Appréciation quantitative de l'évolution du paysage bocager

Mise au point d'un indicateur de la dynamique bocagère

Maîtrise de Géographie
Sous la direction de
M. le Professeur ROUPSARD

Laboratoire CRESO
Université de Caen

Elise Vadaine
Septembre 2002

AVANT-PROPOS

Le travail présenté dans ce mémoire fut réalisé dans le cadre d'un stage à la Direction Régionale de l'Environnement de Basse-Normandie, où je fus encadrée par Monsieur Jean-Claude Pasdeloup. L'étude a durée dix mois, de décembre 2001 à septembre 2002. J'ai pu prendre connaissance de cette possibilité de stage grâce à Monsieur Roupsard, Professeur de Géographie à l'Université de Caen.

Ce fut pour moi une expérience forte et très enrichissante, car à la découverte de la recherche, comme le permet la maîtrise, s'est ajouté le contact humain et professionnel apporté par le stage.

J'ai pu y rencontrer des personnes passionnées par ce qui représente parfois plus qu'un métier, mais un vrai engagement personnel pour la protection de l'environnement. Et ceci ne peut être qu'un formidable encouragement à suivre leur voie.

REMERCIEMENTS

Je remercie en premier lieu Monsieur Nicolas Forray, Directeur de la DIREN de Basse-Normandie, qui m'a permis d'effectuer ce stage.

Mes remerciements vont également à Jean-Claude Pasdeloup, chargé de mission à la Direction Régionale de l'Environnement de Basse-Normandie, qui fut un maître de stage patient et compréhensif, merci pour son encadrement, ses conseils et sa gentillesse.

Merci également à toute la sympathique équipe de la DIREN qui fut très accueillante, et à ceux et celles qui furent disponibles pour m'apporter leur aide.

Je tiens également à remercier toutes les personnes qui ont apporté leur contribution de près ou de loin à ce travail, et en particulier :

- Monsieur Arcaraz pour l'attention qu'il a bien voulu porter à l'étude.
- Monsieur J. Baudry pour ses précieux conseils et documents.
- Monsieur P. Brunet pour sa participation.
- Monsieur Couret, de la DDAF de l'Orne pour les renseignements qu'il m'a apportés.
- Messieurs Hardel et Molines de l'Inventaire Forestier National de l'échelon de Caen pour les renseignements apportés.
- Monsieur Jean Lejeune, pour sa disponibilité, sa pédagogie et ses précieux conseils et éclaircissements statistiques.
- Monsieur Letouzé, chef du service statistique de la DRAF de Basse-Normandie pour les documents et renseignements fournis.
- Madame Regnault ainsi que Monsieur Toupote du service forestier de la DDAF du Calvados, pour leur amabilité et le prêt des photographies aériennes.

Enfin, je remercie mon Professeur, Monsieur Roupsard qui m'a donné l'occasion de réaliser ce stage, ce que je n'aurais pu faire sans lui.

TABLE DES MATIERES

AVANT-PROPOS

REMERCIEMENTS

INTRODUCTION p. 1

I UN INDICATEUR POUR UNE MEILLEURE CONNAISSANCE DU BOCAGE p. 3

1.1. La place du bocage en Basse-Normandie p. 3

1.1.1. Définition du bocage p. 3
1.1.2. Les grandes étapes de l'évolution du bocage p. 5
1.1.3. Le bocage, un paysage en régression ? p. 7

1.2. Les indicateurs de l'évolution du bocage p. 8

1.2.1. La méthode de l'Inventaire Forestier National p. 9
1.2.2. Les enquêtes Teruti et « typologie des haies » p.11
1.2.3. Autres indicateurs p.12

1.3. L'indicateur bocager de la DIREN Basse-Normandie p.14

1.3.1. Les premiers choix méthodologiques p. 14
1.3.2. Les questions à résoudre p. 16

II LES INDICES BOCAGERS : LINEAIRE ET COHERENCE DU RESEAU DE HAIES p.18

2.1. La démarche globale p.18

2.2. La caractérisation du bocage p.19

2.2.1. Les indices choisis p.19
2.2.2. Les haies prises en compte p.20

2.3. Le calcul des indices p.22

2.3.1. L'indice linéaire I(Li) p.22
2.3.2. L'indice cohérence I(Co) p.23
2.3.3. L'interprétation des indices p.25

III LE TRAITEMENT DES DONNEES : DE LA PHOTOGRAPHIE AERIENNE AU SYSTEME D'INFORMATION GEOGRAPHIQUE p.29

3.1. Méthodologie générale p.29

3.1.1. Les moyens d'investigation p.29
3.1.2. Méthodologie et mise en application p.33

3.2. La collecte des données p.34

3.2.1. La photo-interprétation p.34
3.2.2. La saisie informatique des données p.36

3.3. Le Système d'Information Géographique p.37

3.3.1. Les objectifs et les enjeux p.37
3.3.2. La procédure informatique p.38

IV L'ECHANTILLONNAGE STATISTIQUE p.43

4.1. La forme de l'échantillon p.43

4.1.1. Questions préalables p.43
4.1.2. Le sondage spatial p.44
4.1.3. La représentativité de l'échantillon p.47

4.2. Les traitements statistiques p.49

4.2.1. La population statistique p.50
4.2.2. Estimation de la précision de l'indice linéaire p.50
4.2.3. Estimation de la précision de l'indice cohérence p.55

4.3. L'interprétation des résultats p.56

4.3.1. L'échantillon retenu p.56
4.3.2. Comparaison des deux territoires p.56

CONCLUSION p.60

LISTE DES REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES p.62

TABLE DES FIGURES p.65

TABLE DES ANNEXES p.67

ANNEXES p.68

INTRODUCTION

Le paysage et l'aménagement rural sont devenus de vraies préoccupations dans les politiques publiques aujourd'hui. Ils contribuent au développement local et à l'amélioration du cadre de vie, et constituent des éléments déterminants en terme d'image et d'attractivité d'un territoire. Ils permettent également dans certains cas une meilleure gestion des ressources environnementales. Le paysage de bocage est en cela un enjeu fort pour la Région de Basse-Normandie. Il est un atout pour l'activité agricole et touristique, un élément identitaire, que l'on tente de protéger depuis plusieurs dizaines d'années, après que l'intensification agricole et les restructurations foncières aient révélé leurs conséquences désastreuses. Les acteurs publics ont su réagir, et des politiques environnementales se sont mises en place afin de revaloriser le paysage de bocage et de lui rendre une plus grande fonctionnalité. Les processus de dégradation du bocage sont bien connus, de nombreuses études ont été menées à ce sujet, dans diverses disciplines scientifiques. Mais il n'existe pas à l'heure actuelle de données statistiques permettant d'estimer, à l'échelle régionale, départementale, voire de la petite région agricole, l'évolution du bocage à un pas de temps compatible avec le calendrier de l'évaluation des contrats de plan Etat-Région et des documents de programmation européens. La nécessité de mener des évaluations des politiques publiques a donc conduit la DIREN (Direction Régionale de l'Environnement) de Basse-Normandie à développer la mise au point d'indicateurs environnementaux. Disposer d'un indicateur pérenne est dès lors un enjeu fort.

Le but recherché dans la présente démarche est d'évaluer l'état et de suivre l'évolution quantitative du bocage en construisant un indicateur simple. Il s'agit de mesurer si le bocage a tendance à disparaître ou s'il se maintient. Certains spécialistes craignaient il y a quelques années une disparition totale du bocage. On s'aperçoit que ce milieu est extrêmement complexe, et surtout que sa dynamique est directement dépendante de l'activité humaine. Son évolution n'est donc pas cyclique, et il n'est pas possible de prédire une tendance sur le long terme. De quelle façon le bocage évolue-t-il, entre les transformations agraires et les préoccupations environnementales collectives ? Le sentiment généralisé d'un paysage en voie de dégradation continuelle est-il justifié ?

Un des moyens de participer à la préservation du bocage est d'assurer un rôle de veille sur les secteurs bocagers de la Région. La dynamique relativement lente des paysages de bocage demande un suivi régulier et assez précis, que nous avons essayé de mettre en place. L'indicateur recherché doit répondre à certaines exigences pratiques, techniques et méthodologiques. Ont été fixés les objectifs suivants :

- évaluer la dynamique bocagère à diverses échelles spatiales, administratives ou non, de la région agricole ou du Pays (environ 2000 km²) à la Région Bas-Normande, en passant par le département.
- Suivre l'évolution du bocage d'un territoire à un pas de temps régulier, l'idéal étant celui des contrats de plan Etat-Région (de l'ordre de 6 ans).
- Obtenir une méthode fiable, simple, rapide d'application, offrant un bon compromis entre l'information restituée et son coût.
- Pouvoir comparer l'état du bocage d'un territoire à des dates différentes, notamment dans le passé et donc sur le long terme.
- Pouvoir comparer l'état du bocage de deux territoires de même ordre à une date donnée.

Afin de remplir ces conditions, le choix a été fait de construire un indicateur basé sur un échantillon spatial couvrant la Basse-Normandie, d'utiliser la photographie aérienne comme source de données et par ailleurs de les exploiter grâce à un système d'information géographique (SIG). La mise au point de la méthodologie a nécessité l'apprentissage de ces trois outils et leur mise en concordance dans la procédure d'application de l'indicateur.

Dans une première partie, nous verrons la place qu'occupe le paysage de bocage en Basse-Normandie et l'intérêt qu'il y a à mieux connaître son évolution. Nous définirons ensuite les critères retenus pour qualifier cette évolution, à travers la construction de deux indices bocagers. Dans une troisième partie est exposée la méthode de traitement des données par photo-interprétation et utilisation du SIG. Enfin dans une dernière partie, nous aborderons l'étude statistique, c'est à dire la mise en place de l'échantillon, les traitements statistiques et les résultats obtenus.

I UN INDICATEUR POUR UNE MEILLEURE CONNAISSANCE DE L'EVOLUTION DU BOCAGE

Depuis plus de 30 ans, le bocage est l'objet de nombreux travaux réalisés sous diverses approches : historique, géographique, écologique, agronomique, paysagère, sociologique... On dispose donc de données importantes sur les caractéristiques des milieux bocagers et de la haie. La complexité ce ceux-ci rend cependant difficile, voire impossible selon l'échelle d'étude, la définition de modèles d'évolution. La connaissance de l'évolution du bocage passe donc par un suivi régulier et fréquent de son état.

1.1. La place du bocage en Basse-Normandie

1.1.1. Définition du bocage

Il est établi que le terme de bocage désigne des paysages ruraux, et qu'il n'existe pas un bocage, mais bien des bocages, divers et variés. Plusieurs définitions peuvent lui être associées selon la discipline d'approche. Etymologiquement, « bocage » est issu de la racine « bosc », c'est-à-dire buisson ou bois dans les dialectes picards et normands. La définition la plus souvent retenue et qui semble rallier les géographes est celle donnée par A. MEYNIER (1976) : « paysage d'enclos verdoyants ». La simplicité de cette définition montre les nombreuses variantes et physionomies que peut présenter le bocage. Nous appelons bocage un paysage agraire cloisonné, c'est-à-dire dont les parcelles sont entourées par une clôture. Les clôtures doivent former un réseau de mailles, et doivent être constituées ou accompagnées par une ligne de végétation : il s'agit le plus souvent d'une haie vive, sur talus ou à plat. N'est donc pas considéré comme un paysage de bocage un paysage de murets de pierres ou un paysage d'enclos de fils de fer. On oppose le bocage au paysage de l'openfield. De nombreux travaux dressent des classifications élaborées du bocage. La description du bocage et des

haies, suivant les disciplines et les auteurs, est basée sur un certain nombre de critères qui ne sont pas toujours les mêmes. Les géographes intègrent des notions sociologiques et agricoles, comme l'habitat et le mode d'exploitation. Les paramètres généraux utilisés pour dresser des typologies sont établis sur trois niveaux :

- au niveau de la haie : selon le type de clôture, la présence ou non d'un talus, les strates végétales, les essences arbustives qui composent la haie, le mode d'entretien et d'exploitation.
- au niveau du réseau de haies : selon le tracé des clôtures, la forme et la dimension des mailles (régulières ou irrégulières, trapues ou laniérées, serrées ou aérées...), le caractère structuré ou discontinu du réseau.
- au niveau du bocage en tant que paysage agraire : selon le type de parcelles entourées (occupation du sol), l'environnement physique de la haie (pédologie, topographie, hydrographie...).

Les bocages se différencient également par leur origine. On distingue principalement :

- les bocages organiques, constitués régulièrement au cours des défrichements dans la plupart des régions de l'ouest (dont la Basse-Normandie) de façon réfléchie, et adaptés aux contraintes et ressources du terrain.
- les bocages mimétiques, établis sur l'openfield et dont le parcellaire, à géométrie simple, est assez indifférent aux éléments physiques tels que le relief, l'hydrographie et les sols.
- les semi-bocages, paysages parsemés de bosquets et de tronçons de haies localisés dans des zones réduites.
- les bocages dégradés, résultats fréquents de remembrements trop drastiques ou d'arrachages individuels pour l'essentiel.

Les diverses associations de ces caractéristiques créent une grande variété de bocages. Chaque type de bocage correspond à une construction et une exploitation particulières, et traduit le rôle que l'agriculteur lui confère. Il ne faut pas oublier que le bocage est une construction humaine, et non le vestige d'une forêt primitive. L'homme a édifié le bocage, lui a attribué ses caractéristiques en fonction de ses besoins, et a déterminé son évolution au cours des siècles.

1.1.2. Les grandes étapes de l'évolution du bocage[1]

La constitution des paysages de bocage s'est achevée au terme d'une quinzaine de siècles et d'une succession de périodes d'expansion et de déprises, qui sont directement corrélées à la place du bocage et à ses fonctions dans les sociétés humaines. L'histoire du bocage est complexe, et comporte encore des incertitudes. Nous n'en retraçons ici que les grandes lignes, illustrées dans la figure 1.

Les XIème et XIIème siècles furent une période de forte croissance économique et démographique pour l'ensemble de l'Europe occidentale. Elle culmine au XIIIème siècle. De nombreux défrichements sur les forêts et les terres incultes furent alors entrepris autour des bourgs ruraux naissants, favorisés par les grands propriétaires terriens. Ceux-ci vont concéder à titre de fiefs ces terres aux paysans, qui choisissent un domaine de la lande pour construire leurs habitations et cultiver leurs champs. Il s'agit donc de défrichements de forme individuelle. Les exploitations agricoles s'entourent de talus plantés de haies qui délimitent les parcelles mises en culture. L'enclos est cultivé, le pacage des animaux étant alors forestier : la haie protège des bêtes de l'extérieur. Elle constitue également une limite physique et visible de la propriété. Ainsi naît, au milieu de landes et de bois, le paysage de bocage en Basse-Normandie, composé de fermes isolées ou de petits hameaux, entourés d'un maillage bocager clôturant les exploitations. Il est intéressant de noter que ce maillage est plus ou moins lâche selon le droit de propriété. En effet, les domaines nobles correspondent aux parcelles les plus grandes en raison de l'application du droit d'aînesse, alors que les fiefs en tenures roturières forment un bocage plus serré.

Entre le XIVème siècle et la première moitié du XVème siècle, on constate un léger mouvement de repli du bocage, du fait de la crise de la guerre de Cent Ans. Suit ensuite jusqu'en 1520 une période de reconquête des friches. Les landes sont exploitées en métairies par des paysans, après avoir été découpées en unités agricoles de 30 à 50 ha (de plusieurs parcelles). De nouvelles productions apparaissent, comme le sarrasin, les pommiers à cidre et les poiriers. Une période de relative stabilité du bocage s'amorce et dure pendant le XVIIème et le XVIIIème siècles.

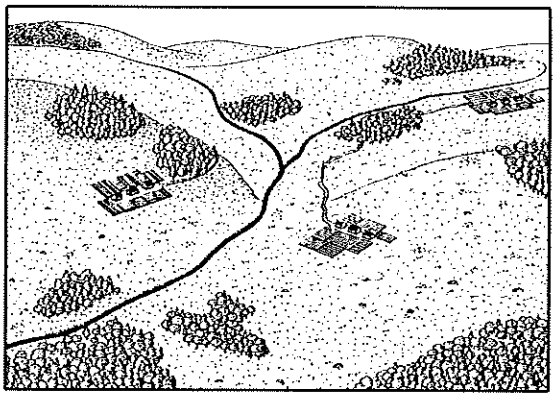
Le XIXème siècle et la première moitié du XXème siècle furent l'époque d'achèvement du bocage. La densité des bocages est à son apogée. Les routes et chemins de

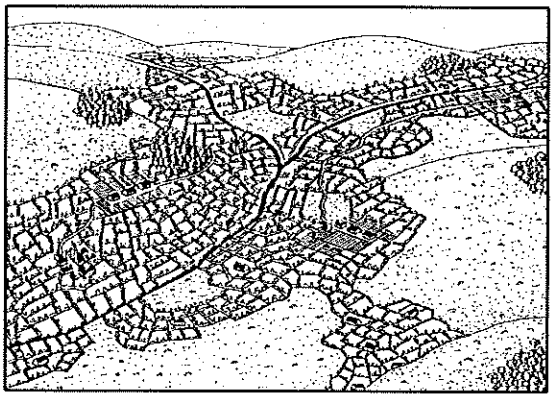
[1] D'après P.BRUNET (1992) et M. LAVOLLE (1994)

Figure 1 : Les grandes étapes de la constitution du bocage

(Extrait de L'Atlas des paysages ruraux de France. 1992. P. Brunet)

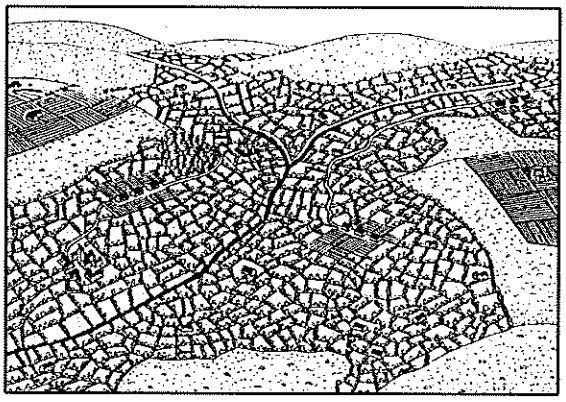
Le début du peuplement

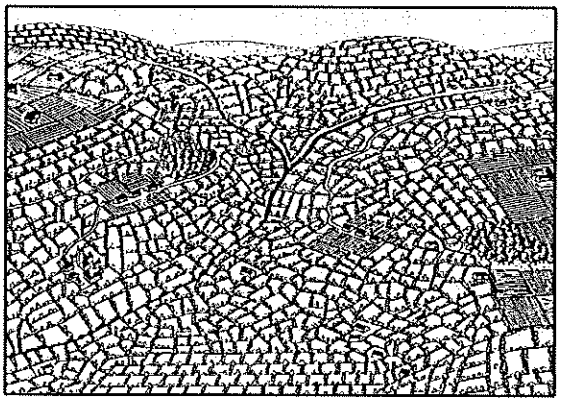




L'essor des fermes familiales
(XIème – XIIIème siècles)

La poussée des métairies
(XVème – XVIème siècles)





L'achèvement du bocage
(XIXème siècle)

fer construits permettent le transport de matériaux pour l'amendement des sols (chaulage). Les cultures de céréales et de plantes fourragères se développent, ainsi que les prairies temporaires, au détriment des jachères. Après la première guerre mondiale, les labours disparaissent quasiment pour laisser la place aux prairies permanentes. Cette économie herbagère se développe jusqu'à la fin de la seconde guerre mondiale.

