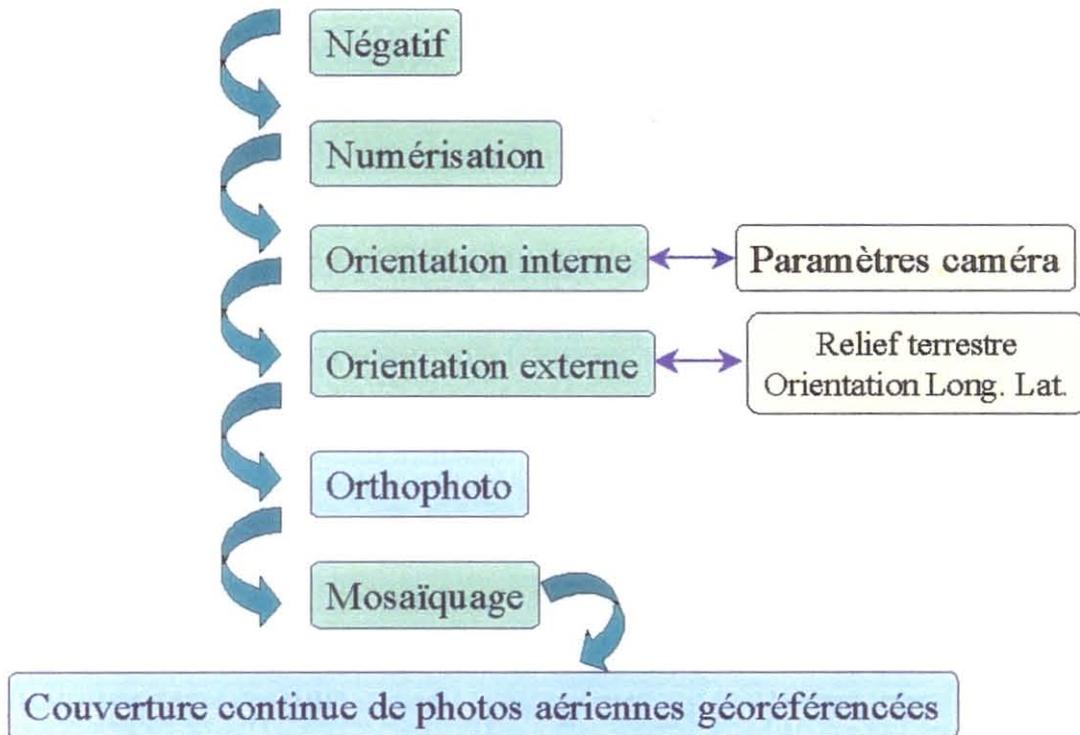


Figure 1 : Schéma récapitulatif du processus d'orthorectification

La numérisation se fait sur un scanner au format A3, qui permet seul de numériser la totalité du négatif. On obtient en sortie des fichiers numériques à un format image (format TIF).

La rectification est la première opération réalisée, une fois obtenues les images numériques. Elle consiste à corriger la déformation optique due d'une part à celle de l'objectif de prise de vues, et d'autre part à la "mise à plat" du relief terrestre. Cette opération se déroule en deux étapes. La première consiste à modéliser les paramètres physiques de la caméra de prise de vues (distance focale, distorsion, etc.), c'est ce que l'on appelle l'orientation interne de la photo. Après calcul, les différentes aberrations optiques (parallaxe, etc....) sont mathématiquement corrigées.

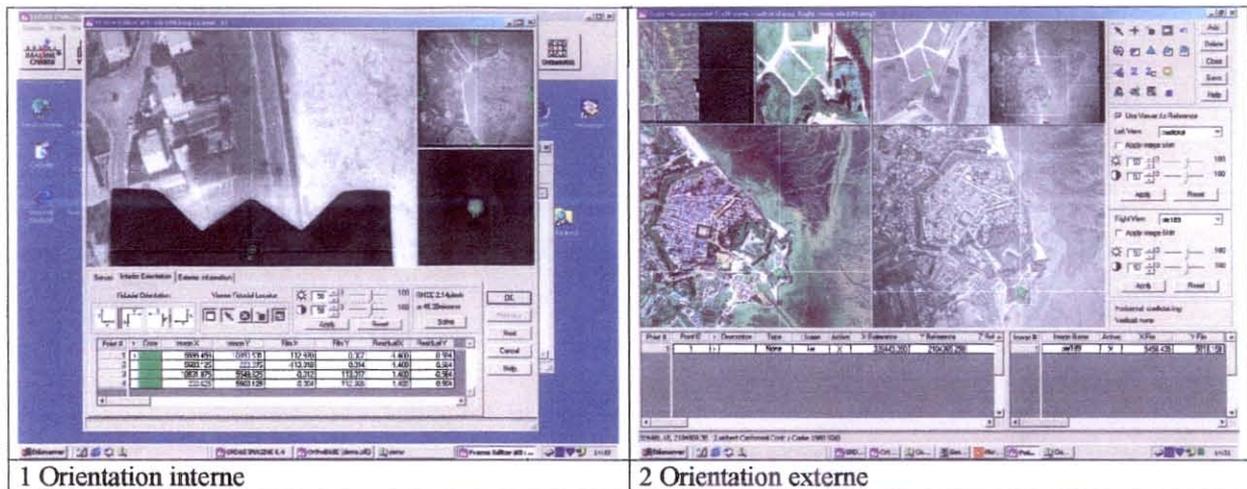


Figure 2 : Deux des phases de la rectification : l'orientation interne et l'orientation externe

L'orientation externe, en second lieu, oriente la photo et la positionne en longitude et latitude et corrige les déformations optiques dues aux variations du relief terrestre reportées sur une surface plane. De fait, avec le logiciel utilisé (Imagine de ERDAS) ce calcul se fait de manière concomitante avec le géoréférencement.

Le géoréférencement est l'opération qui donne à l'orthophoto une référence géographique. Celle utilisée par l'IFREMER est le système de coordonnées en Lambert II étendu. Cette phase impose donc la possession de données numériques sur le relief terrestre (Modèle Numérique de Terrain, ou MNT), plus une couche de calage horizontal en longitude latitude. Le M.N.T. utilisé sur estran est la bathymétrie DDE de 1996, couplée à un MNT terrestre. Les données de calage horizontal (en longitude - latitude) utilisées sont une base d'ortho-photographies réalisée par l'IGN en 2000. Elle résulte d'une décision du CIADT (Comité Interministériel d'Aménagement Du Territoire) qui a décidé le financement d'une couverture aérienne exhaustive des côtes Françaises suite à l'ouragan de décembre 1999, dans le but d'assurer d'une part une base de données images du littoral national, et d'autre part de mettre à disposition des différents services de l'État une base de mise en cohérence géographique (SIG Littoral inter services de l'État).