A partir des années 1950, un fort recul du bocage s'amorce, dû à diverses causes. La haie devient une gêne et une charge supplémentaire de travail pour l'agriculteur : les haies absorbent une partie du territoire cultivable, abritent divers ennemis des cultures, demandent un entretien régulier, et constituent un obstacle au progrès agricole. De nouvelles cultures sont introduites (maïs fourrage, ray-grass...) en corrélation avec l'intensification de l'élevage, et se développent surtout à partir de 1970. L'utilisation d'engins agricoles lourds a nécessité de plus grandes parcelles. La concentration spontanée des exploitations a conduit à des aménagements fonciers souvent drastiques. La diminution de la main-d'œuvre favorise l'abandon de l'entretien des talus et des haies. Celles-ci ne constituent plus aucune ressource économique pour l'agriculteur (fourrage, combustible...). La haie n'a pas conservé les fonctions qui l'avaient fait naître. L'agriculteur se passe de son bois pour se chauffer et remplace les clôtures végétales par du fil barbelé. Les abattages individuels anarchiques ont été aussi destructeurs que les travaux connexes aux remembrements. La politique agricole commune de la Communauté Economique Européenne dans les années 1980 ne fait qu'accroître le mouvement de transformation du paysage bocager. Notons enfin que la maladie de la graphiose de l'orme a beaucoup participé à la transformation du bocage, surtout dans les régions du Cotentin, du Bessin et du Pays d'Auge, où cette essence était dominante, voire parfois la seule constituant la haute strate.

1.1.3. Le bocage, un paysage en régression ?

Le bocage a évolué selon les besoins des sociétés humaines. Les fonctions agronomiques traditionnelles des haies restent d'actualité dans certains contextes (brise-vent et abri du bétail), mais elles ne sont plus déterminantes dans la sensibilisation des agriculteurs au maintien des haies. Aujourd'hui sont surtout mis en avant leurs rôles liés au paysage et à l'environnement. Les haies et talus participent à la régularisation des écoulements des eaux et au maintien des sols (action anti-érosive), et sont en cela très importants dans les secteurs à forte pente. Le bocage, habitat de nombreuses espèces de la faune et de la flore, permet la conservation d'une certaine biodiversité. Ce rôle écologique en fait aussi un élément essentiel

à préserver. On peut rappeler également la place que le bocage occupe dans la société bas-normande en tant que patrimoine culturel. C'est un élément identitaire fort de la Région, associé à un cadre de vie. En cela, il est également facteur du développement local en favorisant le tourisme rural par exemple.

Au vu de ces différents éléments, il est apparu essentiel à un certain nombre de chercheurs, de scientifiques, d'acteurs de la vie politique et d'agriculteurs, à partir de 1975, d'intervenir pour la sauvegarde du paysage de bocage. Des actions sont ainsi menées, dans le but de conserver le bocage normand, qui connaît un regain d'intérêt de la part des populations et des pouvoirs publics. Les Conseils Généraux notamment développent de nombreuses initiatives de replantations, au travers de subventions. Des campagnes de sensibilisation sont lancées. Le travail de valorisation énergétique du bois énergie mené en Basse-Normandie par l'association Biomasse-Normandie, avec le soutien de la Région, de l'ADEME (Agence de l'Environnement et de la Maîtrise de l'Energie) et de l'Union Européenne, s'inscrit également dans cette démarche. Il fait suite aux initiatives pionnières menées à Marchésieux (Manche). Le bocage évolue donc sous l'impulsion de plusieurs forces. Les unes (déprise agricole, prise de conscience de l'intérêt du bocage) tendent à maintenir le réseau de haies, alors que d'autres (intensification de l'agriculture, modernisation des techniques) entraînent une diminution constante du linéaire bocager. Il apparaît alors essentiel de bien connaître l'évolution du bocage bas-normand, de savoir dans quelle mesure on peut la qualifier de régression et de pouvoir déceler des « seuils d'alerte » de l'état du bocage.

1.2. Les indicateurs de l'évolution du bocage

La régression du bocage, nous l'avons vu, est un phénomène constaté depuis les années 1950. Des actions de portée locale sont cependant menées afin de freiner ce mouvement. La connaissance de l'évolution du bocage repose essentiellement sur des observations individuelles ayant abouti à des rapports et comptes-rendus divers, mais très peu de données chiffrées existent. De nombreuses études se sont également penchées sur le problème à l'échelle d'une commune ou d'un canton, ce qui ne renseigne pas sur la situation régionale. P. BRUNET[1] décrit quant à lui les possibilités d'évolution au niveau de la haie. Sont présentées dans ce paragraphe les principales méthodes visant à quantifier la régression

[1] Dans L'inventaire régional des paysages de Basse-Normandie,2001.

du bocage, et se rapprochant le plus des objectifs que nous nous sommes fixés. Elles ont toutes leur pertinence et leur intérêt, mais ne répondent pas en totalité aux besoins de la DIREN.

1.2.1. La méthode de l'Inventaire Forestier National (IFN)

L'Inventaire Forestier National est un établissement public dont la vocation est d'estimer l'occupation du sol et la ressource de bois des formations boisées et arborées de production à l'échelle nationale. L'IFN a en charge l'inventaire général des forêts, l'inventaire spécial des peupleraies et l'inventaire des ligneux hors forêt. L'IFN procède par cycles d'étude, une dizaine d'années minimum étant nécessaire pour analyser tous les départements concernés. Trois cycles ont été réalisés à ce jour : 1975, 1988 et 2000 (dont les résultats ne sont pas encore publiés officiellement). C'est à l'inventaire des ligneux hors forêt que nous nous intéressons plus particulièrement.

- la méthode appliquée (Annexe A) :

  L'IFN a réalisé trois inventaires sur les haies : ceux de 1975 et 1988, appelés alors « inventaire spécial des haies », et lors du dernier cycle, « l'inventaire des ligneux hors forêt ». Quelques points différencient les deux types d'inventaire. En 1975 et 1988, sont comptabilisés les « haies » et les « alignements », définis comme des « éléments boisés, linéaires, irréguliers, de longueur minimum de 25m, et de largeur maximum de 10m, contenant au moins 3 arbres recensables d'essences forestières, et en moyenne un arbre recensable tous les 10m ». Aujourd'hui, l'inventaire est plus environnemental et paysager que relatif à la ressource en bois. Il distingue les arbres épars des formations linéaires. Pour être recensées, les segments de haies doivent être long de 25 m ou plus, large de moins de 25 m, et ne pas être interrompus sur plus de 10 m. Cinq types de formations sont recensés en tout : arbre épars, haie non arborée, haie arborée, alignement de peupliers, autre alignement. La première étape du travail est la photo-interprétation, le reste des vérifications et les relevés de données plus précises (essences, dendrométries…) sont effectués sur le terrain. Les surfaces étudiées sont les éléments d'un échantillon différent à chaque cycle et constitué de la façon suivante : le territoire est quadrillé par un maillage régulier de 500m par 625m. Chaque point de ce quadrillage est reporté sur photographie aérienne et devient le centre d'un cercle de 1cm de diamètre sur le cliché. A

l'intérieur de chaque cercle, est tiré au hasard un point d'inventaire : c'est le centre d'un cercle de 25m de rayon, appelé placette circulaire, sur laquelle est effectué l'inventaire des segments ligneux et des arbres épars. On applique alors la méthode dite « des bandes associées », qui consiste à balayer la placette selon un rayon partant du nord et pivotant dans le sens des aiguilles d'une montre par rapport au point d'inventaire. Les formations rencontrées sont numérotées et observées sur des placettes linéaires longitudinales (bandes associées) d'une largeur de 2x25 m, délimitées relativement à un point de référence sur la formation linéaire.

➢ les résultats obtenus (Annexe A) :

Les résultats sont donnés par département. Les chiffres pour 1975 et 1988 comptabilisent les haies et les alignements. Les résultats du dernier cycle (1998) n'ont pas encore été publiés officiellement, l'analyse des résultats pour la Basse-Normandie se termine : ils peuvent donc encore être soumis à modification.

	1975	1988	2000
Manche	46 982 km	25 260 km	-
Orne	33 716 km	15 790 km	35 085 km
Calvados	34 035 km	12 869 km	30 142 km
Total Région	114 733 km	53 816 km	

➢ Intérêts et limites :

Le changement de méthode entre 1988 et 2000 nuit malheureusement à la comparaison des résultats. L'interprétation est très difficile, puisqu'on ne compte pas la même chose. La comparaison des deux premiers inventaires est cependant intéressante. On constate une diminution du linéaire de haies de 54 % en 13 ans sur la Basse-Normandie, la plus forte baisse étant pour le Calvados (moins 62%). L'IFN l'attribue aux remembrements et à la graphiose de l'orme. Les résultats détaillés des inventaires présentent des données sur des territoires à plus grande échelle, mais ceux-ci correspondent aux régions forestières et sont fixes. Enfin, la dernière version de l'inventaire permet de prendre en considération plus de haies, au delà de la préoccupation de production de bois. Mais sont encore exclues un certain nombre de formations : les clôtures d'arbrisseaux et de sous-arbrisseaux (selon la classification de la

« flore forestière »), les haies en bordure de route à grande circulation, en limite de propriété, en agglomération et en lisière de bois.

1.2.2. Les enquêtes Teruti et « typologie des haies »

L'enquête « typologie des haies » fut mise sur pieds par la DDAF de l'Orne (Direction Départementale de l'Agriculture et de la Forêt) en 1994, puis appliquée à l'Eure (1994), à la Manche (1996), la Sarthe et la Mayenne ainsi qu'à l'ensemble des départements bretons. Elle s'appuie sur l'échantillonnage de l'enquête TERUTI menée sur l'occupation et l'utilisation du sol par les services de statistique agricole du ministère de l'agriculture. Le but principal de l'enquête est de mesurer la longueur des haies par département et selon leur nature.

- la méthode appliquée (Annexe B) :

Les données sont relevées par un travail de terrain effectué sur un échantillon. Il est constitué de carrés de 9 ha, régulièrement répartis tous les 6 km (tirage systématique). Les mêmes carrés sont étudiés à chaque année d'étude. Les segments de haies à l'intérieur de chaque carré sont recensés et numérotés. Un questionnaire annexe permet de répertorier dans une nomenclature les types de haies. La typologie des haies est adaptée à chaque département, et donc variable, mais elle comprend en général une large gamme de types de haies. La longueur des haies recensées est ensuite calculée par report sur calque sur photographie aérienne.

- les résultats obtenus :

Ainsi dans l'Orne, une première enquête exploratoire a été menée en 1994 : 168 carrés de 9 ha ont été observés, soit 0.25 % du département. Ont été comptabilisés :

Types de haies	Kilomètres	Km pour 1 000 ha
Alignement d'arbres	4 400	8
Arbres de haut jet sur haie	13 500	24
Têtards sur haie	2 900	5
Cépées	5 000	9
Haie pour bois de feu	5 100	9
Haie taillée	4 200	8
Haie dégradée	5 300	10
Haie d'ornement	1 200	2

Ensemble dans l'**Orne**	**41 600**	75

Le même type d'inventaire a été réalisé dans le département de la Manche en 1996, sur 318 carrés de 9 ha, soit presque 0.5 % du département. La typologie retenue diffère légèrement de celle de l'Orne :

Types de haies	Kilomètres
Arbres de haut jet sur haie boisée continue	16 200
Haies boisées continues	17 500
Arbres de haut jet sur haie boisée discontinue	8 100
Arbres de haut jet sur haie buissonnante continue	5 000
Haies buissonnantes continues	10 000
Arbres de haut jet sur haie buissonnante discontinue	3 700
Haies boisées ou buissonnantes discontinues	9 000
Haies bocagères taillées	6 900
Haies bocagères nouvelles	200
Haies ornementales	1 500
Haies brise-vent	1 400
Arbres d'alignement	2 100
Talus nus	3 800
Total haies et talus pour la **Manche**	**85 200**

(Pour la définition des termes des typologies, se référer à l'annexe B)

➢ Intérêts et limites :

L'enquête « typologie des haies » apporte de nombreuses informations sur les haies, du point de vue quantitatif et qualitatif. La longueur du linéaire est complétée par des données sur les types de haie, qui sont assez précises pour donner une idée du niveau de fonctionnalité de la haie. Il serait intéressant que cet inventaire soit généralisé (l'étude n'a pas été faite dans le Calvados) et renouvelé à différentes dates.

1.2.3. Autres indicateurs

Il existe divers travaux qui se sont portés sur la dynamique bocagère et les moyens de mieux la connaître ou de la surveiller. Nous évoquons ici deux d'entre eux, de façon très succincte, car les indicateurs mis en place s'éloignent des objectifs principaux que la DIREN s'est fixés. Cependant, ils sont intéressants dans leur approche et méritent d'être signalés. Ils

constituent également une illustration de la variété des domaines scientifiques auxquels le bocage se rapporte.

En 1985, la DRAE de Basse-Normandie (Délégation Régionale à l'Architecture et à l'Environnement, remplacée ensuite par la DIREN) s'était déjà penchée sur la détermination de l'état du bocage et le suivi de son évolution. Un travail de mise au point d'indicateurs avait été confié à un étudiant ingénieur agronome, T. MONDOLFO, afin de contribuer à la comptabilisation du patrimoine naturel bocager, sous un aspect écologique et agronomique. Deux types d'indicateur ont été définis. D'une part, les « indicateurs régionaux », obtenus à partir d'un travail de photo-interprétation, sont applicables à l'échelle du canton : ils caractérisent le maillage (longueur et cohérence), le rôle anti-érosif des haies, leur rôle brise-vent. D'autre part, les « indicateurs de terrain » permettent d'apprécier, à l'échelle d'une commune, la valeur économique de la haie, ainsi que sa valeur biologique.

D'importantes recherches ont également été effectuées dans le domaine de l'écologie du paysage. J. BAUDRY a établi des paramètres afin d'étudier, de façon assez poussée, l'évolution de la structure spatiale du réseau de bocage en comparant les situations à différentes dates sur plusieurs territoires contigus de 16 ha. Cinq descripteurs sont analysés : la longueur de haie, le nombre de connexions entre haies, le nombre de non-connexions, le nombre de connexions avec des haies bordant des chemins et enfin l'hétérogénéité de la taille de la maille. Ces différents éléments sont croisés afin de déterminer leurs corrélations. L'objectif est d'établir des types d'évolution probable et de pouvoir déterminer l'état futur du bocage à partir d'une situation de départ définie selon ces 5 critères.

Beaucoup d'autres études se rapportant au bocage et à son évolution existent. Il nous est impossible de tous les citer. De nombreuses monographies traitent notamment des conséquences de remembrements sur des communes ou des cantons. Celles qui s'intéressent à de vastes territoires sont plus rares. La régression du bocage est un fait établi ; mais il est difficile de la quantifier. Les inventaires de l'IFN et des DDAF sont les seules références en la matière. Les données sont cependant disparates : la Manche compterait 25 260 km de haies en 1988 selon l'IFN, et 85 200 km en 1996 selon la DDAF ! Le travail de terrain nécessaire à ces inventaires permet de livrer des données plus précises et qualitatives sur la haie, mais induit une plus faible fréquence d'étude. Toutes ces données représentent une masse d'informations et de savoir-faire dont nous avons tenu compte pour mettre au point l'indicateur de la DIREN.

1.3. L'indicateur bocager de la DIREN Basse-Normandie

1.3.1. Les premiers choix méthodologiques

La DIREN a souhaité établir son propre indicateur, complémentaire de ceux existants. Ses objectifs ont été définis en introduction. Le travail consistant précisément à mettre en place une méthode, nous n'avons pas suivi de protocole préexistant, et la mise au point de l'indicateur a nécessité de répondre à de nombreuses interrogations. Si certains domaines de la recherche ont demandé une longue réflexion, d'autres choix se sont imposés d'eux-mêmes assez rapidement. C'est sur ces premiers éléments que s'est bâtie l'étude.

L'échelle du territoire d'application envisagée étant vaste (minimum de 2000 km²), il parait impossible de recenser toutes les haies de l'ensemble du territoire, et encore moins de le faire par un travail de terrain. Cela demanderait beaucoup trop de temps et de moyens, et ne répondrait pas aux objectifs d'une étude simple et rapide. Une bonne manière de contourner cet handicap est, d'une part, de procéder par échantillonnage plutôt que d'être exhaustif, et d'autre part d'utiliser l'outil qu'est la photographie aérienne plutôt que le relevé de terrain.