Suite à ces différents traitements informatiques, on obtient une série de photos se présentant comme si tous les points avaient été photographiés à la verticale (d'où le nom d'orthophoto), et qui possède une référence géographique. Cette référence permet l'inclusion de l'orthophoto dans un système d'information géographique avec la possibilité de superposer des données d'origines et de natures différentes dans un système de coordonnées cohérentes. Cette référence géographique permet donc les calculs directs de longueurs ou de superficies en données métriques, puisque le système Lambert II est en données métriques.

Le mosaïquage est la dernière opération. Elle consiste à "recoller" les différentes photos entre elles pour en faire une couverture globale de la zone traitée (Fig. 3). On obtient donc des images très importantes, dont les fichiers peuvent représenter jusqu'à 8 Go. Les ressources matérielles étant insuffisantes pour effectuer des analyses sur de tels fichiers, on procède ensuite à un dallage, ou tuilage, qui consiste à découper en dalles de mesures données (en général 1 km terrain de côté), qui peuvent être analysées.

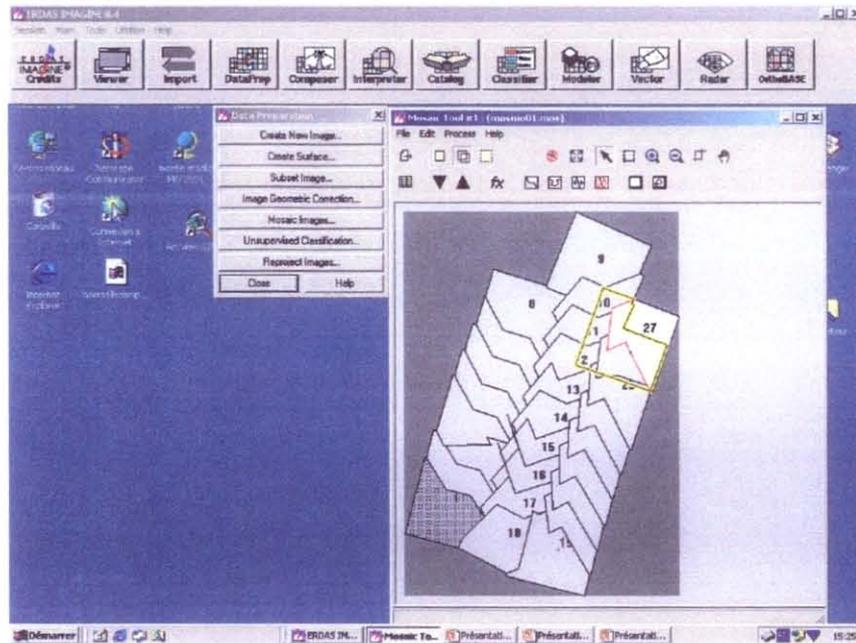


Figure 3 : Projet de mosaïquage : définition des lignes de coupe et des chevauchements

2.2. Photo-interprétation: un processus en plusieurs étapes

Afin de vérifier la qualité du géoréférencement, et sa cohérence avec celui de l'IGN, on a superposé cette couverture référencée au laboratoire, avec celle du CIADT 2000/2001. Le résultat de cette opération montre une parfaite cohérence des deux couvertures aériennes (Fig. 4).

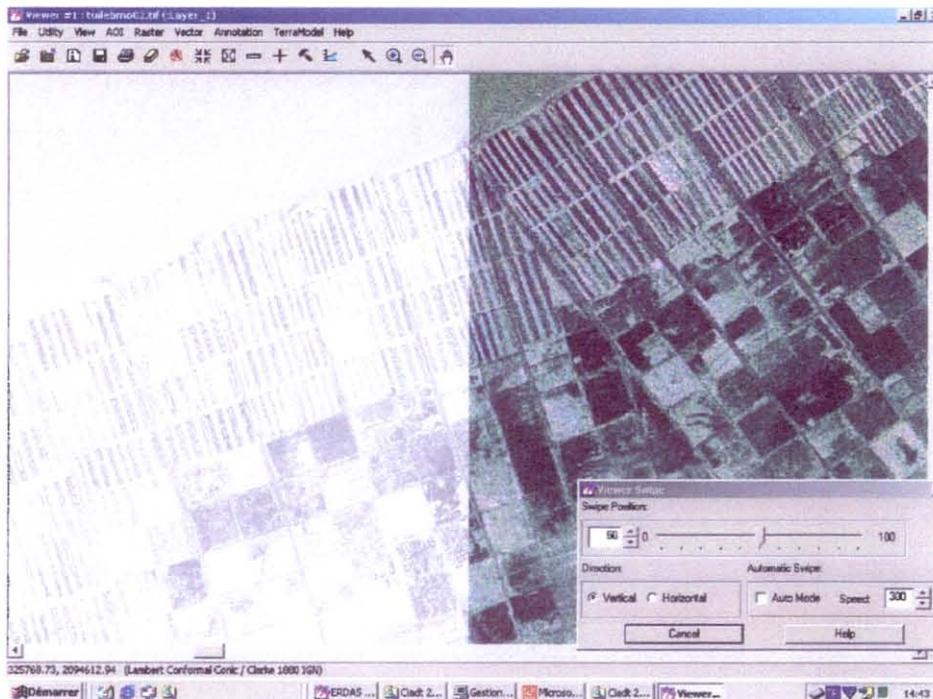


Figure 4 : Vérification de la cohérence géographique de la couverture IFREMER 2001 (en noir et blanc) et de celle du CIADT 2000 orthorectifiée par l'IGN (en couleurs)

3. Architecture matérielle et logicielle

Les photos aériennes disponibles sont d'une résolution élevée, puisqu'un pixel correspond à un carré de 0,25 à 0,30 mètre de côté. L'emprise des images à travailler devant rester conséquente, les fichiers générés sont de dimensions importantes, de l'ordre de 150 Méga Octets par "tuile". Le travail d'analyse s'effectuant d'octet à octet, la somme de calculs en résultant est très importante et gourmande en ressource système (vitesse de l'horloge interne du processeur), comme en mémoire vive. De même, la nécessité d'afficher rapidement les images nécessite une carte vidéo à mémoire importante, et un écran à rafraîchissement rapide. Le matériel mis en place pour ce travail est un ordinateur bi pentium 1000 MHz, avec 1 Go de mémoire vive, et une carte vidéo de 64 Mo de mémoire à affichage accéléré (Ge Force 2), et un écran 29 pouces de bonne résolution.

Au niveau logiciel, un programme spécifique est utilisé avant le transfert sous Système d'Information Géographique (S. I. G.). Il s'agit du logiciel Imagine d'ERDAS, qui permet les différents traitements depuis l'orthorectification et le géoréférencement, jusqu'à l'analyse proprement dite. Quatre personnes du Laboratoire ont reçu la formation initiale à l'utilisation de cet outil intégré. Le logiciel de SIG utilisé est celui utilisé au sein de l'IFREMER, ARC-VIEW (ESRI).

Dans l'état actuel du savoir-faire, certaines de ces tâches sont regroupées et automatisées par des programmes en langage Avenue (langage de programmation de logiciel ARC-View). D'autres le seront dans l'année 2002.