Par ailleurs, le travail de mise au point de l'indicateur ne pouvait pas être effectué sur toute la Basse-Normandie. Il nous fallait choisir des espaces sur lesquelles effectuer des tests et appliquer les indices créés. Leur superficie devait correspondre à environ 2000 km². Notre choix s'est arrêté sur deux territoires aux paysages bocagers distincts (Figure 2 et Annexe C) : le Pays de la Baie du Mont-Saint-Michel et le Pays d'Auge. Le premier correspond à la délimitation du Pays tel qu'il nous a été fourni par la Préfecture de Région, c'est à dire qu'il comprend 186 communes, réparties dans 19 cantons. Ce que nous appelons Pays d'Auge, en revanche, correspond au territoire du Pays d'Auge calvadosien, auquel nous avons ajouté le canton de Vimoutiers, dans l'Orne. Ainsi le territoire considéré comprend 232 communes (213 communes dans le pays d'Auge et 19 communes dans le canton de Vimoutiers) réparties sur 18 cantons (14 cantons complets et 4 cantons partiels). La superficie des territoires ainsi délimités est de 2002 km² pour le Pays de la Baie du Mont-Saint-Michel, et de 1955 km² pour le Pays d'Auge (calculées par le logiciel Mapinfo). Notons que les données concernant la liste des communes constituant les Pays de Basse-Normandie datent du mois d'avril 2002 (données SGAR), époque à laquelle les Pays ne sont pas encore définitivement fixés. Cela ne pose pas de réel problème, puisque les modifications éventuelles seront mineures, et que par ailleurs le respect strict des délimitations administratives n'a aucune importance s'agissant de

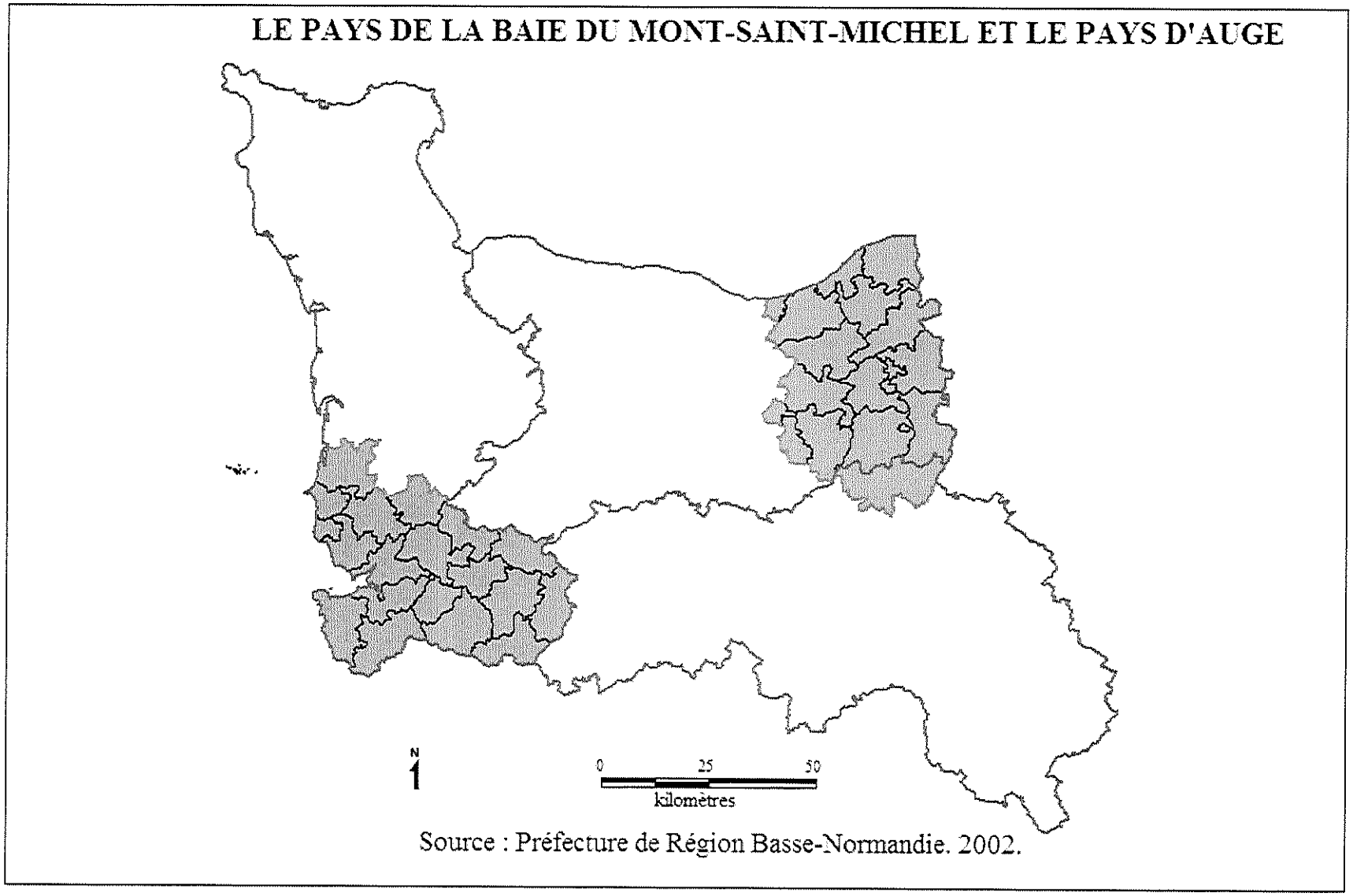


Figure 2 : Localisation des deux territoires d'étude

la mise au point méthodologique. Ce dernier point n'intervient pas sur la validité de l'échantillon, mais plutôt sur la pertinence du territoire d'étude : les résultats seront plus intéressants et utiles s'ils portent sur un espace cohérent (du point de vue physique, économique, paysager...) ou s'ils correspondent à une entité administrative. Le territoire d'étude peut être un département, la Région, mais aussi un Pays, une région agricole, un Parc Naturel Régional ou encore un bassin versant.

1.3.2. Les questions à résoudre

De nombreuses questions se sont posées au cours de la recherche de l'indicateur, auxquelles nous avons tenté d'apporter des réponses. Sur quel territoire voulons-nous appliquer l'indicateur : la totalité de la Basse-Normandie, ou bien uniquement sur les espaces bocagers de la Région ? Quel traitement statistique adopter : sondage systématique, aléatoire, stratifié... ? Quel type d'échantillon doit être mis en place ? Comment souhaitons-nous représenter l'évolution du bocage ? Selon quels critères ? Comment calculer les indices « linéaire » I(Li) et « cohérence » I(Co) ? Comment les rendre généralisables à l'ensemble du territoire ? De quels moyens d'investigation disposons-nous ? Quels sont les plus adaptés à nos objectifs ? Comment les exploiter ?

La plupart de ces interrogations ont été présentes tout au long de l'étude, et ne furent complètement résolues qu'après nombre de tests et de comparaisons. Chaque choix fut délibéré et décidé après avoir pris connaissance de tous les paramètres et possibilités. Les parties 2, 3 et 4 exposent les questionnements et les réponses apportées. Pour des raisons de lisibilité et de compréhension, ils sont développés de façon séparée en trois « étapes » : la recherche des indices, la saisie de l'indicateur et la mise en place de l'échantillon. Ces trois éléments de la réflexion sont pourtant interdépendants. Les choix ont été faits en concomitance, chaque nouvelle décision pouvant remettre en cause les données précédemment établies.

Il apparaît que des zones d'ombre subsistent encore sur la connaissance du bocage, et d'autant plus sur son évolution. Ses origines sont diverses selon les régions.

Le bocage étant en recul depuis les années 1950, beaucoup de scientifiques, d'universitaires, d'agronomes... se sont penchés sur les conséquences de l'abattage des haies et talus. Certains y ont vu la disparition totale et définitive du bocage. Actuellement, la situation est moins critique, la régression du paysage de bocage semble s'être ralentie, sans que l'on puisse vraiment la quantifier. C'est pourquoi la DIREN de Basse-Normandie a souhaité rester vigilante et mettre en place un moyen de surveiller cette évolution, à travers la construction d'un indicateur.

II LES INDICES BOCAGERS : LINEAIRE ET COHERENCE DU RESEAU DE HAIES

L'évolution du bocage peut être exprimée par de nombreux paramètres : longueur de haie, proportion d'arbres, taille de la maille... Les objectifs que nous nous sommes fixés nous contraignent à un certain nombre de restrictions. Il nous faut définir précisément ce que nous considérons comme une haie, et sous quelle forme nous caractérisons l'évolution du bocage. Cela revient à répondre à la question : que représente notre indicateur ?

2.1. La démarche générale

Avant d'exposer, dans les paragraphes suivants, les critères retenus pour calculer l'indicateur, il est nécessaire de préciser succinctement le résultat du travail effectué, à savoir la procédure générale de mise en application de l'indicateur.

On souhaite connaître l'indicateur pour un territoire d'étude considéré. Il est représenté par deux indices : le linéaire de haies et la cohérence du réseau. Ces indices sont calculés sur des cercles regroupés en grappes (4 cercles par grappe) régulièrement réparties sur la Basse-Normandie, qui constituent un échantillon représentatif de la Région. Pour chaque cercle sont relevés, par étude stéréoscopique de photographies aériennes verticales, le réseau de haies existant et les éléments nécessaires à la détermination des indices. Ces données brutes sont ensuite enregistrées par informatique, sous un système d'information géographique. Leur exploitation simple permet de calculer, pour le territoire d'étude, les deux indices qui composent l'indicateur de l'évolution du bocage.

Il est important de préciser que les cercles retenus sont ceux en intersection avec le territoire d'étude. La place du centre du cercle par rapport à cet espace n'intervient pas dans la sélection ou non d'un cercle. Nous verrons que, pour les cercles situés sur la limite du territoire, seule la portion de cercle incluse dans ce territoire est prise en compte. D'autre part,

le choix du cercle comme unité d'échantillonnage n'est pas arbitraire. Le calcul de l'indice de cohérence nécessitait une unité surfacique (et non un élément ponctuel ou linéaire). Le cercle fut préféré au carré pour deux raisons principales : il ne privilégie aucune direction (contrairement au carré, ce qui aurait posé problème dans le cas d'une orientation préférentielle du maillage bocager), et son tracé sous le logiciel Mapinfo est plus aisé. Sa superficie a été fixée à 28,27 ha, c'est-à-dire que le rayon d'un cercle est de 300 m. Cela permet l'observation de suffisamment de parcelles (agricoles notamment), et apporte en outre une certaine commodité d'usage (tracé et lisibilité sur photographie aérienne, limitation des risques d'erreur lors des relevés).

2.2. La caractérisation du bocage

Les objectifs et les contraintes exposés en introduction nous amènent à choisir un indicateur défini selon une approche générale. En effet, l'étendue de la surface d'étude, le temps à y consacrer, ainsi que les moyens mis en œuvre imposent certaines limites. Il s'agit de caractériser le bocage de façon à pouvoir, à l'aide de l'indicateur, voir son évolution ou le comparer avec une autre région. Il nous faut choisir un indicateur simple, fiable, et facilement appréhendable. Il doit être applicable et significatif pour chaque type de bocage bas-normand. Notre indicateur doit donc caractériser de façon générale l'ensemble des bocages. Deux questions essentielles se sont posées dès le début de la recherche. Quelles propriétés du bocage voulons-nous représenter par notre indicateur ? Quels sont les types de haies à intégrer dans le calcul de l'indicateur ?

2.2.1. Les indices choisis

Deux paramètres nous semblent essentiels pour qualifier le bocage : la longueur de haies et la cohérence du réseau. La longueur du linéaire de haies apparaît presque comme une évidence. Cet indice n'est cependant pas suffisant et peut être complété par la qualification de l'état du réseau. Un point primordial dans la définition d'un paysage de bocage est l'organisation des haies, qui aboutit à des parcelles closes. En effet, la dégradation du bocage se manifeste par de nombreux phénomènes, dont l'un des plus spectaculaires est la diminution du nombre de haies. La comparaison du kilométrage de haies pour une même région, à différentes dates, donne une bonne idée de la tendance d'évolution du bocage,

particulièrement dans l'approche paysagère. Mais pour l'étude de la plupart des autres rôles du bocage, d'autres critères interviennent, et notamment la fermeture du maillage. Dans la préoccupation agricole par exemple, l'effet brise-vent est plus bénéfique avec un maillage convenablement fermé dont la longueur de haies est moindre, qu'avec une structure totalement désorganisée, même si le linéaire est important.

Les paramètres qualificatifs du bocage sont donc extrêmement divers selon les disciplines et les objectifs. L'approche que nous avons adoptée reste générale et semblera peut-être trop partielle à certains spécialistes. La taille de la maille, l'action anti-érosive, ou encore le type de haies... sont autant de renseignements qu'il aurait été intéressant de développer. Nous avons fait le choix de laisser de côté les critères les plus complexes et de nous focaliser sur un simple indicateur de l'évolution quantitative du bocage, opérationnel sur un territoire de plus de 2000 km² et n'exigeant pas un travail de trop longue haleine. Nous verrons que notre indicateur présente cependant l'avantage de pouvoir être étoffé pour celui qui souhaite aller plus loin dans la description du bocage.

2.2.2. Les haies prises en compte

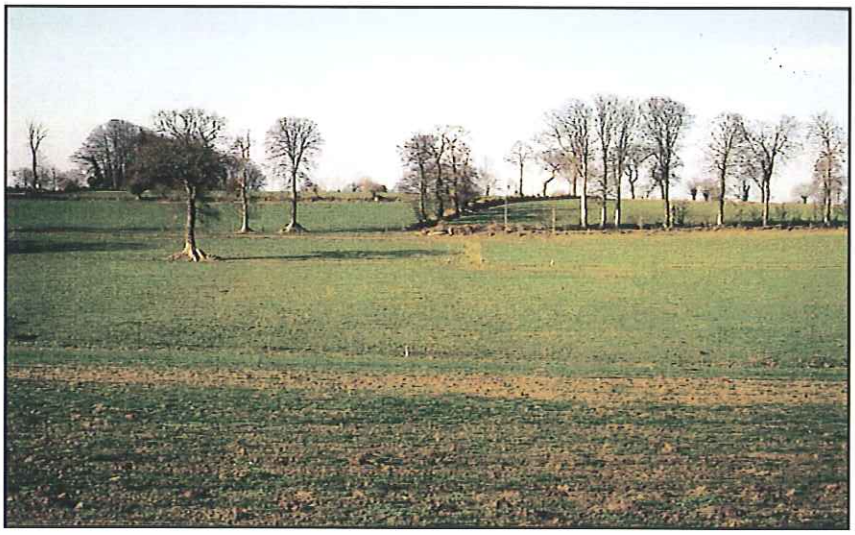
L'indicateur recherché a pour but de caractériser la dynamique du bocage, à travers le linéaire et la cohérence du réseau sur le territoire. On ne descend pas à l'échelle de la haie en tant que structure végétale verticale. L'aspect qualitatif de la haie, c'est-à-dire les espèces végétales présentes, le nombre de strates, le mode d'entretien... n'est pas abordé. Cependant, il nous faut répondre à la question « qu'est-ce qu'une haie ? ».

Les haies peuvent présenter de très nombreuses physionomies (Figure 3.). Nous l'avons vu, selon les régions et les époques, les haies ont assuré différents rôles. Comme pour le bocage, les descriptions de la haie sont souvent basées sur des critères très différents selon les auteurs et les disciplines. Différents travaux scientifiques se sont attachés à inventorier les haies à travers la réalisation de typologies. Il est alors devenu courant de classer les haies suivant leur qualité. Certaines de ces typologies vont jusqu'à définir une bonne ou une mauvaise haie. Pour notre part, toujours dans une optique générale, nous ne pouvons nous orienter sur un critère précis. Nous considérons que toute haie a son utilité et son importance, et donc qu'elle mérite d'être prise en compte. Une haie dont il ne reste qu'une strate arborée par exemple, pourra être qualifiée de pauvre ou de dégradée par certains spécialistes : pas d'exploitation économique, pas ou peu de fonction anti-érosive, une ressource écologique limitée... Elle assurera cependant son rôle de délimitation foncière et contribuera à l'aspect

Figure 3 : Quelques exemples de haies
(clichés DIREN)

Depuis le Mont Doville

La Haye-Pesnel
après arasement des talus
(cliché P. Brunet)



Nocé

boisé du paysage bocager. De même, une haie constituée d'une basse strate ne représente pas forcément un élément résiduel du bocage et n'est pas systématiquement amenée à disparaître si elle est entretenue. Toutes les haies visibles lors de la saisie des données seront donc à prendre en compte. Aucune distinction n'est faite selon le type de haies. Dans la même démarche, nous ne nous limitons pas aux haies de l'espace rural et agricole. Les haies de jardin, de lotissement, de zone industrielle... sont recensées au même titre qu'une haie bocagère de pré. Les raisons en sont la plus grande facilité du relevé, mais aussi le caractère bucolique de la haie. En effet, une de ses fonctions principales mise en avant aujourd'hui est sa participation à l'amélioration du cadre de vie et de l'environnement quotidien.

On pourrait croire que le choix de considérer toutes les haies nuit à la pertinence du résultat, et préconiser l'ignorance de certaines haies en mauvais état pouvant introduire un biais parmi les haies « fonctionnelles ». Rappelons qu'il s'agit plus de connaître l'évolution du bocage dans le temps que de le quantifier ou de l'inventorier. En fait, en ne faisant aucune restriction, on saisit très bien la dynamique d'une année d'étude à l'autre : les haies ayant disparu ne sont plus comptabilisées, ce qui apparaît dans la comparaison des résultats. A l'inverse, en relevant les haies qui perdurent, on met en avant leur capacité de renouvellement. De plus, ceci présente l'avantage de simplifier le relevé et de limiter les erreurs d'appréciation.

Une fois que l'on a précisé les haies considérées, il nous faut déterminer comment représenter les indices qui qualifient leur évolution dans le bocage.

2.3. Le calcul des indices

L'indicateur de la dynamique bocagère est composé de deux indices : I(Li) et I(Co), portant respectivement sur le linéaire de haies et sur la cohérence du réseau bocager. Le résultat final pour un territoire donné est donc exprimé par deux chiffres.

2.3.1. L'indice linéaire I(Li)

Il caractérise la longueur de haies du bocage. Les données brutes dont nous disposons sont la somme des longueurs des haies, en km, comprises dans les cercles ou portions de cercles contenus dans le territoire d'étude. I(Li) est formulé en kilomètre par kilomètre carré.

L'indice I(Li) est calculé pour le territoire par :

$$\mathbf{I(Li)} = \frac{\sum_{j=1}^{n} l_j}{\sum_{j=1}^{n} s_j} \quad \textbf{en km / km²}$$

avec n : nombre de cercles de l'échantillon en intersection avec le territoire

l_j : longueur totale de haies comprises dans le cercle j en km

s_j : surface d'intersection du cercle j en km²

2.3.2. L'indice cohérence du réseau I(Co)

Il est basé sur un rapport établi entre le nombre d'extrémités libres et le nombre de connexions de haies. La méthode repose sur le comptage des **extrémités libres E** (extrémité d'une haie aboutissant dans le vide) et des nœuds (intersection de haies). A chaque nœud est associé un « **poids** » **P** qui dépend du nombre de branches constituant l'intersection, c'est-à-dire du type d'angle.