L'automatisation au moins partielle de l'analyse des photos aériennes pour l'obtention des taux d'occupations complète l'outil d'étude de stocks, depuis le tirage aléatoire des points d'échantillonnage jusqu'à l'analyse et la représentation cartographique. Le fait de rendre compatible la base de données sous Access avec le SIG va nous permettre d'analyser l'évolution dans le temps de l'occupation du sol par les élevages. Cet élément peut être par ailleurs un indicateur d'évolution de l'environnement.

La Figure 5 représente le modèle du programme d'analyse des photos développé, en langage avenue sous ARC VIEW. Le principe est de rendre ce type de traitement aussi transparent que possible, et accessible à un utilisateur non spécialiste du logiciel.

La première étape consiste à numériser, sur la couverture aérienne d'orthophotos, toutes les zones d'élevage occupées (Fig 6. 1), en différenciant les enveloppes selon les types d'élevages (plat et tables). A partir de ces enveloppes, des masques d'analyse sont construits, par conversion des polygones obtenus en format matriciel (raster, ou grid dans le logiciel SIG) L'orthophoto aérienne est également convertie du format image au raster. On extrait ensuite la portion de photo contenue dans les masques (Fig. 6. 2), ceci afin de minimiser les surfaces à analyser, ainsi que le temps de calcul. Ce sont les trois étapes préalables nécessaires au fonctionnement du programme d'analyse.

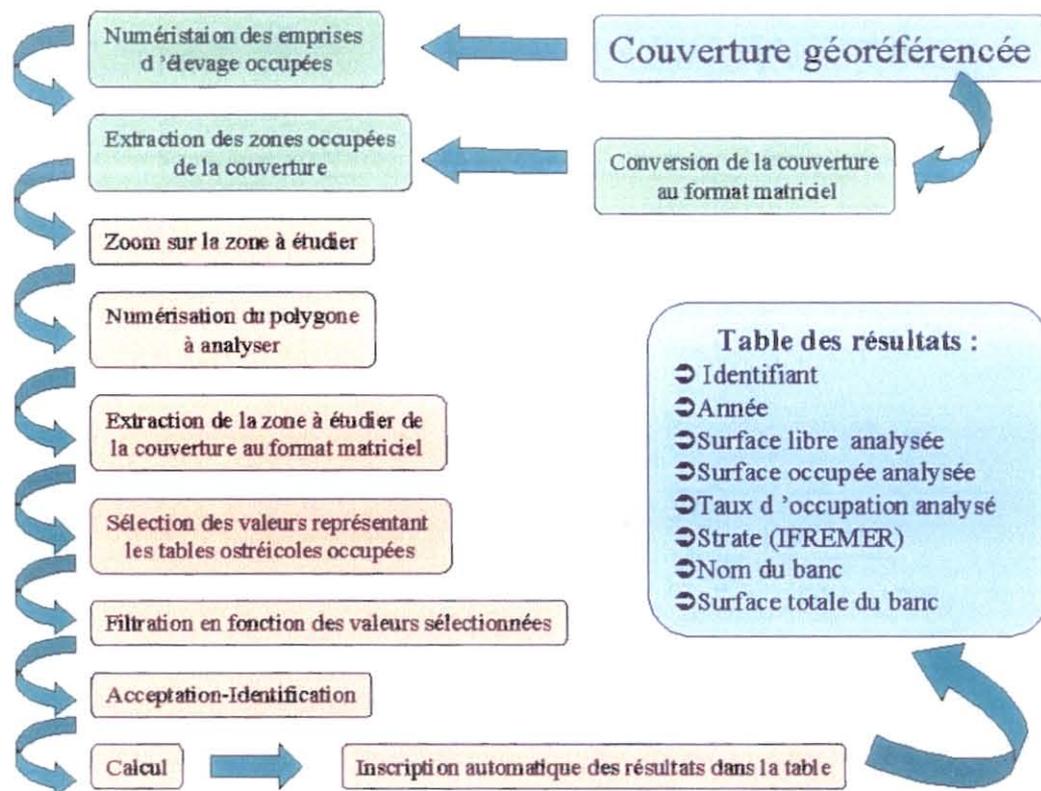
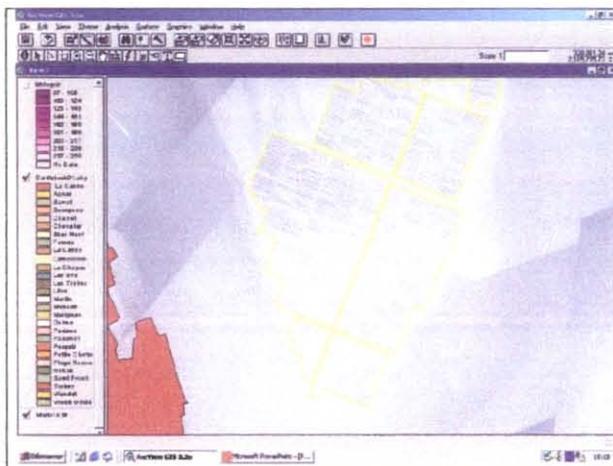


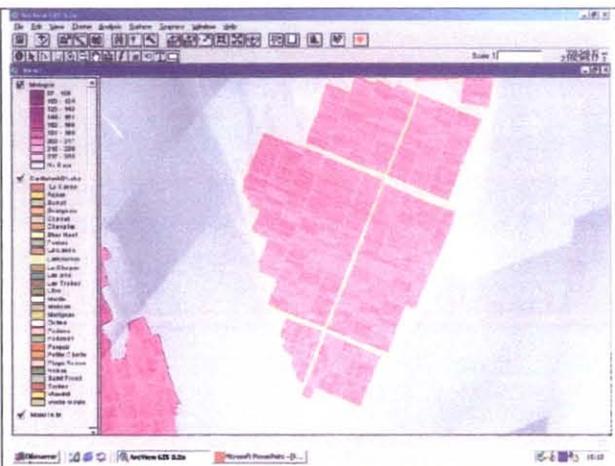
Figure 5 : Schéma récapitulatif du programme d'analyse des orthophotos.

En début de programme, la main est laissée à l'utilisateur pour qu'il choisisse son échelle d'affichage (zoom). Le choix lui est donné ensuite de numériser les polygones qu'il veut analyser (Fig. 6. 3). Cette étape est nécessaire, pour que l'utilisateur puisse valider la surface à analyser, et éliminer les artéfacts. Ceux ci peuvent être par exemple des coursiers plus sombres que les parcs, ou des niveaux de contrastes différents entre les photos mosaïquées, qui introduiraient un biais dans le résultat de l'analyse dans le cas où leur valeur de pixel serait comprise dans la gamme de celles des tables ostréicoles. Les polygones numérisés "à la main" sont ensuite convertis en format raster. Le programme évalue alors la photographie au format matriciel dans l'emprise délimitée par le polygone construit par l'utilisateur. Il s'agit en fait de la surface à analyser validée par l'utilisateur.