Angle en L :	2 branches,	P = 1
Angle en T :	3 branches,	P = 2
Angle en X :	4 branches,	P = 3
Plus de 4 branches (très rare):		P = 4

Le rapport de base nous donnant I(Co) pour un territoire donné est :

$$\mathrm{I(Co)} = \frac{A}{A+E} \times 100$$

Avec : E : nombre d'extrémités libres

A : somme des angles affectés de leur poids

$A = 1w + 2x + 3y + 4z$ avec w : nombre d'angles de poids 1

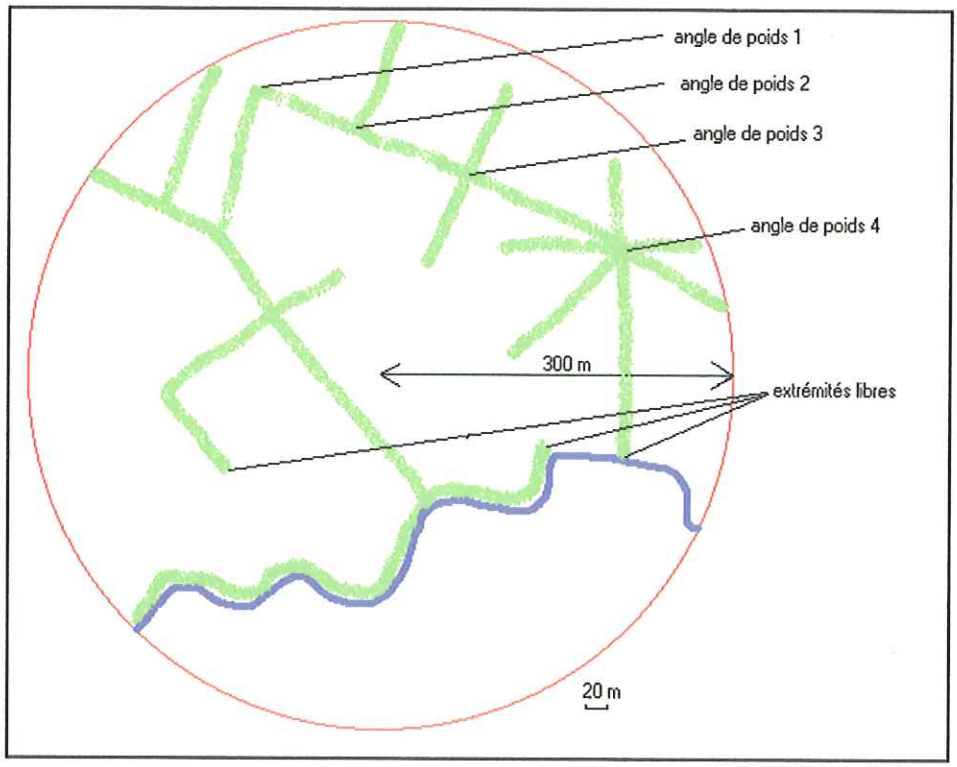
x : nombre d'angles de poids 2

y : nombre d'angles de poids 3

z : nombre d'angles de poids 4

I(Co) est lu en pourcentage.

Figure 4 : Exemple fictif du calcul de l'indice I(Co) sur un cercle



A = 1 x 2 angles + 2 x 4 angles + 3 x 2 angles + 4 x 1 angle
A = 20

Et E = 10

D'où I(Co) = $\frac{20}{20+10} \times 100 = 66\ \%$

I(Co) est représenté sur un échantillon par la formule :

$$\mathbf{I(Co)} = \frac{\sum_{j=1}^{n} a_j}{\sum_{j=1}^{n} a_j + \sum_{j=1}^{n} e_j} \times 100$$

Avec n : nombre de cercles de l'échantillon en intersection avec le territoire considéré

a_j : somme des angles affectés de leur poids pour le cercle j

e_j : nombre d'extrémités libres dans le cercle j

Ces formules sont appliquées au moment du calcul des indicateurs, c'est-à-dire lors du traitement des données par informatique. Le principe de base est très simple, l'extrapolation statistique au territoire d'étude rend le calcul un peu plus complexe. Les haies, extrémités libres et angles à prendre en compte sont précisément définis dans la troisième partie concernant la saisie des données. Notons que le point essentiel est d'avoir un moyen stable et régulier d'obtenir les deux indices linéaire et cohérence d'une année à l'autre, afin de pouvoir les comparer dans le temps sans observer d'aberration.

2.3.3. L'interprétation des indices

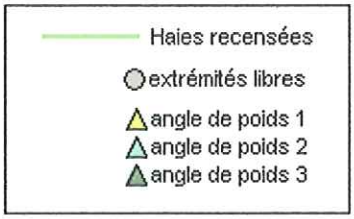
La signification de I(Li) est simple : il représente la longueur de haies présentes sur un kilomètre carré. Concernant I(Co), on peut simplifier son interprétation par :

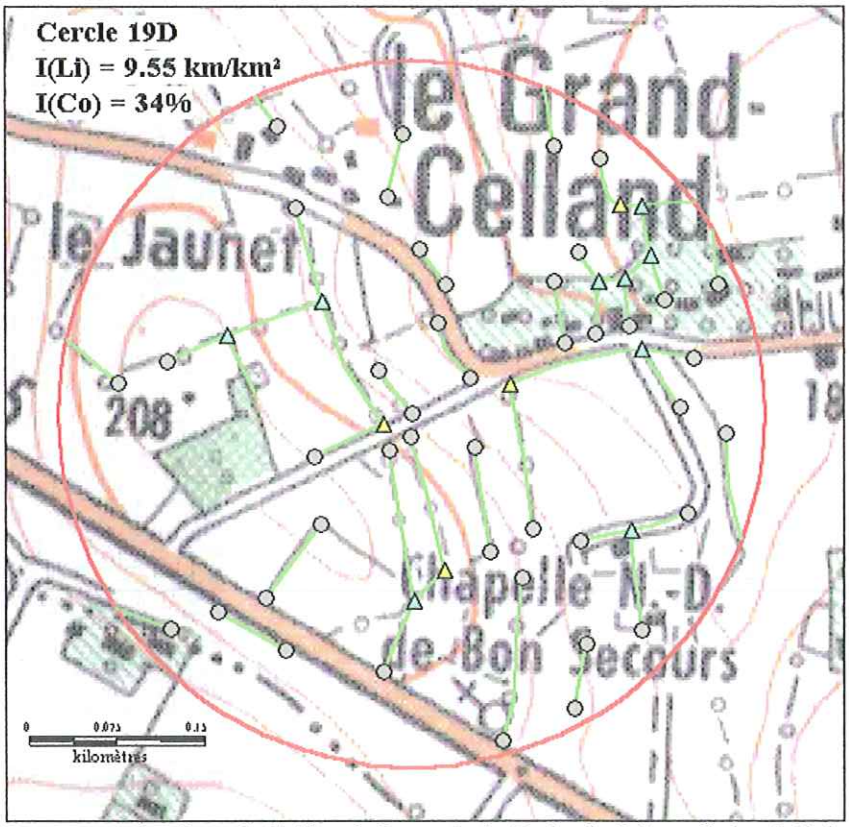
- Si le résultat tend vers 100% : il y a peu d'extrémités libres, le maillage est très structuré.
- Si le résultat tend vers 0% : il y a peu d'intersections et plus d'extrémités, le maillage est très discontinu.

L'interprétation de ces deux indices doit être faite avec certaines précautions. La cohérence peut être importante alors que le territoire est peu bocager. I(Co) ne renseigne pas sur la densité du réseau ou sur la proportion de haies, mais sur la qualité de l'organisation spatiale des haies existantes. En fait, I(Li) et I(Co) sont très indépendants. Il ne correspond pas un indice du linéaire à un indice de cohérence fixé ; il existe plusieurs possibilités d'organisation du réseau pour une longueur de haie donnée. Un même indice de cohérence peut être calculé pour deux espaces différents, un de ces espaces étant très bocager et l'autre ne l'étant pas. Mais les deux indices sont complémentaires et indissociables pour caractériser le bocage. Par ailleurs, on ne peut qualifier la cohérence du réseau de haies dans un secteur où il n'y a précisément pas de haies. Cette situation est à distinguer du cas où I(Co)=0. La figure 5 présente quelques exemples d'interprétation à l'échelle du cercle.

Figure 5 : Exemples du calcul des indicateurs sur des cercles

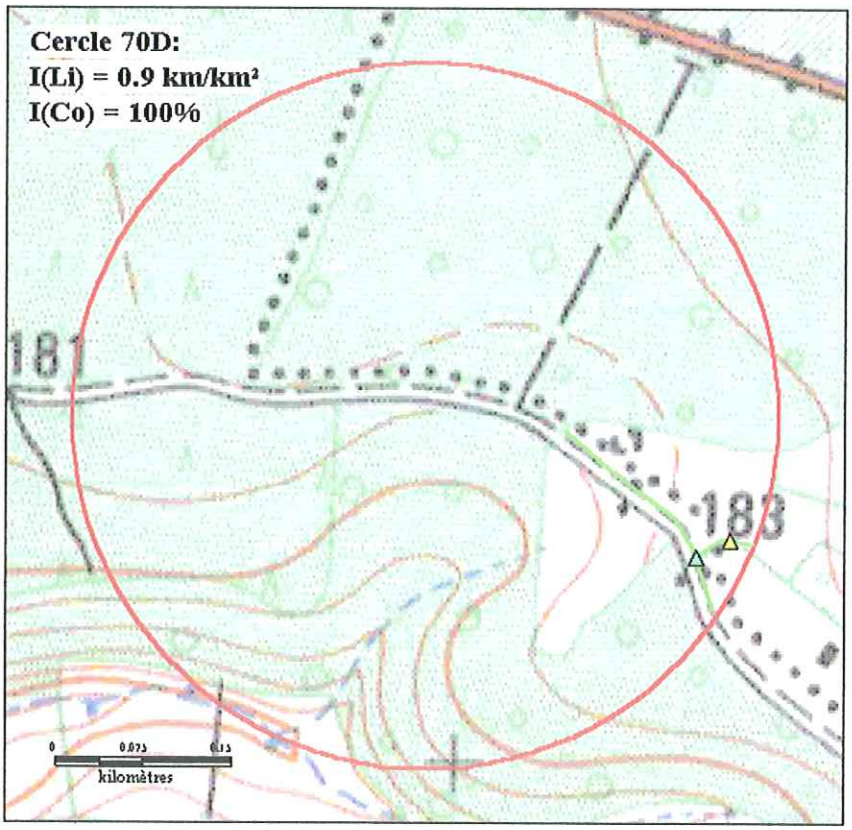
Les exemples de calcul présentés ici sont effectués sur des cercles et les mêmes interprétations ne pourraient être faites à l'échelle d'un territoire de 2000 km².
Nous avons choisi quelques cas extrêmes dans le but d'insister sur les précautions à prendre quant à la signification de I(Li) et I(Co) et à l'interprétation des résultats.





(commune du Grand-Celland, Pays de la Baie du Mont-Saint-Michel)

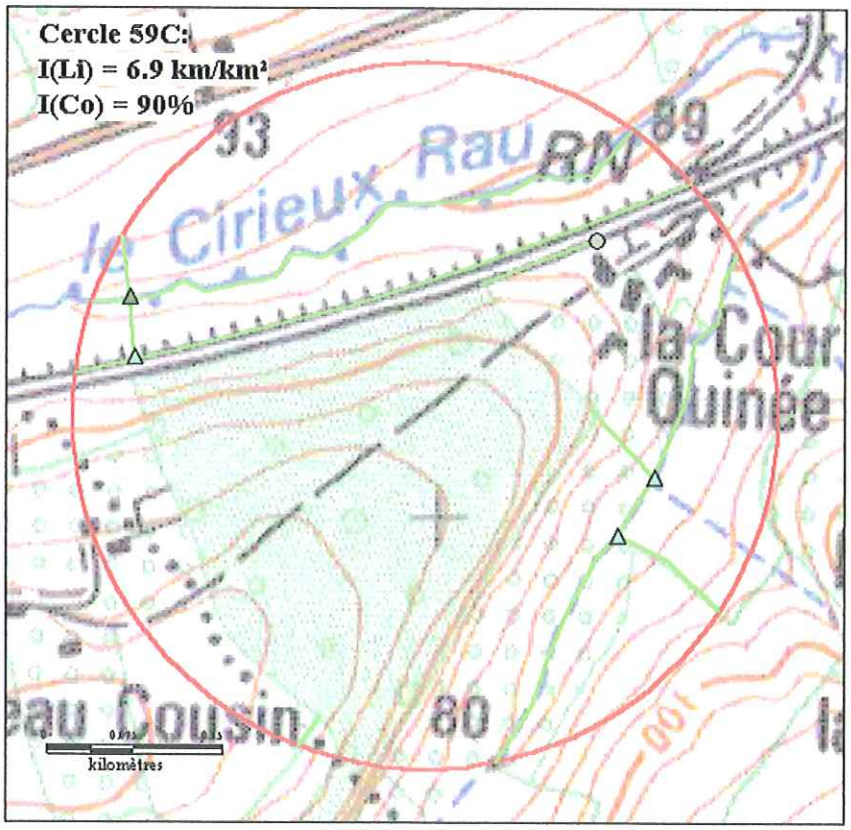
Le réseau est très désorganisé, puisque l'indice de cohérence est faible pour un linéaire supérieur à la moyenne. Le nombre relativement important d'extrémités libres révèle des haies discontinues et un bocage dégradé.



(commune de Saint-Ouen-le-Houx, Sud Pays d'Auge)

A l'inverse du cas précédent, l'indice de cohérence est très fort, alors que le linéaire est très faible. I(Co) est souvent peu significatif lorsqu'il n'y a pas beaucoup de linéaire.

Ici, la longueur de haie se situe dans la moyenne, et I(Co) est très fort. Cela est surtout dû à une absence relative d'extrémités libres.



(commune de Saint-Pierre-des-Ifs, Pays d'Auge)

L'indicateur de l'évolution du bocage reste modeste et simple, dans sa forme et sa signification. Il remplit son rôle d'indicateur d'état et d'évolution, dans une approche généraliste. Une étude plus précise, dans le choix de l'échelle géographique, le type de haies ou les éléments qualificatifs du bocage, demanderait un investissement beaucoup plus lourd. L'indicateur mis en place a l'avantage d'être souple (dans l'espace et dans le temps), de permettre un rôle de veille, en quantifiant le linéaire de haie et la cohérence du réseau, deux caractéristiques essentielles du bocage.

III LE TRAITEMENT DES DONNEES : DE LA PHOTOGRAPHIE AERIENNE AU SYSTEME D'INFORMATION GEOGRAPHIQUE

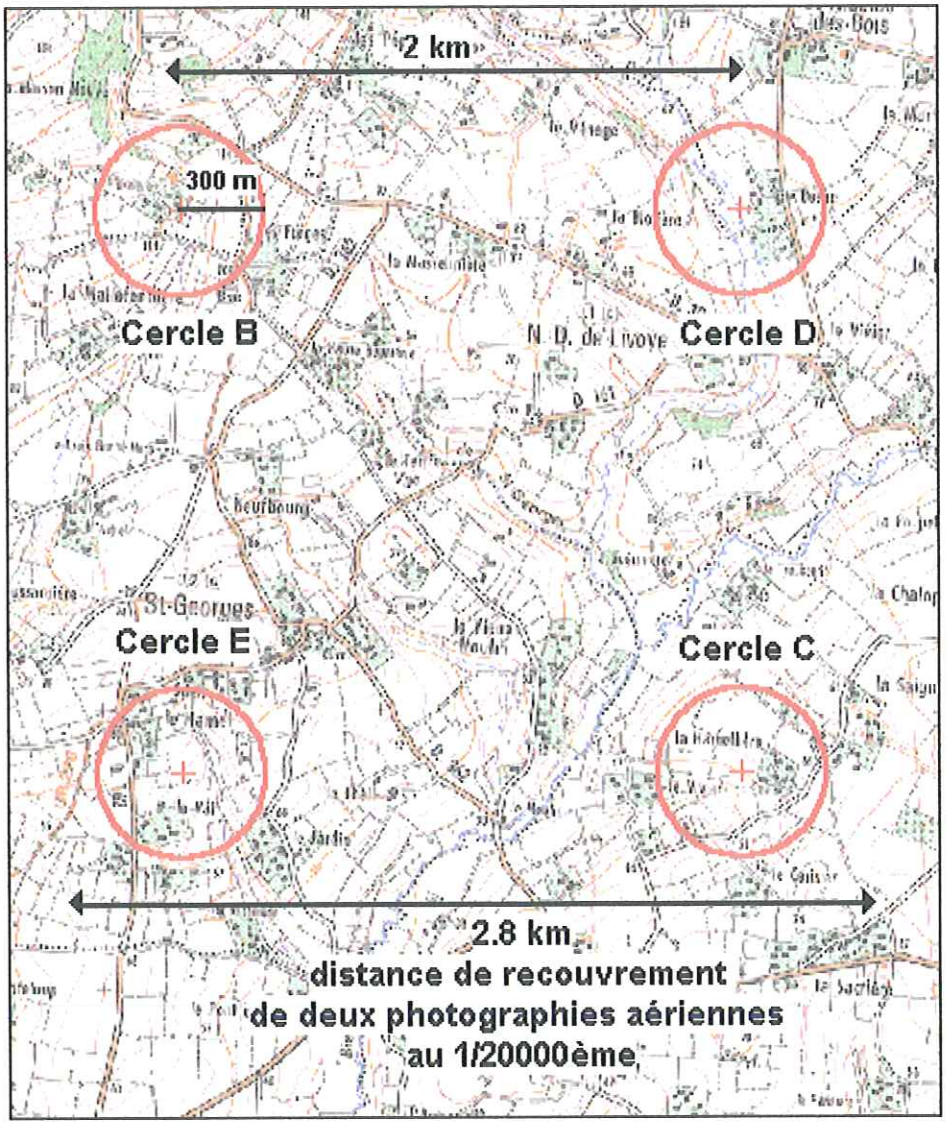
Afin de calculer l'indicateur de l'évolution du bocage, il nous faut déterminer le moyen de collecter et d'exploiter les données. Il doit répondre à certaines contraintes : un territoire d'étude non défini (tout espace de 2 000 km²) ou très étendu (la Basse-Normandie), un temps d'application correcte et un coût réduit. Il doit également être simple, et permettre des résultats précis.

3.1. Méthodologie générale

3.1.1. Les moyens d'investigation

Pour des raisons de rapidité de mise en application, ainsi que de limitation de coût, l'étude doit être réalisée en bureau, par observation de photographies aériennes par stéréoscopie. Ceci permet la restitution de nombreuses informations, et notamment le tracé des haies, sans avoir à se déplacer sur le terrain. La photographie aérienne verticale, à l'échelle 1/20000ème, en infrarouge noir et blanc, offre un bon compromis entre la qualité de la vision et le nombre de photographies nécessaires. De façon générale, les missions aériennes réalisées pour l'Inventaire Forestier National sont les seules à couvrir toute la Basse-Normandie et à différentes dates : 1972, 1984, 1998. Pour des territoires plus petits, il existe souvent d'autres missions qui permettraient l'étude d'une région donnée à des dates plus fréquentes que pour la Basse-Normandie toute entière. Sur ce point, chaque zone est un cas particulier (le site Internet de l'IGN, *www.ign.fr*, renseigne sur les missions existantes par commune). Afin de limiter le coût d'acquisition des photographies aériennes, il faut en réduire le nombre. Pour cela, nous avons souhaité regrouper les cercles en « grappes » (figure 6). Toutes les grappes ont la même configuration de base, et sont réparties régulièrement sur le

Figure 6 : Une grappe de cercles



territoire. Une grappe est composée de 4 cercles dont les centres sont distants de 2 km (un cercle a un rayon de 300 m et une surface de 28.27 ha). La largeur et la hauteur d'une grappe ne doivent pas dépasser 2.8 km pour qu'elle puisse être observée au minimum sur deux photographies aériennes au 1/20000ème. Au-delà de cette distance, trois clichés seront assurément nécessaires à la vision stéréoscopique. En choisissant une largeur de grappe de 2.6 km, on limite les situations nécessitant 3 clichés ou plus (mais on ne les élimine pas). Il y a 1 179 cercles et 309 grappes pour toute la Basse-Normandie.

Par ailleurs, le choix a été fait de gérer et de traiter les données par un système d'information géographique (SIG, grâce au logiciel Mapinfo), et ce pour plusieurs raisons : il offre un plus grand confort de travail, une facilité de comptage et d'enregistrement du linéaire, des extrémités libres et des angles, des possibilités de traitement statistique selon les besoins, une conservation de l'information permettant des comparaisons chronologiques et éventuellement la reprise d'interprétations.

Différents moyens peuvent être mis en œuvre pour exploiter les clichés et transférer les données sous SIG. Un test nous a permis de déterminer la méthode la plus rapide, en comparant le temps nécessaire à l'étude d'un cercle, selon 3 modes de saisie des haies distincts (cf. Annexe D) :

- Mode A : on reporte les haies sur un calque depuis la photographie aérienne, puis on procède à la saisie informatique sur un fond de carte IGN au 1/25000ème scanné (scan25).
- Mode B : on reporte les haies sur un fond de carte IGN « papier » depuis la photographie aérienne, puis on procède à la saisie informatique sur scan25.
- Mode C : la photographie aérienne est scannée, puis calée sous Mapinfo. La saisie est faite à l'écran sur l'image numérisée.

Il en ressort que l'utilisation du calque est trop imprécise au vue de l'échelle des clichés, et assez inconfortable de ce fait (et donc plus longue). Le calage des photos scannées demande beaucoup de temps pour une précision correcte, même lorsque le bocage est peu dense, alors que pour les modes A et B, le temps nécessaire à la saisie des haies est souvent proportionnel à la densité du bocage (notons que les temps affichés en annexe D pour le test incluent le temps de familiarisation avec la photo-interprétation et les modes de relevés. Ils surestiment le temps réel que mettrait l'opérateur lors de l'étude). Au delà du problème du temps nécessaire, d'autres paramètres interviennent dans le choix de la méthode. D'une part, les clichés ne sont pas toujours exactement à la même échelle, du fait des variations de l'altitude de l'avion qui effectue la mission. Toute mesure (longueur, surface) doit donc être faite de préférence à partir de la carte IGN (mode A ou B) plutôt que d'une photographie aérienne (mode C).

D'autre part, la vision stéréoscopique permet de percevoir des éléments invisibles autrement. Cette facilité d'interprétation n'est pas possible avec le mode C. Enfin, les bords d'une photographie aérienne présentent des déformations qu'on ne peut corriger qu'en effectuant un redressement du cliché. Le mode B offre l'avantage non négligeable, par le report des haies sur fond de carte IGN, d'annuler les biais engendrés par une exploitation directe de la photographie aérienne (figure 7 et Annexe E). Même s'il nécessite de se procurer plus de photos pour bénéficier de la vision stéréoscopique (couples), il semble être le plus adapté à nos besoins. De plus, les données enregistrées resteront valables et comparables si, à l'avenir, l'utilisation d'orthophotoplans se développe.

3.1.2. Méthodologie et mise en application

Il nous faut préciser ici deux points. Premièrement, nous verrons dans la quatrième partie sur l'échantillonnage que le choix a été fait de construire un échantillon fixe, identique à chaque année d'étude. Il ne sera alors pas nécessaire à l'opérateur de créer un nouvel échantillon et d'effectuer un repérage des cercles sur scan25. Deuxièmement, les données sont saisies cercle par cercle, et chaque cercle appartient à une grappe : un certain nombre de manipulations ne sont donc effectuées qu'une seule fois pour une grappe, et non 4 fois pour chaque cercle.

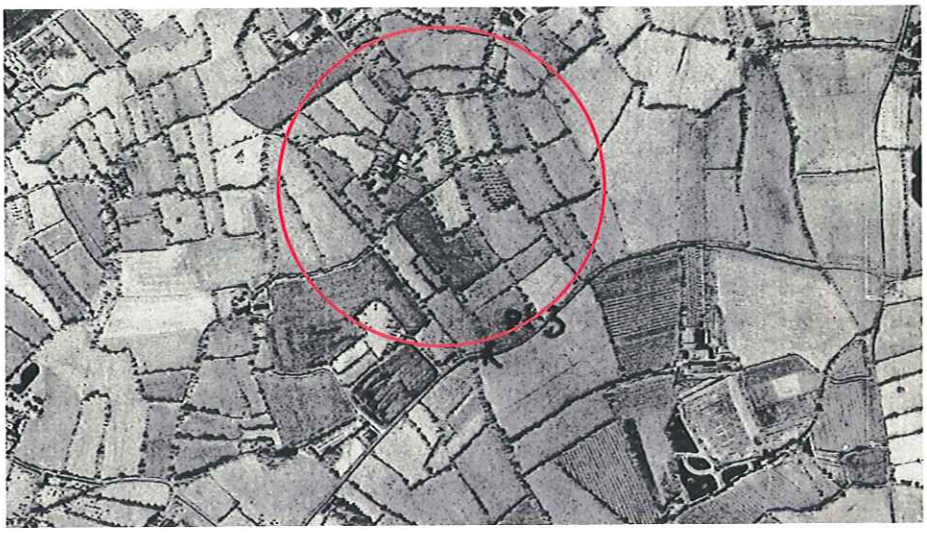
La méthode complète à appliquer comprend différentes étapes (collecte des données puis traitement sous SIG), qui consistent à :

- lister les photographies aériennes à acquérir pour couvrir l'échantillon du territoire considéré, grâce à la consultation des plans de vol sur le site internet *www.ign.fr*. Veiller à ce que toutes les grappes puissent être observées entières par stéréoscopie. Se procurer les photos concernées (notamment par l'intermédiaire de l'Inventaire Forestier National).
- imprimer sur papier les fonds de carte IGN à partir du scan25 sous le logiciel Mapinfo.
- procéder à la photo-interprétation, en suivant les règles décrites dans le paragraphe 3.2.1., et reporter les informations sur le fond de carte IGN.
- reporter les relevés sous forme de données graphiques géoréférencées et renseignées dans des tables grâce à l'outil informatique (logiciel de SIG Mapinfo).
- appliquer la procédure informatique de traitement des données afin d'obtenir le résultat final souhaité (cf. le « guide de l'opérateur » en annexe F).

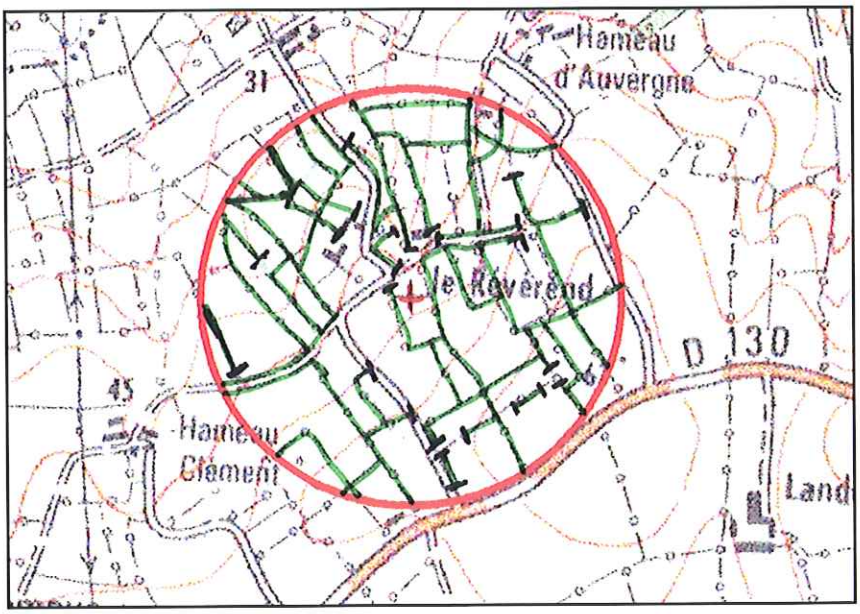
Figure 7 : Le mode B de saisie des haies

(Au Sud-Ouest de Bricquebec, Manche)

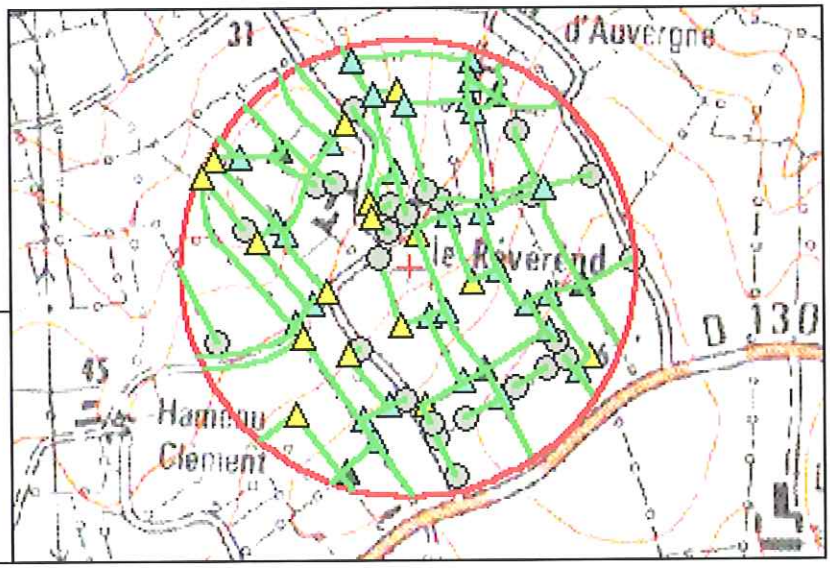
Etape 1 :
LA PHOTO-INTERPRETATION
Un transparent sur lequel est tracé le cercle est posé sur le cliché afin de repérer la position du cercle.



Etape 2 :
LE RELEVE DES HAIES
Les haies sont relevées manuellement lors de l'observation stéréoscopique sur un fond de carte IGN préalablement imprimé.



Etape 3 :
LA SAISIE SOUS SIG
A partir des relevés précédents, on reporte les données sous le logiciel Mapinfo en distinguant les éléments haies, extrémités libres et angles.



Le temps d'application est un paramètre important qui a joué un grand rôle dans le choix de la méthode. Il a été évalué ainsi :

- repérage des clichés, impression du fond de carte : 5 min par grappe de 4 cercles.
- relevé stéréoscopique : 5 min par cercle, soit 20 min par grappe.
- digitalisation sous informatique : 5 min par cercle, soit 20 min par grappe.

Le temps moyen estimé nécessaire au relevé, à la digitalisation et à l'enregistrement des données pour une grappe est donc de 45 min. Ces chiffres ne sont que des ordres de grandeur. Les situations sont très variables d'une grappe à l'autre selon la densité de haies, mais se compensent sur un territoire. Ainsi, les extrêmes observés vont de 20 min à 1 h par grappe.

- traitement informatique final : environ 10 min.

Le nombre de photographies aériennes peut être estimé à 920 clichés pour couvrir les 309 grappes sur toute la Basse-Normandie. A raison de 6 heures de travail par jour, 2 mois sont nécessaires à l'étude complète et au calcul de l'indicateur sur la Basse-Normandie.

3.2. La collecte des données

3.2.1. La photo-interprétation

La collecte des données par photo-interprétation est effectuée pour chaque cercle de l'échantillon. Elle doit être faite aussi rigoureusement que possible. La subjectivité de l'opérateur entre beaucoup en compte dans cette étape, d'autant plus qu'il y a de grandes chances pour que l'opérateur ne soit pas la même personne à chaque année d'étude. Or, il est important que toutes les haies soient recensées de la même manière pour que les résultats finaux puissent être comparés, d'un territoire à l'autre et d'une année à l'autre. Nous avons préalablement identifié les situations qui posaient le plus de problèmes lors de la photo-interprétation, en travaillant sur plusieurs cercles et dans différents types de bocage. Puis des règles de saisie précises ont été établies afin de limiter la subjectivité liée à l'opérateur. Elles concernent la reconnaissance et l'interprétation des formes de haies et d'intersections visibles en stéréoscopie (cf. figure 8) :

- unité recensée : toute formation linéaire, en bord de parcelle ou d'un bord de parcelle à l'autre, comportant de la végétation ligneuse:
  >> haies arborées ou non-arborées, haies buissonnantes, ornementales, taillées, dégradées...
  >> parcelle agricole, routière, de jardin (y compris en lotissement)...

- Ne sont comptées que les formations linéaires visibles à la photo-interprétation : de longueur supérieure à 20 m.

- Considérer un seul segment de haie s'il n'y a pas d'interruption de plus de 20 m (interruption ≤ 20 m), deux segments de haie si l'interruption est supérieure à 20 m.

- Un angle dans une haie est considéré comme une intersection lorsqu'il est inférieur à 135 degrés.

- Une intersection ne pouvant être considérée comme le vestige d'un réseau bocager ancien n'est pas comptabilisée. Exemple : la plupart des méandres de cours d'eau, haie formant un virage et non un angle…

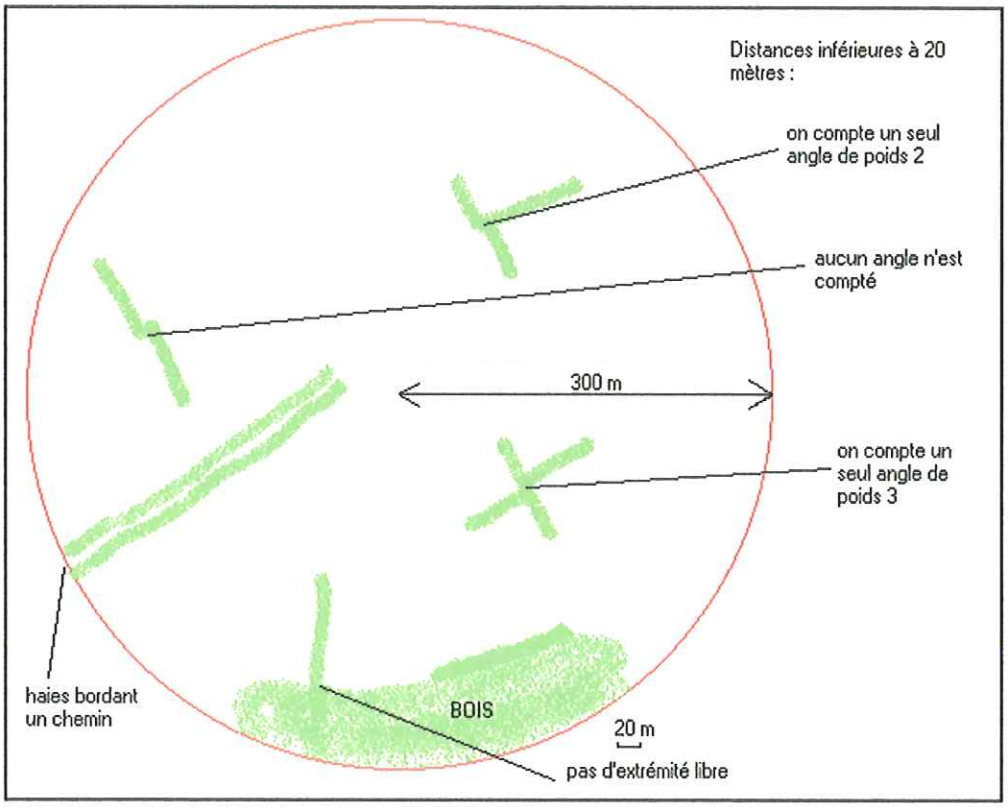
- Les intersections consécutives sont dissociées si elles sont distantes de plus de 20 m. Dans le cas contraire, elles sont confondues.

- Les lisières de bois ne sont pas comptabilisées. Par contre, on recense les haies, en périphérie des bois ou fourrés, qui sont visibles et bien distinctes à la photo-interprétation.

- N'est pas comptée comme extrémité libre une haie aboutissant sur un bois ou une forêt.

- Deux haies parallèles qui bordent une route ou un chemin sont relevées individuellement lorsqu'elle sont visibles toutes les deux.

Figure 8 : Application des règles de photo-interprétation



Deux personnes différentes ont effectué un exercice d'interprétation sur plusieurs cercles en appliquant ces règles sous stéréoscopie, afin d'évaluer le degré de subjectivité de la méthode. L'écart des résultats de l'observation des mêmes cercles par les deux opérateurs est très faible. Un travail de terrain a ensuite permis de vérifier la concordance entre le relevé sur photographie (suite à l'application de ces règles) et la réalité sur le terrain. Les cas où l'identification des haies est difficile sont relativement rares. Il faut noter qu'une certaine facilité de lecture s'instaure au fur et à mesure de l'étude, avec la familiarisation de la photo-interprétation et de la méthode en général.