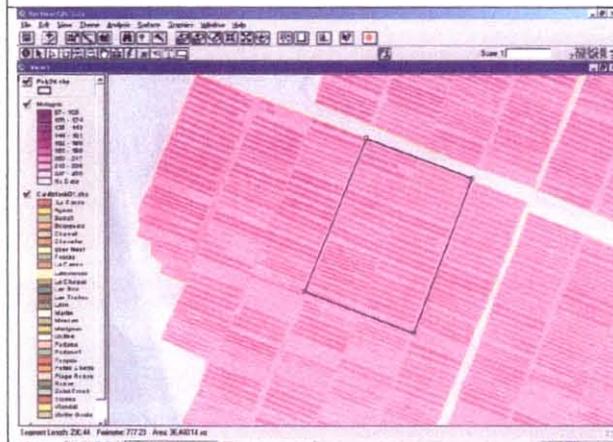
Un premier filtre est alors appliqué (majorityfilter du logiciel) ; il a été choisi comme le plus adapté à ce travail. Il agit en réaffectant aux pixels dont les voisins (4 ou 8 au choix) ont une valeur différente du pixel central la valeur de celui-ci. Autrement dit, il élimine le bruit de fond de la photo d'origine en "lissant" les valeurs des pixels isolés. On obtient alors une nouvelle couche, "nettoyée" (Fig 6. 4).



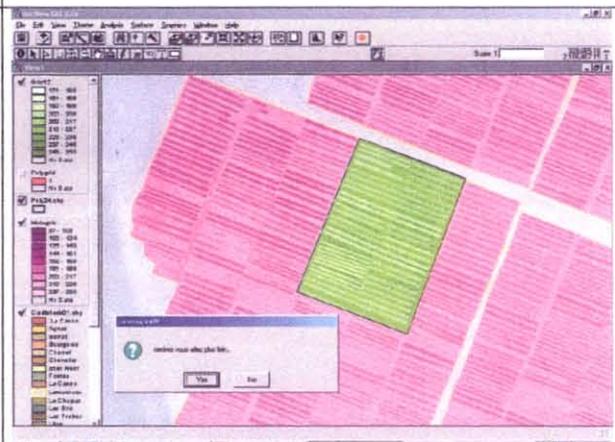
1 Numérisation des surfaces d'élevage occupées



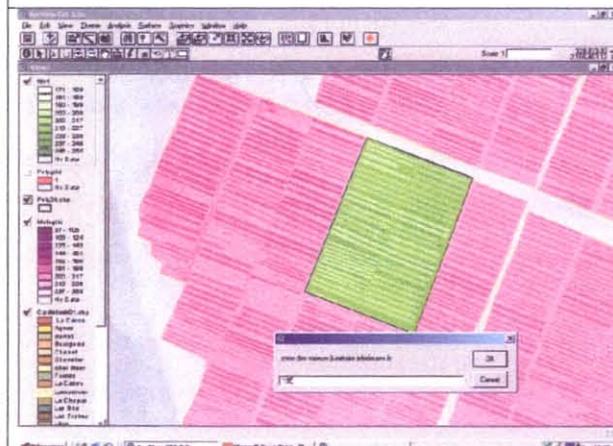
2 Conversion-extraction de l'image en raster



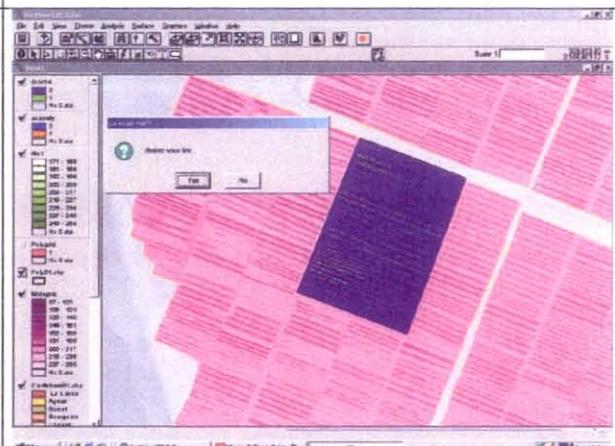
3 Polygonisation de la zone à analyser



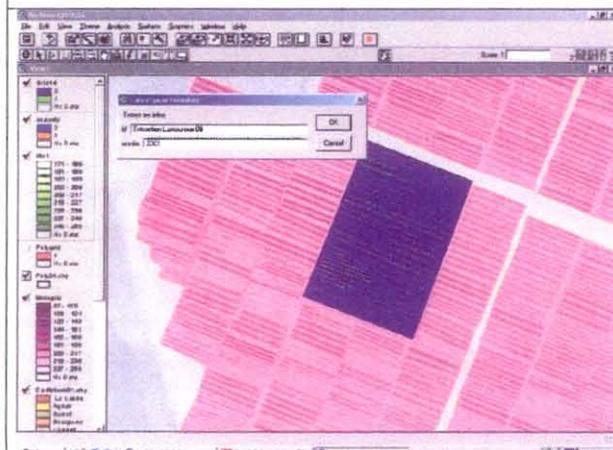
4 Extraction des valeurs sur la zone



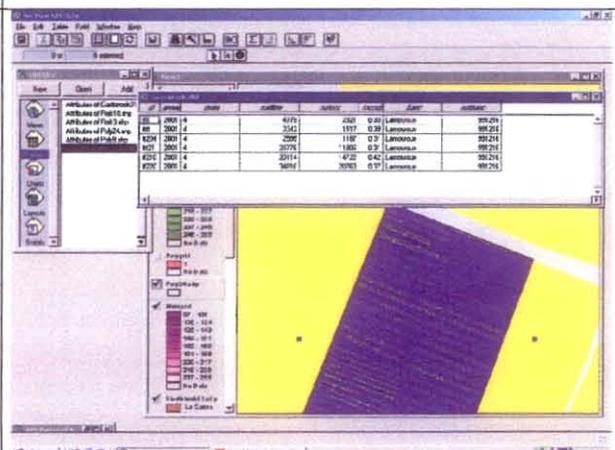
5 Saisie des valeurs de pixel des poches



6 Extraction des pixels correspondant aux valeurs.



7 Renseignement de l'identifiant et de l'année



8 Renseignement automatisé des rubriques de la table

Figure 6 : Représentations des différentes étapes de traitement de l'image, du calcul et du stockage des résultats.

Chaque pixel ayant sa propre valeur en format raster, la main est laissée ensuite à l'utilisateur pour qu'il détermine la valeur des pixels représentant les tables à huîtres occupées (Fig 6. 5). Quand cette valeur est sélectionnée, par interrogation de la photo, le programme extrait tous les pixels qui ont cette valeur dans la couche précédemment obtenue (Fig 6. 6). Une nouvelle fois le filtre majoritaire est appliqué pour affiner le premier traitement. Un écran permet alors la saisie des indentifiants (Fig 6.7). Le nombre de pixels représentant les tables à huîtres est alors compté, ainsi que la surface totale analysée, et stocké dans une table Dbase de résultats (*stoccup.dbf*) (Fig. 6. 8).

Chacune de ces étapes est validée par l'utilisateur, qui accepte ou non le passage à la suivante.

5. Résultats des analyses de la campagne 2001

5. 1. Echantillonnage IFREMER

224 points ont été ainsi échantillonnés, avec l'aide des laboratoires DEL et RA de la Tremblade, la Rochelle et de Bouin, ainsi que du CREMA l'Houmeau et des intervenants extérieurs. L'effort d'échantillonnage terrain est très important, il s'élève pour la campagne 2001 à 193 jours-homme.

Une campagne aérienne a été réalisée le 21 août 2001. Celle-ci était normalement prévue à la mi-juillet 2001. L'avion la réalisant était malheureusement en panne à cette époque là, et les vues aériennes sont arrivées au laboratoire un mois et demi après la date prévue. L'orthorectification du bassin Marennes Oléron a été effectuée au laboratoire. Nous avons sous estimé le temps de travail (formation et exécution) nécessaire à cette phase, à mener en même temps que l'échantillonnage terrain, ce qui a augmenté le délai de retard.

Le stockage des données acquises sur le terrain sous forme de base de données ouvre des possibilités de sélection simples et étendues. Dans le cadre de ce contrat cela a permis, par exemple de ne sélectionner que les points d'échantillonnage IFREMER qui contenaient des huîtres d'un poids les rendant commercialisables dans la campagne 2001. Cette sélection a été faite sur un poids de 60 g. Celui-ci correspond au poids lors de la mesure (juillet-août 2001), mais il est également très proche de celui qu'atteindra l'huître lors de la campagne de commercialisation hivernale. En effet, les saisons automnales et hivernales présentent régulièrement des taux de croissance-jour proches de zéro, correspondant à une croissance quasi nulle (tableau. 1).

5. 2. Densités

Les seuls élevages pris en compte sont les élevages surélevés contenant des huîtres correspondant en poids moyen à celui sélectionné. Les élevages surélevés représentent, en surface utilisée en 2001, 1451 hectares, contre 360 ha pour les élevages à plat. Ces derniers sont en régression, les professionnels leur préférant les élevages sur table, offrant de meilleures performances zootechniques (Soletchnik et al 1999). La présente étude se limitant aux huîtres commercialisables lors de la campagne, les données présentées dans le tableau 2 ont été calculées sur une sélection des huîtres d'un poids moyen en fin d'année dont le minimum se situe autour de 60 g.. Cela correspond au poids qu'elles ont en été lors de la campagne d'échantillonnage. Les données du réseau de croissance régional (tableau 1) montrent en effet que le taux de croissance (indice de croissance calculé en pourcentage du poids initial par jour) en automne et en hiver est autour et proche de zéro, ce qui signifie que

ces périodes sont l'objet d'une croissance en poids total quasi nulle. Le poids obtenu en été est donc proche, sauf conditions automnales exceptionnelles, de celui obtenu en fin d'été.

Les fortes valeurs notées en poids d'huîtres par mètre carré occupé proviennent en majorité du nombre de poches au mètre linéaire de table. Certains points montrent des nombres importants (de 4 à 8 poches par mètre, Fig. 7 et 8) sur les bancs de Padane, Bourgeois et la Petite Chette. Les autres bancs oscillent entre deux et trois poches au mètre carré, ce qui est la norme en élevage. La plupart des points d'échantillonnage dépassant ces chiffres correspondent probablement à des zones de stockage. Ils n'ont cependant pas été éliminés de l'analyse.

5. 3. Tonnages

La campagne de mesures effectuées par l'IFREMER l'été 2001 permet le calcul des tonnages d'huîtres commercialisables en 2001 figurant dans le tableau 2. La production commercialisable estimée par cette technique de calcul est de 39845 tonnes pour la campagne 2001. Cela reste dans la « norme » de production de Marennes-Oléron. La profession a donc su " compenser " les pertes de demi élevage commercialisables sur 2001 dus à l'ouragan de 1999. On note que les bancs de La Casse et de Lamouroux produisent à eux seuls la moitié du bassin de Marennes Oléron (48,8 %). Ceux de la Petite Chette et Viandet représentent 9 % chacun de cette production, puis viennent dans l'ordre Padane, Bourgeois Ronce et Barrat, de 5 à 7 %. Suivent, entre 1 et 1,4 % du stock commercialisable, la Plage de Ronce, Mérignac et Perquis.