3.2.2. La saisie informatique des données

La photo-interprétation sert à relever les haies existantes sur un fond de carte IGN (scan25) préalablement imprimé. Pour pouvoir être exploitées, ces données brutes sont transformées en données informatiques. Les éléments observés en photo-interprétation sont reportés sous forme d'objets graphiques géoréférencés, grâce à l'utilisation d'un Système d'Information Géographique (SIG), le logiciel Mapinfo. Pour obtenir les indices linéaire I(Li) et cohérence I(Co), trois éléments sont nécessaires : les haies, les angles et les extrémités libres. Nous les avons enregistrés séparément dans trois tables de base. Une table Mapinfo est constituée d'objets qui apparaissent à la fois sous forme graphique (sur le scan25 dans notre cas) et dans un tableau (un objet = une ligne du tableau). Ces tables permettent d'effectuer différents traitements (calcul de distances et surfaces, somme, moyenne, dénombrement...) sur des territoires définis dans le SIG. Pour parvenir au résultat final recherché, diverses manipulations sont effectuées à partir des 3 tables de base (cf. paragraphe suivant) :

- la table des haies : *LinéR.tab.*
  Chaque objet de la table représente un segment de haie.
- la table des angles : *Angle.tab*
  Chaque objet représente une intersection de haies. Est précisé son poids, relatif au nombre de branches qui constituent le nœud (cf. paragraphe 2.3.2.) .
- la table des extrémités libres : *Xtrem.tab*
  Chaque objet représente une extrémité libre.

Sont tracés, dans l'ordre, les haies, et ensuite les angles et les extrémités. Au fur et à mesure de la création des objets, il est important de préciser pour chacun le cercle de l'échantillon

auquel il appartient. Cette identification du cercle doit être faite au moment du tracé des objets sur scan25, par le remplissage de 3 colonnes de désignation : le numéro de la grappe (entre 1 et 309 sur toute la Basse-Normandie), la position du cercle dans la grappe (un des 4 cercles : B, C, D ou E), et l'agrégation des deux qui identifient chaque cercle individuellement. Il en existe 1 179.

3.3. Le Système d'Information Géographique

3.3.1. Les objectifs et les enjeux

Le SIG à mettre en place doit répondre à certaines contraintes liées aux objectifs de l'étude. Sa fonction principale est de calculer les deux indices « linéaire » et « cohérence » pour un territoire donné, à partir des informations recueillies par photo-interprétation sur les cercles de l'échantillon. Au delà de ce but premier, d'autres critères doivent être respectés. Il s'agit de créer un système d'exploitation des données aussi simple que possible, permettant des études « à la carte », c'est-à-dire sur n'importe quel territoire et pour différentes années. La vocation de l'indicateur étant l'étude de l'évolution du bocage sur le long terme, la capacité à la fois de conservation et d'actualisation des données du SIG est très importante. Il doit également être simple d'utilisation afin de ne pas demander de connaissances trop poussées à l'opérateur. Les manipulations informatiques sont réduites autant que possible afin de limiter les risques d'erreur. Nous avons donc cherché à mettre en place un système souple et modulable selon l'espace géographique d'étude, permettant des comparaisons temporelles, et offrant le meilleur compromis entre fiabilité des résultats et simplicité d'application.

Le SIG offre d'énormes possibilités d'exploitation des données, notamment grâce à la puissance des requêtes SQL (pour Structured Querry Language). Il est certainement possible d'améliorer d'avantage encore la procédure informatique grâce à de la programmation par exemple (ce qui requiert de grandes compétences dans le domaine du langage informatique). L'apprentissage de l'outil SIG fut passionnant mais long. La recherche et la mise en place de la base de données cartographique et des tables ont demandé beaucoup d'investissement personnel et de tâtonnements qui se sont finalement révélés fructueux. Nous avons essayé d'envisager toutes les possibilités de traitement et de les comparer. La méthode retenue, présentée dans le paragraphe suivant, s'avère être la plus adaptée à nos besoins et celle qui offre le résultat le plus juste.

3.3.2. La procédure informatique

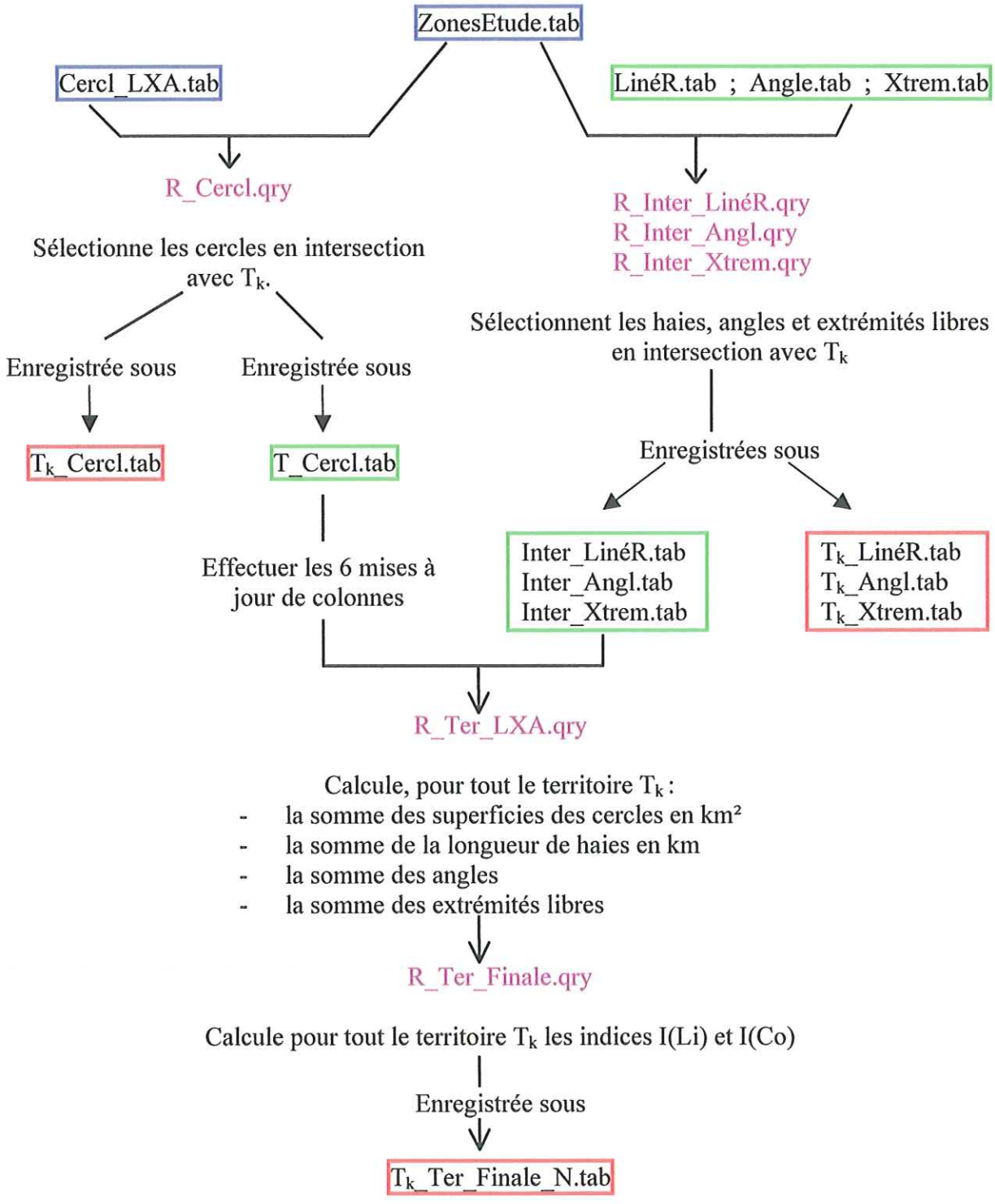
La démarche générale est relativement simple. Tout a été fait pour faciliter au maximum sa mise en application par l'opérateur. Cependant, les manipulations peuvent paraître complexes à une personne qui connaît peu le logiciel Mapinfo. La procédure étant répétitive, l'enchaînement des tâches à effectuer s'acquiert toutefois très rapidement. Seules des fonctions de base de Mapinfo sont utilisées, en l'occurrence il s'agit principalement de « mises à jour de colonnes » et de « requêtes SQL ». Ces dernières sont toutes formulées, il ne reste à l'opérateur qu'à les charger. Les informations pérennes nécessaires au calcul de l'indicateur (notamment celles se rapportant à la répartition des cercles de l'échantillon), sur un nouveau territoire ou une nouvelle année, sont prêtes à être employées.

La démarche générale que suit la procédure informatique est présentée dans ce paragraphe. Elle consiste à exploiter les données afin d'obtenir l'indicateur sur la région T_k pour l'année N. Les manipulations à effectuer par l'opérateur sont exposées dans un manuel détaillant les opérations successives du calcul de l'indicateur : le « guide de l'opérateur » (Annexe F). Le système mis en place est schématisé dans la figure 9. Il est composé de trois types de tables, dont les structures apparaissent dans la figure 10:

- des tables de base : *Centre_cercle.tab*, *Cercle.tab*, *Cercle_LXA.tab* et *ZonesEtude.tab*.
  Les trois premières tables sont permanentes et invariables. Elles contiennent les éléments créés relatifs à l'échantillonnage (et non des données collectées), à savoir les centres de cercles et les cercles qui couvrent la Basse-Normandie. Aucune opération n'est effectuée sur ces tables, elles permettent simplement de créer les objets cercles. *Cercle_LXA.tab* contient, comme *Cercle.tab*, la totalité des cercles de la Région. La différence entre ces deux tables est la présence de colonnes supplémentaires dans *Cercle_LXA.tab*. Elles seront ultérieurement utiles au calcul des indices. Ainsi, les modifications se font sur *Cercle_LXA.tab*, ce qui évite de manipuler *Cercle.tab*. La table *ZonesEtude* est en revanche amenée à évoluer. Y sont enregistrés les territoires d'étude pour lesquels l'indicateur a été ou sera calculé. Les objets qui représentent ces territoires sont créés au fur et à mesure des besoins, puisqu'on ne connaît pas à l'avance la délimitation des futurs secteurs d'étude.

Figure 9 : Les principales tables Mapinfo

Exemple de l'étude du territoire appelé T_k à l'année N :



Sont figurées : en bleu : les tables de base
en vert : les tables transitoires
en rouge : les tables archives sur le territoire T_k.
en violet : les requêtes SQL

Figure 10 : La structure des tables Mapinfo

LinéR.tab

Désignation	Num_Grappe	Id_Cercle	Niv_Densité	Année
22B	22	B	DEUX	1998
22B	22	B	DEUX	1998
22B	22	B	DEUX	1998
22B	22	B	DEUX	1998
22D	22	D	DEUX	1998
22D	22	D	DEUX	1998
22D	22	D	DEUX	1998
22D	22	D	DEUX	1998

Poids de l'angle

Cercle B, C, D ou E

Angle.tab

Désignation	Num_Grappe	Id_Cercle	Niv_Densité	Poids	Année
42D	42	D	PREM	1	1998
42D	42	D	PREM	2	1998
42D	42	D	PREM	2	1998
42E	42	E	PREM	1	1998
42E	42	E	PREM	1	1998
42E	42	E	PREM	1	1998
42E	42	E	PREM	1	1998
42E	42	E	PREM	2	1998

Sous-ensemble de grappes
PREM, DEUX, TROI ou QUAT

Xtrem.tab

Désignation	Num_Grappe	Id_Cercle	Niv_Densité	Année
3B	3	B	QUAT	1998
3B	3	B	QUAT	1998
3B	3	B	QUAT	1998
3D	3	D	QUAT	1998
3D	3	D	QUAT	1998
3D	3	D	QUAT	1998
3C	3	C	QUAT	1998
3C	3	C	QUAT	1998

Numéro de la grappe

Calcul de I(Co) pour le cercle

Nombre d'angles dans le cercle

Longueur totale de haies dans le cercle

Nombre d'extrémités libres

T_Cercl.tab

Désignation	Num_Grappe	Id_Cercle	Niv_Densité	Territoire	Année	Km_haies	Angl	Xtrem	Cohérence
1B	1	B	PREM	PaysBMSM	1998	3,452	37	10	0,787234
44C	44	C	PREM	PaysBMSM	1998	3,848	34	11	0,755556
55C	55	C	PREM	ZoneAuge	1998	2,254	17	9	0,772727
66C	66	C	PREM	ZoneAuge	1998	2,2	9	12	0,428571
73C	73	C	PREM	ZoneAuge	1998	1,846	9	5	0,642857
75C	75	C	PREM	ZoneAuge	1998	2,52	8	15	0,347825
42C	42	C	PREM	ZoneAuge	1998	3,035	37	15	0,698111
51C	51	C	PREM	ZoneAuge	1998	1,423	4	5	0,444444
53C	53	C	PREM	ZoneAuge	1998	0,642	0	3	0

➢ des tables transitoires : *LinéR.tab, Angle.tab, Xtrem.tab*

Inter_LinéR.tab, Inter_Angl.tab, Inter_Xtrem.tab

T_cercl.tab

Elles sont destinées à être modifiées à chaque nouvelle étude et à servir de supports au calcul des deux indices I(Li) et I(Co). C'est sur ces tables que sont effectuées la plupart des manipulations informatiques. Sont enregistrées dans les 3 premières tables les données brutes observées à la photo-interprétation (haies, angles et extrémités libres). A l'aide de 3 requêtes SQL, sont extraits de ces tables les éléments en intersection avec T_k : ils sont enregistrés sous *Inter_LinéR.tab, Inter_Angl.tab* et *Inter_Xtrem.tab.* Enfin, la table *T_cercl* est issue d'une requête SQL faite sur *Cercl_LXA.tab*, qui sélectionne les cercles en intersection avec T_k. Elle comporte des colonnes sur lesquelles sont effectuées des mises à jour. Ceci permet de calculer, pour chaque cercle, la longueur en km du linéaire de haies recensé, le nombre d'angles (intersections de haies associées à leur poids) et le nombre d'extrémités libres, ainsi que la surface d'intersection du cercle considéré. Ces quatre éléments sont intégrés ensuite dans deux requêtes successives pour calculer les deux indices définitifs sur tout le territoire T_k (résultat final dans *R_Ter_Finale.qry*).

➢ pour finir, les résultats calculés à partir des tables transitoires sont conservés dans des tables « archives » par territoire et par année d'étude :

T_k_LinéR_N.tab, T_k_Angl_N.tab, T_k_Xtrem_N.tab

T_k_Cercl_N.tab et *T_k_Ter_Finale_N.tab.*

Sont ainsi conservés, pour le secteur T_k , les haies, les angles, les extrémités libres et les cercles en intersection avec T_k , ainsi que la valeur de I(Li) et de I(Co), à la date N.

La mise en application de la procédure informatique est rendue opérationnelle par un document Mapinfo qui regroupe les tables nécessaires au calcul de l'indicateur, aux lancements des requêtes SQL et aux mises à jour de colonnes : *M_à_j.wor.* Il ouvre les tables : *ZonesEtude, Centre_cercle, Cercle, Cercl_LXA, LinéR, Angle,* et *Xtrem.* Le système de gestion des données ainsi créé offre, au delà de sa vocation première qui est le calcul des indicateurs I(Li) et I(Co) pour n'importe quel territoire (de plus de 2000 km²), les possibilités suivantes :

- actualiser les données en modifiant les enregistrements antérieurs lorsque le cercle considéré a déjà été étudié, plutôt que de créer à nouveau des haies. On peut ainsi

facilement comparer la situation sur une même zone à deux dates différentes en supprimant ou modifiant les haies existantes lors de la première année d'étude.

- exploiter les données par cercle ou par grappe (et non pas uniquement pour l'ensemble du territoire d'étude) dans le cadre d'un travail d'une autre nature, portant sur certains cercles précis, ou pour disposer d'une distribution statistique afin d'effectuer des traitements assez poussés (étude de la répartition spatiale des cercles où I(Co) est supérieur à 80% par exemple).

La photographie aérienne apparaît comme un excellent moyen d'observer le bocage. Malheureusement, les missions aériennes ne sont pas aussi fréquentes qu'on pourrait l'espérer. Pour exploiter les données ainsi collectées, nous avons fait le choix d'utiliser un système d'information géographique. Celui-ci calcule les deux indices linéaire et cohérence, par une série de manipulations aussi simples que possible. Il répond également très bien aux contraintes principales, en permettant d'appliquer l'indicateur sur tout territoire géoréférencé de plus de 2 000 km² (quelque soit sa délimitation géographique), et en facilitant la comparaison et l'actualisation des données dans le temps.

IV L'ECHANTILLONNAGE STATISTIQUE

L'ambition de la DIREN de Basse-Normandie est de pouvoir suivre l'évolution du bocage sur un territoire allant de 2000 km² à l'échelle de toute la Région, c'est-à-dire sur près de 18000 km². Il est évidemment impossible de pouvoir étudier de façon exhaustive toutes les haies de Basse-Normandie. Le sondage est alors la seule possibilité d'effectuer des mesures dans un délai et pour un coût raisonnables. Nous avons donc cherché à maximiser la précision pour un coût donné. Ce coût dépend directement du temps d'étude d'un élément de l'échantillon (c'est-à-dire un cercle) et de la quantité de photographies aériennes nécessaires pour couvrir l'échantillon (coût de la procuration des clichés). Il s'agit de déterminer l'échantillon spatial le plus adapté à nos besoins, répondant à ces contraintes. Il doit répondre à deux critères majeurs :

- offrir une bonne représentativité du phénomène à l'échelle du territoire d'étude : cela revient à définir le type de sondage et le mode de répartition des cercles.
- être suffisamment précis pour déceler l'évolution lente et diffuse du bocage : il faut atteindre une fraction de sondage (taille de l'échantillon) correspondant à la précision souhaitée.

4.1. La forme de l'échantillon

4.1.1. Questions préalables

Il existe différents types de sondages pouvant être utilisés dans notre cas. Plusieurs paramètres sont entrés en compte pour guider notre choix. En premier lieu, un certain nombre de questions, portant directement ou par voie de conséquence sur le problème statistique, se sont posées :

- définition du périmètre d'échantillonnage : doit-on exclure du territoire de mesure les secteurs non bocagers, comme les zones urbaines, les marais, les forêts... ?
  Le résultat s'en trouverait probablement plus juste pour caractériser le bocage du territoire en question. Mais cette délimitation compliquerait la méthode en découpant le territoire de façon trop précise ; et selon quels critères ? Les secteurs que l'on pourrait considérer comme non bocagers ne sont pas suffisamment étendus en Basse-Normandie pour créer des perturbations. Par ailleurs, le résultat ne rendrait pas compte de certaines évolutions, comme l'extension de zones urbaines sur d'anciens secteurs bocagers par exemple.
- fixité de l'échantillon : doit-on ou non conserver le même échantillon d'une année d'étude à l'autre ? La rigueur statistique demanderait à ce qu'un nouvel échantillon soit reproduit chaque année. Cependant, on perdrait de l'information à l'échelle du cercle et la méthode générale serait complexifiée. Il semble qu'un échantillon constant soit le plus adapté à l'observation de mouvements lents comme l'évolution du bocage.
- les cercles en limite de territoire : comment traiter les cercles dont seulement une portion est contenue dans le territoire d'étude ? Le problème se pose particulièrement sur le littoral, où une partie des cercles se trouve inévitablement hors des terres. La situation se produit à l'échelle de la Basse-Normandie comme à l'échelle d'un territoire de 2000 km². Nous pourrions choisir de ne conserver que les cercles entièrement compris dans le territoire d'étude, ou bien de considérer la place du centre des cercles comme moyen de sélection (centre à l'intérieur ou à l'extérieur de la zone). La précision du résultat a été privilégiée en décidant de retenir tous les cercles en intersection avec le territoire et d'étudier uniquement la partie comprise dans la région. Toutes les unités de l'échantillon n'ont donc pas la même surface.