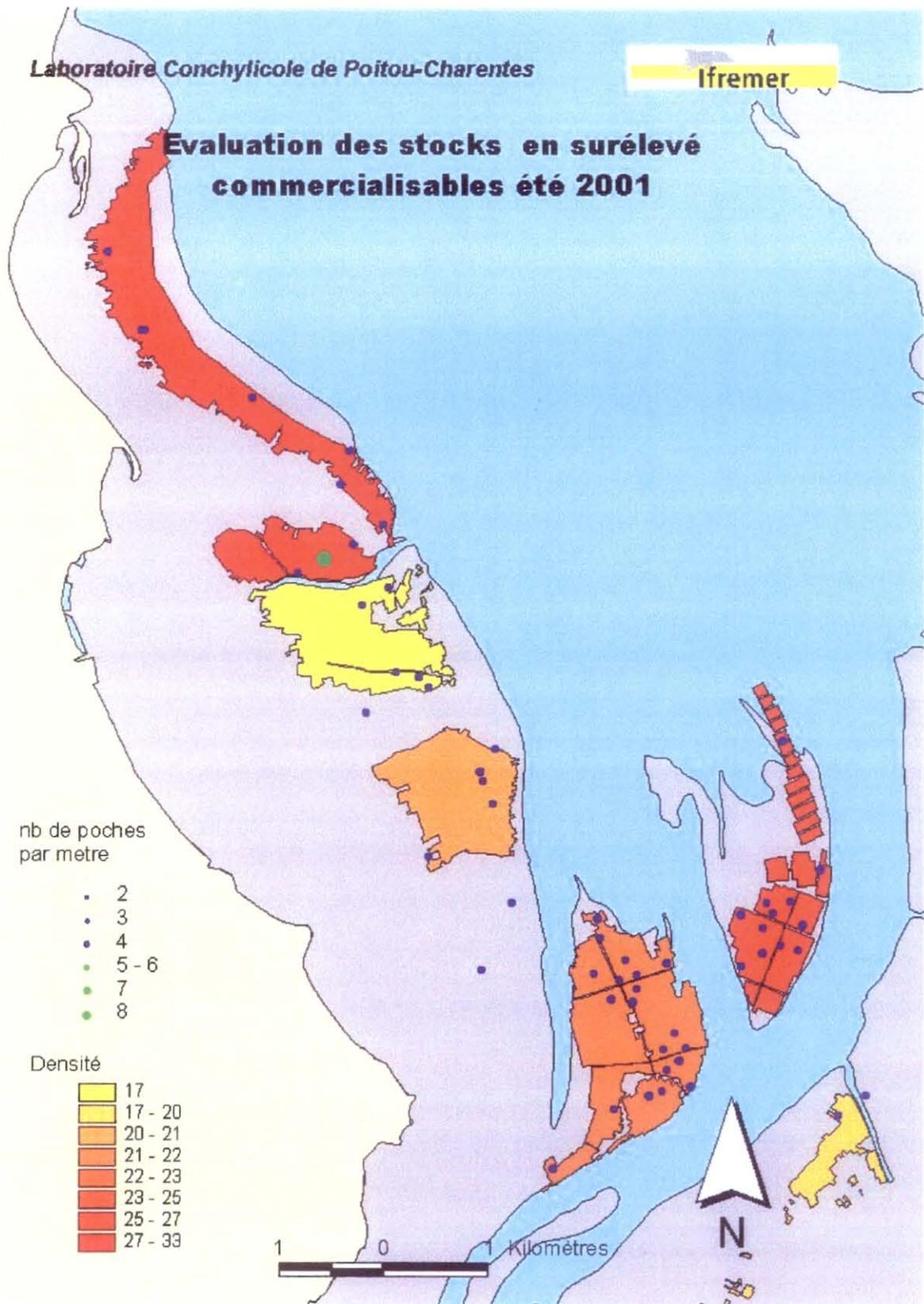


Figure 7 : Densités d'huîtres commercialisables au mètre carré occupé au Nord du bassin de Marennes Oléron

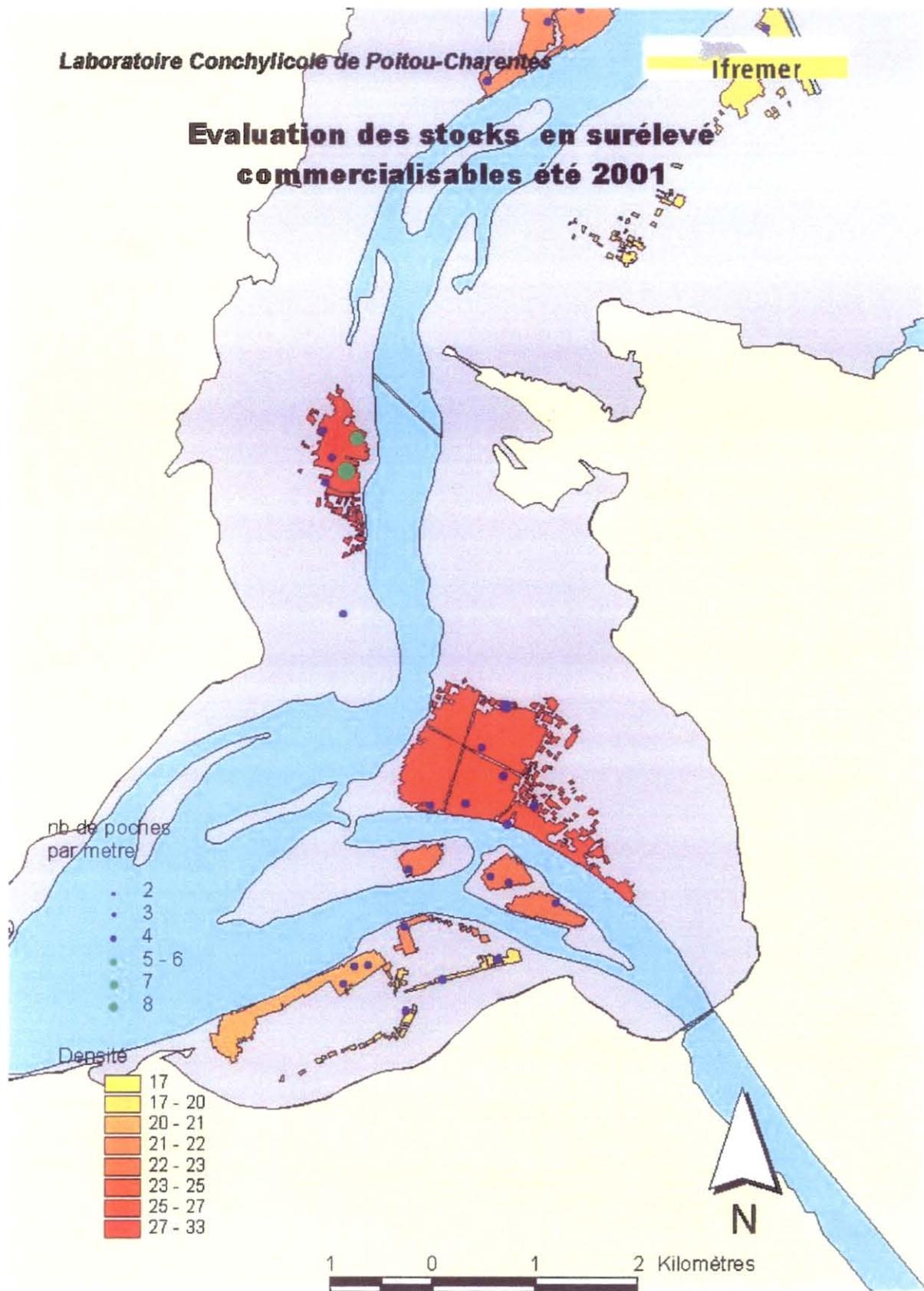


Figure 8 : Densités d'huîtres commercialisables au mètre carré occupé au Sud du bassin de Marennes Oléron

Saison	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
printemps		0,2	0,66	0,46	0,33	0,24	0,42	0,25		0,2	0,14
été	0,17		0,52	0,47	0,13	0,55	0,44			0,33	0,16
automne	0,05	-0,06	0,09	0,07	0,10	-0,06	0,02		0,25	0,10	
hiver	0,03	0,11	0,02	0,06	0,03	-0,00	-0,01		-0,01	-0,04	

Tableau 1 : Taux de croissance-jour des huîtres du réseau Croissance Marennes Oléron ; moyennes saisonnières sur Marennes Oléron (Le Moine et al, 2000)

BANC	Surface totale du banc (ha.)	Pourcentage d'occupation Global	Poids net d'huîtres par m ² occupé	Pourcentage d'occupation par des huîtres de 2ans (%)	Surface totale occupée par les huîtres de deux ans (>=60 g.) en ha.	Tonnage total sur le banc (T)
Barrat	33,10	0,29	23,4	100	9,43	2208
Bourgeois	159,21	0,26	27,0	23,2	9,69	2619
La Casse	192,75	0,32	21,6	86,3	53,46	11572
Lamouroux	103,57	0,30	25,4	99,2	31,00	7881
Merignac	40,75	0,13	19,7	50	2,58	508
Padane	38,76	0,24	33,5	93,4	8,78	2939
Perquis	7,03	0,31	21,7	100	2,18	473
Petite Chette	243,57	0,25	27,1	22,9	13,96	3780
Plage de Ronce	12,30	0,37	18,9	63,5	2,89	546
Ronce	36,93	0,33	20,8	100	12,19	2535
Viandet	113,06	0,24	21,4	60,8	16,50	3526
Vieille Goule	130,54	0,26	17,1	21,7	7,37	1258
Total	1111,57				230,03	39845

Tableau 2 : Résultats de la campagne IFREMER de mesures en 2001 : occupation, surfaces occupées et tonnages.