Ces questionnements, qui peuvent paraître loin d'une préoccupation statistique, ont en fait été déterminants dans le choix du type de sondage.

4.1.2. Le sondage spatial

Il existe 4 principaux types de sondage spatial, que nous exposons ici brièvement :

a) le sondage aléatoire simple : l'échantillon est tiré au hasard de la population-mère tel que :
- tous les individus ont une chance égale d'être tirés.
- le choix d'un individu est indépendant du choix d'un autre.

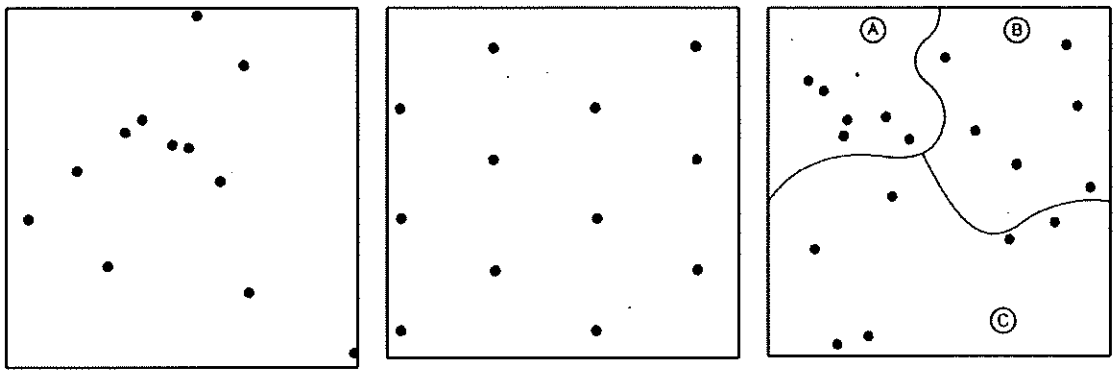
C'est le sondage le plus utilisé. Il convient lorsque la variabilité de la population est faible ou régulièrement répartie. Il aboutit cependant à une couverture du territoire d'étude très irrégulière, avec des zones de concentration et d'autres peu sondées. Ceci peut constituer un handicap, surtout pour une étude géographique.

b) le sondage systématique : le tirage des individus n'est plus indépendant. Il couvre le territoire de façon homogène. Ce sondage est plus facile à réaliser. Dans un sondage systématique aligné, le premier individu est tiré au hasard et les autres obéissent à un schéma préétabli.

c) le sondage aléatoire stratifié : la population est divisée en strates selon une variable déterminée, puis un sondage aléatoire simple est effectué séparément dans chacune des strates. Lorsqu'il s'agit de territoires géographiques, les strates doivent être aussi homogènes que possible et constituer une partition complète du territoire. Ce type de sondage gagne en précision par rapport au sondage aléatoire simple, mais suppose une meilleure connaissance du territoire.

d) Le sondage à degrés : il consiste à définir des sous-ensembles assez nombreux, à en retenir un certain nombre parmi eux par un premier sondage aléatoire simple, puis à en opérer un deuxième, au second degré, pour sélectionner les individus qui seront étudiés au sein de chacun des sous-ensembles tirés. Il peut y avoir plus de deux degrés. Il est préférable que les sous-ensembles soient hétérogènes.

Figure 11 : Les sondages géographiques
(extrait de l'ouvrage de BEGUIN (H.) :les méthodes d'analyse géographique quantitative)



le sondage aléatoire simple le sondage systématique le sondage stratifié

Après considération de nos objectifs et des propriétés des différents types de sondage, nous avons retenu le sondage systématique aligné. D'un point de vue statistique, il permet de

répondre à ce qu'on peut attendre de l'échantillon. De plus, il présente l'avantage d'être simple à réaliser et surtout d'être ajustable à tout territoire. En effet, une fois l'échantillon déterminé pour la Basse-Normandie, il peut être utilisé pour n'importe quel découpage de la Région. Rappelons que l'indicateur sera appliqué sur des territoires de 2000 km² ou plus, dont nous ne connaissons pas *a priori* les délimitations. Ceux-ci peuvent dépendre des demandes extérieures à la DIREN. Cet argument a pesé en faveur du sondage systématique par rapport à un sondage stratifié. Il est certain que les résultats auraient été plus précis avec un sondage stratifié. Cependant, ce dernier présente quelques inconvénients qui rendent plus difficile son emploi dans notre cas. En effet, un sondage stratifié suppose la détermination de strates, c'est-à-dire de zones bocagères distinctes homogènes. Comme le bocage évolue, les limites de ces espaces sont susceptibles de changer également. A chaque nouvelle année d'étude, il aurait été nécessaire de redéfinir les strates, mais également l'intégralité de l'échantillon pour qu'il soit valide. Qu'en serait-il alors de la comparaison et de l'interprétation des résultats ? Sur un territoire de 2000 km² aussi des strates doivent être créées afin de pouvoir y appliquer l'indicateur. Enfin, un tel sondage risque de masquer les évolutions structurelles telles que le développement de l'urbain aux dépens du bocage.

D'autres remarques confortent le choix du sondage systématique. Il présente l'avantage de garder les individus à la même distance les uns des autres, ce qui réduit l'autocorrélation spatiale. Celle ci peut s'avérer forte pour les autres types de sondage, lorsque les points sont très proches, ce qui invalide l'indépendance des individus sondés. Le sondage systématique peut également permettre de bénéficier des qualités statistiques du sondage aléatoire simple. Lorsque la disposition des individus est due à des causes complètement étrangères au phénomène étudié, ce qui est notre cas, on peut estimer que l'affectation des individus à leur emplacement est aléatoire et indépendante. La condition d'indépendance des tirages est alors satisfaite, et le sondage systématique effectué sur un espace peut être considéré équivalent à un sondage aléatoire simple (meilleure estimation des paramètres).

Même s'il permet d'affiner la précision et certainement d'être plus fidèle à la réalité, le sondage stratifié complexifie la démarche d'application de l'indicateur. A la précision nous avons privilégié la simplicité en choisissant de construire l'échantillon à partir d'un sondage systématique aligné, qui est aussi fiable. L'important, pour la validité de la démarche, est la représentativité de l'échantillon ainsi créé.

4.1.3. La représentativité de l'échantillon

Les résultats obtenus sur l'échantillon doivent être généralisables à l'ensemble de la population statistique. On ne peut attribuer au territoire d'étude les observations faites sur l'échantillon que si l'on s'est assuré de sa représentativité. Or, un échantillon est représentatif lorsque tout individu de la population mère est susceptible de figurer dans l'échantillon, et ce, avec une probabilité égale. Nous respectons ces conditions en tirant au sort (à l'aide de la fonction « alea » du logiciel Excel par exemple) les coordonnées du point-origine du quadrillage répartissant les centres des cercles.

Le résultat, en Lambert II est :

X = 402 362 m

Y = 2 453 348 m

Ce point correspond au centre du cercle à partir duquel sera bâtie une grille de points, centres des autres cercles, individus de l'échantillon. Le pas de cette grille étant de 15.8 km (cf. ci-dessous), et la précision du tirage de 1 m, les coordonnées obtenues ne représentent qu'une possibilité parmi 249 640 000, toutes ayant la même probabilité d'exister. Ainsi, le tirage systématique respecte l'équiprobabilité *a priori* des individus, puisque avant le début de l'échantillonnage, chaque individu a une chance égale au taux de sondage d'être tiré. En revanche, dès qu'est connu l'individu-origine, l'échantillon est entièrement fixé.

D'autres précautions sont nécessaires pour que la représentativité soit garantie. Dans notre cas, il s'agit de déterminer la forme de la grille des centres de cercles qui permettra que les résultats des cercles soient extrapolables à l'ensemble du territoire d'étude. Elle doit respecter deux points principaux : une précision maximale pour un coût minimum. Le coût dépend en grande partie du nombre de photographies aériennes nécessaires à l'étude. L'organisation des missions aériennes et les conditions d'observation stéréoscopique des clichés ont donc été déterminantes dans la construction de l'échantillon. Quant à la précision des résultats, elle ne peut être améliorée qu'en agissant sur la taille de l'échantillon. Rappelons que celui-ci est constitué de grappes de cercles, réparties suivant un quadrillage régulier et permanent établi par un sondage systématique. Il nous faut donc déterminer deux paramètres : le nombre de cercles par grappe, et la distance entre les grappes. Pour cela, des tests et des traitements statistiques ont été effectués (cf. paragraphe 3.2.). Les tests consistent à établir l'équilibre juste entre nombre de cercles et densité des grappes. Le principe est de réaliser les mêmes mesures pour différents écartements, de comparer les résultats, et de repérer le nombre de cercles par grappe et la densité de grappes suffisants. Pour cela, il nous

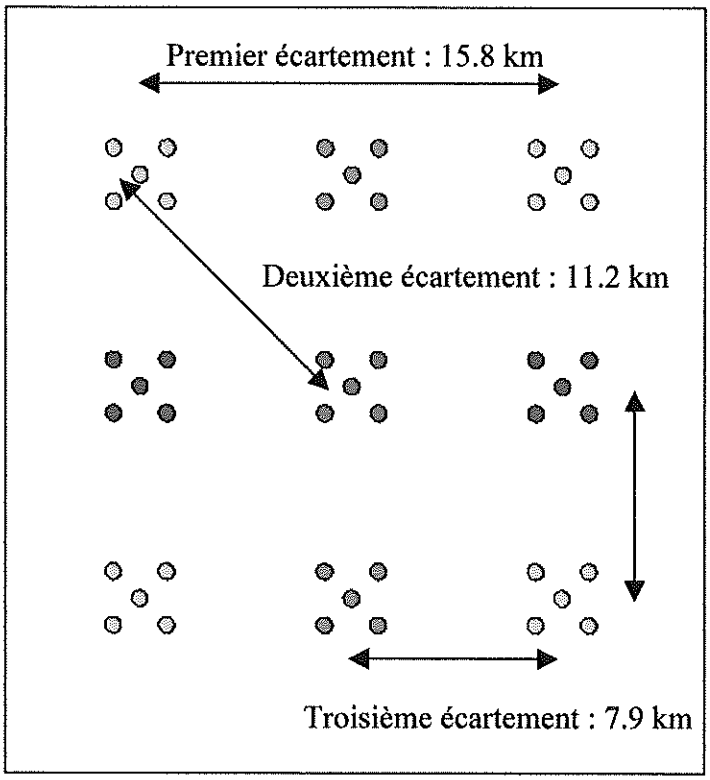
Figure 12 : Les trois niveaux de densité

En vert, les cercles de PREM

En rouge, les cercles de DEUX

En violet, les cercles de TROI

En bleu, les cercles de QUAT



faut établir un écartement premier à partir duquel des cercles seront ajoutés. La distance de base peut être de n'importe quel ordre de grandeur. Aucune règle statistique n'intervient sur ce point, si ce n'est que le pas du sondage ne doit coïncider avec aucune régularité spatiale du phénomène étudié. La représentativité de l'échantillon en serait complètement faussée. L'écartement premier a donc été choisi directement en fonction des missions aériennes. On considère que les plans de vol sont réguliers et que les photographies utilisées ont constamment une échelle de 1/20000ème. Chaque bande couvre alors un territoire d'une largeur de 4.6 km et se recoupe avec la bande suivante sur une distance de 200 m (est appelée bande la suite de clichés pris sans interruption dans une même direction de l'avion). De façon théorique, on peut en déduire l'écartement inter-grappe minimal qui garantit que l'on ne soit jamais obligé d'acquérir deux bandes consécutives : il est de 15.8 km. Aux grappes déjà existantes par ce premier niveau de densité (appelé « PREM » ou « 1 ») sont ajoutées en quinconce, à deux reprises, d'autres grappes. Le deuxième niveau de densité double le nombre de grappes (grappes regroupées sous l'ensemble « DEUX » ou « 2 ») et permet un écartement de 11.2 km. Le troisième quadruple le nombre de grappes par rapport à la situation de base (grappes regroupées sous deux ensembles : « TROI » ou « 3 » et « QUAT » ou « 4 »), l'écartement est de 7.9 km (Figure 12).

La comparaison des nombreuses configurations possibles permet de décider d'un échantillon définitif optimal.

4.2. Les traitements statistiques

Les informations relatives au calcul des indices linéaire et cohérence ont été relevées sur les deux régions tests de 2000 km² : le « pays de la Baie du Mont-Saint-Michel » et le « pays d'Auge » (ou Zone Auge). Le territoire ainsi représenté est défini dans le chapitre 1.3.1. Nous disposons de distributions statistiques sur la longueur de haie, le nombre d'angles et le nombre d'extrémités libres par cercle, pour chacune des deux régions, et pour les 4 ensembles de grappes (1, 2, 3 et 4). (cf. Annexe G). On cherche :

- à vérifier, pour les deux territoires, que le maillage de base défini comme ci-dessus, est compatible avec l'obtention d'une précision suffisante.
- à choisir, à partir de ce maillage de base, l'écartement des grappes et le nombre de cercles par grappe offrant le meilleur compromis entre la précision et la simplicité du travail.

Pour cela, il est possible d'estimer les paramètres retenus en appliquant quelques traitements statistiques simples sur ces données : la moyenne, l'écart-type et l'intervalle de confiance. La figure 13 illustre les différentes possibilités. Les résultats des traitements statistiques sont présentés dans les deux tableaux de la figure 14. Le calcul des colonnes est expliqué dans les paragraphes ci-dessous.

4.2.1. La population statistique

L'individu statistique considéré est le cercle. La population est l'ensemble des cercles nécessaires pour couvrir le territoire d'étude. Cela correspond à 1 179 cercles pour la Basse-Normandie. Les cercles échantillonnés (qui dépendent des coordonnées du point-origine et de l'écartement de base de 15.8 km) ne sont qu'un échantillon parmi l'infinité de quadrillages possibles qui auraient engendré des configurations différentes. Selon ce raisonnement, on peut considérer la population comme infinie. Par ailleurs, notre fraction de sondage étant très faible, la différence des calculs selon que la population est finie ou infinie est négligeable.

4.2.2. Estimation de la précision de l'indice linéaire

Rappelons que l'indice linéaire I(Li) est représenté par :

$$I(Li) = \frac{\sum_{j=1}^{n} l_j}{\sum_{j=1}^{n} s_j}$$

où : l_j = longueur de haies dans le cercle j et s_j = surface du cercle j,

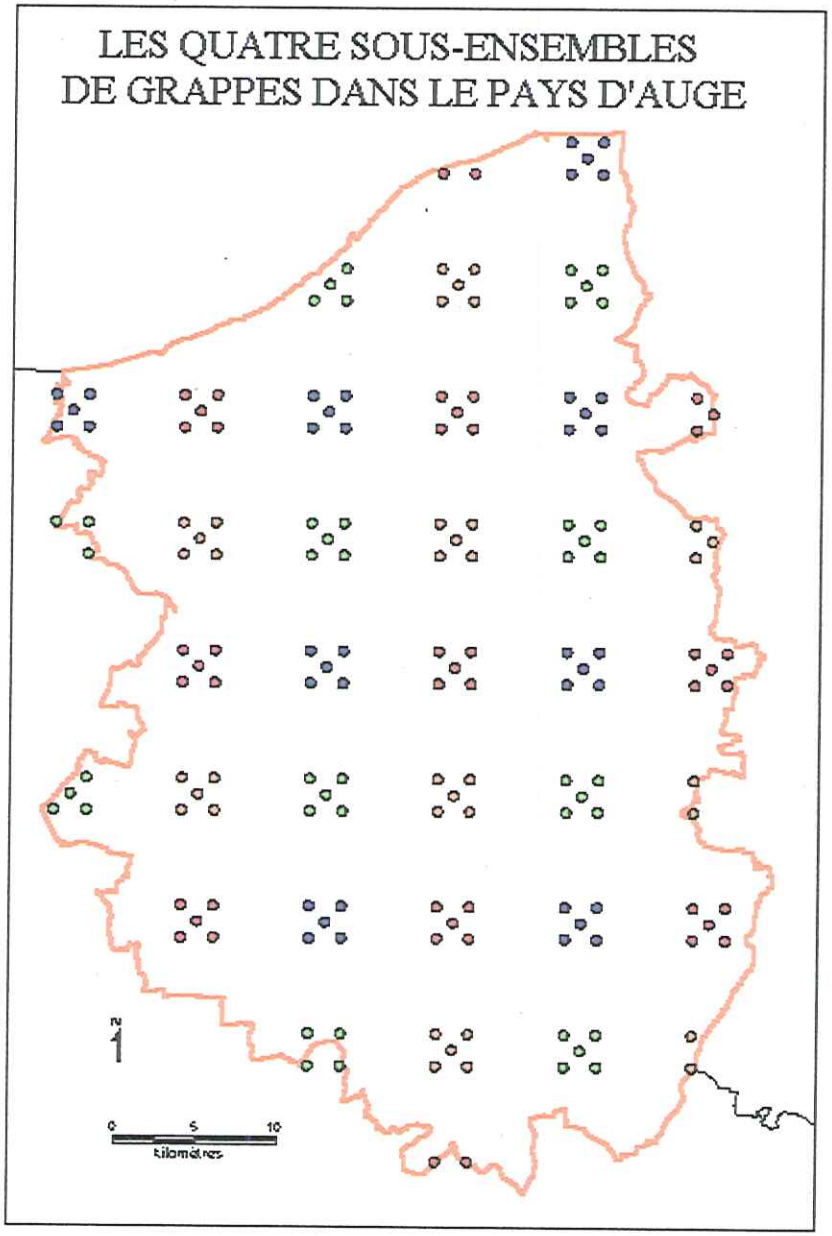
et n : nombre de cercles de l'échantillon.