Evaluation des stocks en surélevé commercialisables été 2001

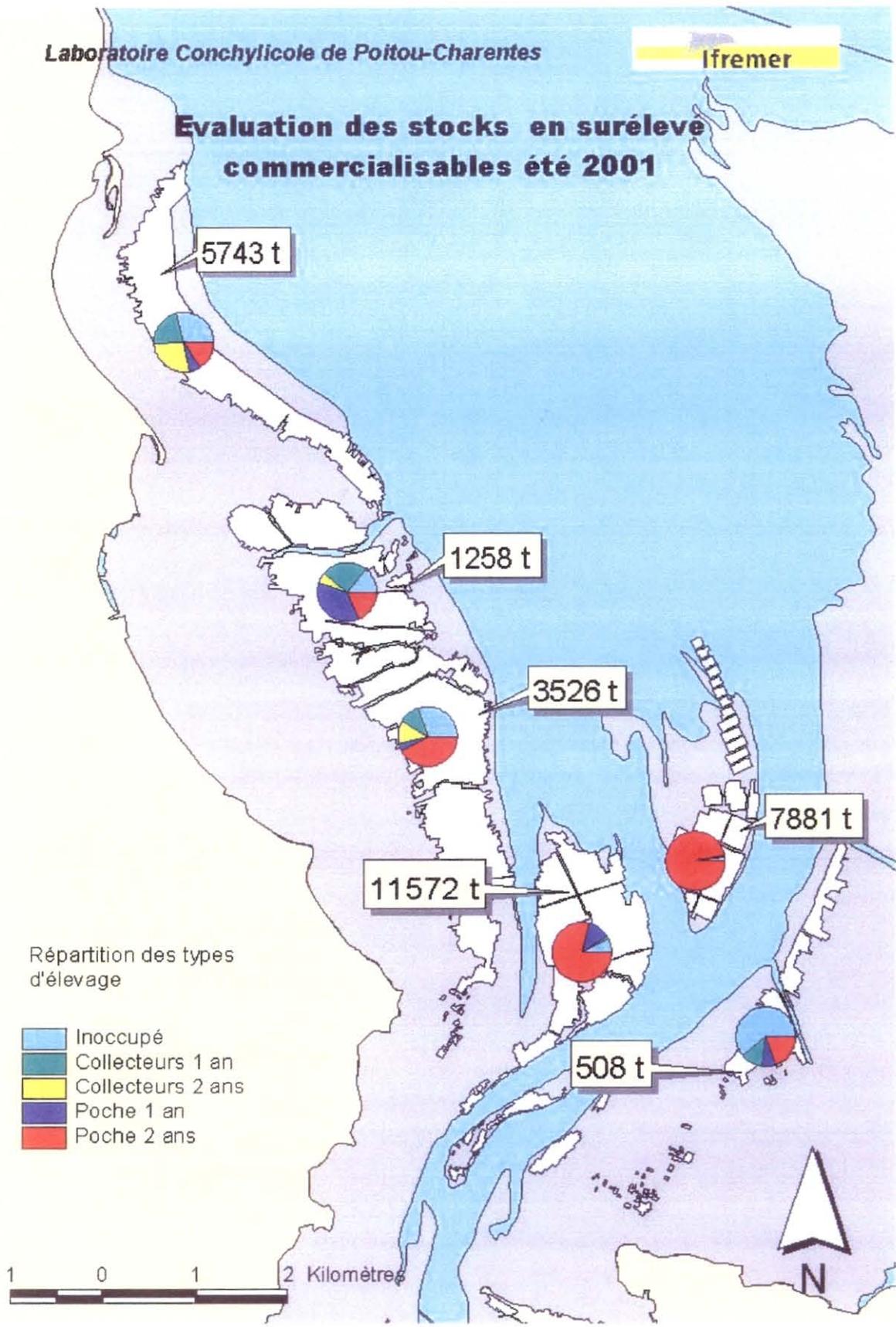


Figure 9 : Tonnages et répartition par type d'élevage au Nord du bassin de Marennes Oléron

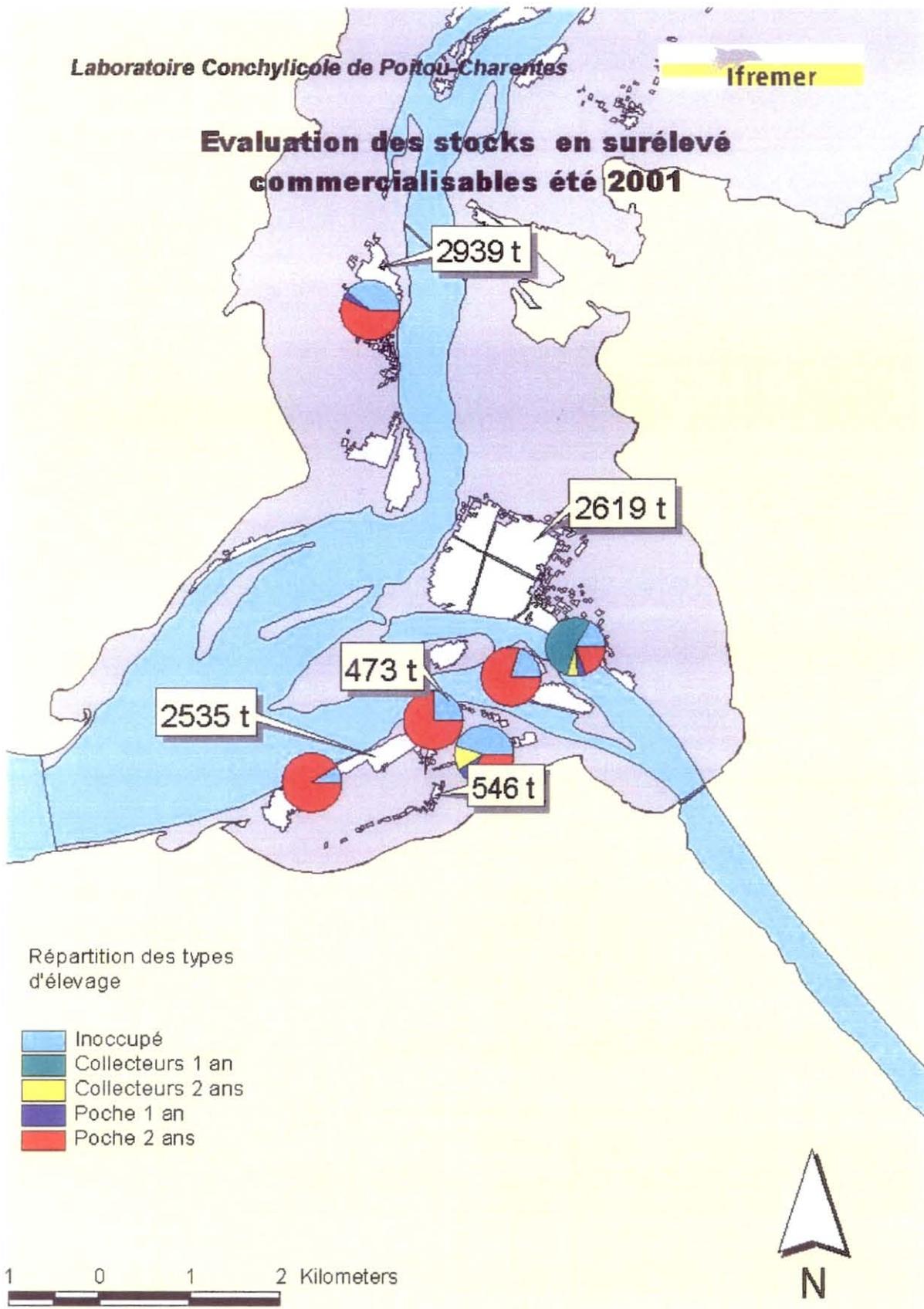


Figure 10 : Tonnages et répartition par type d'élevage au Sud du bassin de Marennes Oléron

5. 4. Typologie de l'occupation des élevages par banc

Les données correspondant au type d'occupation par banc se trouvent dans le tableau 3. Leur représentation cartographique en est la figure 9 et la figure 10. On distingue plusieurs faciès d'occupation des bancs par les élevages. La côte Oléronaise (Viandet, Vieille Goule, La Petite Chette) et le banc de Bourgeois présentent tous les types d'élevages mélangés (collecteurs d'huîtres d'un et deux ans, poches d'animaux âgés d'un et deux ans). L'ensemble des autres zones sont beaucoup plus homogènes. D'un point de vue zootechnique, cette homogénéité paraît plus conforme avec les besoins des différentes classes d'âge, qui sont différents comme semblent le montrer les données du réseau national REMORA.

Occupation en %	Longueur inoccupée	Collecteurs 1 an	Collecteurs 2 an et +	Poches 1 an	Poches 2 an et +
Perquis	25	0	0	0	75
Plage de Ronce	45	0	14	6	35
Barrat	20	0	0	0	80
Ronce	9	0	0	0	91
Padane	39	0	0	4	57
Merignac	61	12	0	7	20
Lamouroux	2	0	0	1	97
Viandet	30	11	13	4	43
Vieille Goule	14	25	6	36	19
Bourgeois	17	53	6	4	19
La Casse	8	1	0	12	80
Petite Chette	29	22	27	6	16

Tableau 3 : Typologie de l'occupation de l'espace par les élevages.

Conclusions

1. Technique

D'un point de vue purement technique, le procédé d'évaluation rapide des stocks est au point. La technique d'orthorectification - géoréférencement des vues aériennes est maîtrisée au laboratoire. Les programmes d'analyse des orthophotos écrits sont disponibles et fonctionnels, même si des améliorations ou des ajustements sont encore possibles. Ils ont été transformés en extension (sous-programme) du logiciel ARC VIEW, ce qui les rend "portables".

2. Résultats

Les résultats de tonnage basés sur les échantillonnages de terrain réalisés par l'IFREMER correspondent à l'estimation de la profession, mais ne peuvent être recoupées avec des données de commercialisation, non disponibles en l'état actuel des choses. Les données de densité sont conformes aux normes zootechniques des schémas des structures, à de rares exceptions près (e.g. nombre de poches au mètre, sur des zones non définies comme zones de stockage), tout au moins en ce qui concerne les huîtres de la taille étudiée (supérieure ou égale à 60 g). Une grande disparité est notée dans le type d'utilisation qui est faite de l'espace (types de cultures "en mélange" sur certaines zones).

3. Faisabilité par la profession

Il n'est évidemment pas question pour la profession de réaliser des campagnes d'échantillonnage terrain telles que le fait l'IFREMER. Le but de ce travail était également de comparer les résultats des échantillonnages IFREMER avec les données recueillies par enquête par et auprès de la profession et des responsables de comités de bancs. Ces données n'étant pas encore disponibles, ce travail reste incomplet. La mosaïque d'orthophotos 2001 est disponible à l'IFREMER, et peut être transférée à la profession, de même que l'application (e.g., tous les programmes écrits), dès que celle-ci le souhaitera.

Les problèmes que la profession devra résoudre pour réaliser ce type de travail de manière autonome seront :

- 1) Calibration de la méthode par comparaison de données acquises sur le terrain par échantillonnage avec les données d'enquête. Elle sera réalisée dès que possible, dès que les résultats des enquêtes seront disponibles. C'est une étape nécessaire à la validation de la méthode.
- 2) Réalisation impérative de la campagne de vues aériennes avant fin juillet. Les divers traitements informatiques sont gourmands en temps agent. Il convient donc de réaliser la campagne assez tôt, pour laisser le temps nécessaire au traitement des vues et avoir un résultat dans le courant de l'automne, selon le souhait de la profession.
- 3) Equipement informatique, tant du point de vue matériel (cf paragraphe 3) que du point de vue logiciel (ARC VIEW d'ESRI et IMAGINE d'ERDAS essentiellement).
- 4) Formation du personnel concerné à l'utilisation des logiciels.

Index des illustrations

<i>Figure 1 : Schéma récapitulatif du processus d'orthorectification</i>	3
<i>Figure 2 : Deux des phases de la rectification : l'orientation interne et l'orientation externe</i>	4
<i>Figure 3 : Projet de mosaïquage : définition des lignes de coupe et des chevauchements</i>	5
<i>Figure 4 : Vérification de la cohérence géographique de la couverture IFREMER 2001 (en noir et blanc) et de celle du CIADT 2000 orthorectifié par l'IGN (en couleurs)</i>	5
<i>Figure 5 : Schéma récapitulatif du programme d'analyse des orthophotos</i>	7
<i>Figure 6 : Représentations des différentes étapes de traitement de l'image, du calcul et du stockage des résultats</i>	9
<i>Figure 7 : Densités d'huîtres commercialisables au mètre carré occupé au Nord du bassin de Marennes Oléron</i>	11
<i>Figure 8 : Densités d'huîtres commercialisables au mètre carré occupé au Sud du bassin de Marennes Oléron</i>	12
<i>Figure 9 : Tonnages et répartition par type d'élevage au Nord du bassin de Marennes Oléron</i>	14
<i>Figure 10Figure 11 : Tonnages et répartition par type d'élevage au Sud du bassin de Marennes Oléron</i>	15

Index des tableaux

<i>Tableau 1 : Taux de croissance-jour des huîtres du réseau Croissance Marennes Oléron ; moyennes saisonnières sur Marennes Oléron (Le Moine et al, 2000)</i>	13
<i>Tableau 2 : Résultats de la campagne IFREMER de mesures en 2001 : occupation, surfaces occupées et tonnages</i>	13
<i>Tableau 3 : Typologie de l'occupation de l'espace par les élevages</i>	16