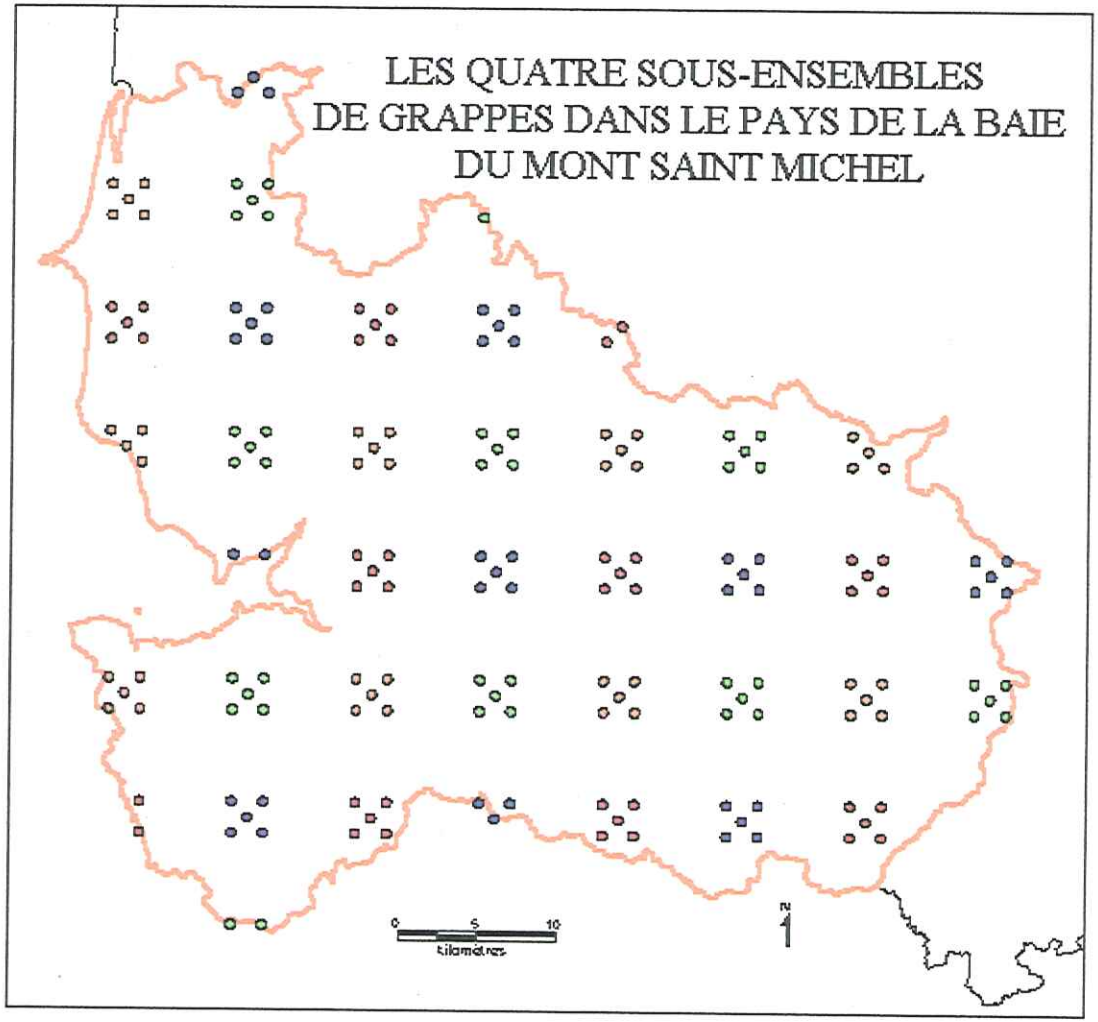
L'indice s'exprime en km/km² .

Ecart-type de la distribution des densités des haies dans les cercles unitaires :

Les cercles unitaires de l'échantillon sont des cercles de 300 mètres de rayon, soit une superficie de 0,2826 km² (cette superficie est en fait légèrement inférieure à celle d'un « vrai » cercle, car la figure générée par l'outil informatique Mapinfo est un polygone de 100 côtés inscrit dans le cercle, et non un cercle parfait). Cependant, certains de ces cercles ne sont pas entièrement compris dans le territoire étudié. Il convient d'en tenir compte dans les calculs, et le cas échéant, de pondérer la contribution de chaque cercle aux indices représentatifs du territoire étudié. La surface de leur intersection avec l'aire d'étude est le

Figure 13 : Les échantillons à tester : combien de cercles par grappe? Quel écartement inter-grappe?





En vert : le premier sous-ensemble "PREM"
En rouge : le deuxième sous-ensemble "DEUX"
En orange : le troisième sous-ensemble "TROI"
En bleu : le quatrième sous-ensemble "QUAT"

Figure 14a : Pays d'Auge - Résultats des traitements statistiques

ABCDE1234	**Grappes de cinq cercles écartées de 7,9 km**	Moyenne: I(Li)	**6.886**	Ecart-type	3.68	moyenne pondérée angles	13.82	moyenne pondérée extrémités	8.30	Cohérence: I(Co)	**0.624**	*Ecart-type de la distrib. des indices Co*	0.229
		taille pondérée échantillon	162.170	demi IC	**0.57**	*Ecart-type/1,2,3,4*	*3.65338*	*demi IC*	*0.56230*	*Moyenne pondérée des indices*	*0.556*	demi IC	**0.036**
BCDE1234	**Grappes de quatre cercles écartées de 7,9 km**	Moyenne: I(Li)	**6.893**	Ecart-type	3.61	moyenne pondérée angles	13.69	moyenne pondérée extrémités	8.52	Cohérence: I(Co)	**0.616**	*Ecart-type de la distrib. des indices Co*	0.229
		taille pondérée échantillon	130.660	demi IC	**0.62**					*Moyenne pondérée des indices*	*0.548*	demi IC	**0.040**
ABCDE1	**Première série de grappes de cinq cercles écartées de 15,8 km**	Moyenne: I(Li)	**7.668**	Ecart-type	3.72765	moyenne pondérée angles	15.62	moyenne pondérée extrémités	8.76	Cohérence: I(Co)	**0.640**	*Ecart-type de la distrib. des indices Co*	0.23258
		taille pondérée échantillon	41.230	demi IC	**1.13785**					*Moyenne pondérée des indices*	*0.571*	demi IC	**0.07295**
ABCDE2	**Deuxième série de grappes de cinq cercles écartées de 15,8 km**	Moyenne: I(Li)	**7.107**	Ecart-type	3.94643	moyenne pondérée angles	14.97	moyenne pondérée extrémités	8.10	Cohérence: I(Co)	**0.647**	*Ecart-type de la distrib. des indices Co*	0.21529
		taille pondérée échantillon	45.920	demi IC	**1.14146**					*Moyenne pondérée des indices*	*0.589*	demi IC	**0.06367**
ABCDE3	**Troisième série de grappes de cinq cercles écartées de 15,8 km**	Moyenne: I(Li)	**5.728**	Ecart-type	3.48693	moyenne pondérée angles	10.02	moyenne pondérée extrémités	7.46	Cohérence: I(Co)	**0.575**	*Ecart-type de la distrib. des indices Co*	0.20371
		taille pondérée échantillon	35.910	demi IC	**1.14049**					*Moyenne pondérée des indices*	*0.510*	demi IC	**0.07068**
ABCDE4	**Quatrième série de grappes de cinq cercles écartées de 15,8 km**	Moyenne: I(Li)	**6.865**	Ecart-type	3.35143	moyenne pondérée angles	14.05	moyenne pondérée extrémités	8.82	Cohérence: I(Co)	**0.613**	*Ecart-type de la distrib. des indices Co*	0.26176
		taille pondérée échantillon	39.110	demi IC	**1.05037**					*Moyenne pondérée des indices*	*0.543*	demi IC	**0.08311**
ABCDE12	**Première série de grappes de cinq cercles écartées de 11,2 km**	Moyenne: I(Li)	**7.372**	Ecart-type	3.83257	moyenne pondérée angles	15.28	moyenne pondérée extrémités	8.41	Cohérence: I(Co)	**0.644**	*Ecart-type de la distrib. des indices Co*	0.22242
		taille pondérée échantillon	87.150	demi IC	**0.80466**					*Moyenne pondérée des indices*	*0.580*	demi IC	**0.04786**
ABCDE34	**Deuxième série de grappes de cinq cercles écartées de 11,2 km**	Moyenne: I(Li)	**6.321**	Ecart-type	3.44162	moyenne pondérée angles	12.12	moyenne pondérée extrémités	8.17	Cohérence: I(Co)	**0.597**	*Ecart-type de la distrib. des indices Co*	0.23598
		taille pondérée échantillon	75.020	demi IC	**0.77881**					*Moyenne pondérée des indices*	*0.528*	demi IC	**0.05527**

Figure 14 b : Pays de la Baie du Mont Saint-Michel - Résultats statistiques

ABCDE1234	**Grappes de cinq cercles écartées de 7,9 km**	Moyenne: I(Li)	**7.478**	Ecart-type	3.50	moyenne pondérée angles	18.22	moyenne pondérée extrémités	15.45	Cohérence: I(Co)	**0.542**	*Ecart-type de la distrib. des indices Co*	0.208
		taille pondérée échantillon	164.280	demi IC	**0.53**	*Ecart-type/1,2,3,4*	*3.504*	*demi IC*	*0.536*	*Moyenne pondérée des indices*	*0.472*	demi IC	**0.032**
BCDE1234	**Grappes de quatre cercles écartées de 7,9 km**	Moyenne: I(Li)	**7.549**	Ecart-type	3.46	moyenne pondérée angles	18.32	moyenne pondérée extrémités	15.49	Cohérence: I(Co)	**0.543**	*Ecart-type de la distrib. des indices Co*	0.214
		taille pondérée échantillon	132.010	demi IC	**0.59**					*Moyenne pondérée des indices*	*0.474*	demi IC	**0.037**
ABCDE1	**Première série de grappes de cinq cercles écartées de 15,8 km**	Moyenne: I(Li)	**7.999**	Ecart-type	2.74175	moyenne pondérée angles	19.22	moyenne pondérée extrémités	16.55	Cohérence: I(Co)	**0.537**	*Ecart-type de la distrib. des indices Co*	0.158
		taille pondérée échantillon	41.280	demi IC	**0.83640**					*Moyenne pondérée des indices*	*0.502*	demi IC	**0.048**
ABCDE2	**Deuxième série de grappes de cinq cercles écartées de 15,8 km**	Moyenne: I(Li)	**7.193**	Ecart-type	2.82734	moyenne pondérée angles	15.60	moyenne pondérée extrémités	15.38	Cohérence: I(Co)	**0.506**	*Ecart-type de la distrib. des indices Co*	0.218
		taille pondérée échantillon	42.620	demi IC	**0.84884**					*Moyenne pondérée des indices*	*0.438*	demi IC	**0.066**
ABCDE3	**Troisième série de grappes de cinq cercles écartées de 15,8 km**	Moyenne: I(Li)	**6.988**	Ecart-type	4.11879	moyenne pondérée angles	18.08	moyenne pondérée extrémités	15.23	Cohérence: I(Co)	**0.543**	*Ecart-type de la distrib. des indices Co*	0.195
		taille pondérée échantillon	41.880	demi IC	**1.24745**					*Moyenne pondérée des indices*	*0.472*	demi IC	**0.061**
ABCDE4	**Quatrième série de grappes de cinq cercles écartées de 15,8 km**	Moyenne: I(Li)	**7.769**	Ecart-type	4.12641	moyenne pondérée angles	20.20	moyenne pondérée extrémités	14.61	Cohérence: I(Co)	**0.583**	*Ecart-type de la distrib. des indices Co*	0.257
		taille pondérée échantillon	38.500	demi IC	**1.30346**					*Moyenne pondérée des indices*	*0.479*	demi IC	**0.082**
ABCDE12	**Première série de grappes de cinq cercles écartées de 11,2 km**	Moyenne: I(Li)	**7.589**	Ecart-type	2.79824	moyenne pondérée angles	17.38	moyenne pondérée extrémités	15.95	Cohérence: I(Co)	**0.522**	*Ecart-type de la distrib. des indices Co*	0.192
		taille pondérée échantillon	83.900	demi IC	**0.59877**					*Moyenne pondérée des indices*	*0.469*	demi IC	**0.041**
ABCDE34	**Deuxième série de grappes de cinq cercles écartées de 11,2 km**	Moyenne: I(Li)	**7.362**	Ecart-type	4.11501	moyenne pondérée angles	19.10	moyenne pondérée extrémités	14.93	Cohérence: I(Co)	**0.563**	*Ecart-type de la distrib. des indices Co*	0.226
		taille pondérée échantillon	80.380	demi IC	**0.89961**					*Moyenne pondérée des indices*	*0.476*	demi IC	**0.050**

résultat d'une requête effectuée à l'aide de l'outil informatique. Si les cercles avaient tous la même dimension, l'écart-type de la distribution des densités unitaires s'exprimerait :

$\sigma(I(Li)) = \sqrt{\dfrac{\sum_{j=1}^{n}\left(\dfrac{l_j}{s_j} - \overline{I(Li)}\right)^2}{n-1}}$ où $\overline{I\ (\ Li\ )}$ représente la moyenne des indices unitaires.

La pondération de la densité dans les cercles incomplets se fait avec le coefficient c_j qui vaut 1 pour les cercles complets, et qui, pour les autres, est égal au rapport de leur surface à la surface d'un cercle complet (0,2826 km²) : $c_j = \dfrac{s_j}{0.2826}$

Alors, l'écart-type pondéré vaut : $\sigma_p(I(Li)) = \sqrt{\dfrac{\sum_{j=1}^{n} c_j\left(\dfrac{l_j}{s_j} - \overline{I(Li)}\right)^2}{\sum_{j=1}^{n} c_j - 1}}$.

Comme on dispose de 4 ensembles de grappes pouvant chacun être considéré comme un échantillon (écartement de 15.8 km), il existe un autre moyen de calculer l'écart-type, à partir des écarts types de chacun des sous-ensembles :

Soient σ_{1p}, σ_{2p}, σ_{3p} et σ_{4p} les écarts-types des sous-échantillons 1, 2, 3 et 4. On approche alors σ_p par :

$\sigma_p = \sqrt{\dfrac{(n_1-1)\sigma_{1p}^2 + (n_2-1)\sigma_{2p}^2 + (n_3-1)\sigma_{3p}^2 + (n_4-1)\sigma_{4p}^2}{n_1+n_2+n_3+n_4-4}}$ où n_1, n_2, n_3 *et* n_4 représentent les tailles des sous-échantillons pondérées comme ci-dessus pour tenir compte du fait que certains cercles sont incomplets. Cette méthode donne pour le calcul de l'écart-type et de l'intervalle de confiance des résultats similaires à celle basée sur un échantillon global.

<u>L'intervalle de confiance</u>: $IC = 1{,}96\ \dfrac{\sigma_p(I(Li))}{\sqrt{\sum_{j=1}^{n} c_j}}$

A 95% de chances, la valeur cherchée se trouve dans l'intervalle : $\overline{I(Li)} \pm IC$

4.2.3. Estimation de la précision de l'indice cohérence

Nous l'avons défini, pour un territoire donné, comme le rapport

$$I(Co) = \frac{\sum a_j}{\sum a_j + \sum e_j}$$

où les angles d'un cercle j sont notés a_j et les extrémités libres e_j

Il n'est pas exact de l'approcher par la moyenne des indices de cohérence des n cercles de l'échantillon. Par contre, le mode de construction de l'indice permet d'affirmer que l'intervalle de confiance calculé à partir de la moyenne des indices de cohérence propres à chaque cercle contient, pour les mêmes hypothèses de probabilité (95%), l'intervalle de confiance de l'indice calculé sur les sommations exprimées ci-dessus. Ainsi, en calculant l'intervalle de confiance selon les I(Co) par cercle, on surestime l'intervalle de confiance du calcul réel de I(Co) pour le territoire. On veillera toutefois à éliminer du calcul de l'écart-type de la distribution les cercles ne contenant ni extrémité libre, ni angle, c'est-à-dire dans la pratique les cercles ne contenant pas de haie. Comme précédemment, on effectuera, pour le calcul de l'écart-type de la distribution et de l'intervalle de confiance, une pondération tenant compte de la part du cercle incluse dans le territoire étudié.

On obtient ainsi l'écart-type pondéré de la distribution des Indices de cohérence :

$$\sigma_p(I(Co)) = \sqrt{\frac{\sum_{j=1}^{n} c_j \left((I_j(Co) - \overline{I(Co)}\right)^2}{\sum_{j=1}^{n} c_j - 1}}$$

et l'intervalle de confiance : $IC = 1{,}96 \dfrac{\sigma_p(I(Co))}{\sqrt{\sum_{j=1}^{n} c_j}}$.

A 95% de chances, la valeur cherchée se trouve dans l'intervalle : $\overline{I(Co)} \pm IC$

4.3. L'interprétation des résultats

4.3.1. L'échantillon retenu

Le traitement statistique a été effectué sur des échantillons comprenant :

- Des grappes de cinq cercles espacées de 15,8 km (quatre ensembles de grappes 1,2,3,4)
- Des grappes de cinq cercles espacées de 11,2 km (deux ensembles constitués des grappes 1 et 2 d'une part, et des grappes 3 et 4 d'autre part)
- Des grappes de cinq cercles espacées de 7,9 km (les grappes 1, 2, 3 et 4)
- Les grappes 1, 2, 3 et 4 mais privées de leur cercle central, soit les cercles B, C, D et E

Pour les deux territoires testés, on constate aisément une grande variabilité des indices mesurés à partir des grappes espacées de 15,8 km, avec un demi intervalle de confiance presque toujours supérieur à 1 km pour une densité moyenne de l'ordre de 7 km par km². Les indices mesurés à partir des grappes espacées de 11,2 km, bien que moins dispersés, restent trop peu fiables, avec un demi intervalle de confiance approchant le km. L'indice mesuré à partir des grappes espacées de 7,9 km est plus acceptable avec un demi intervalle de confiance de l'ordre de 500 à 600 mètres. Pour ce qui est de la forme de la grappe, le fait de supprimer le cercle central de la grappe (cercles A) n'altère que très peu la fiabilité des résultats. Les mêmes constatations peuvent être faites pour ce qui concerne l'indice de cohérence.

Pour des territoires comme le Pays d'Auge ou le Pays de la Baie du Mont-Saint-Michel, il apparaît donc que la mesure des indices à partir de grappes de quatre cercles espacées de 7,9 km donne des résultats fiables à environ 500 mètres près pour l'indice linéaire, et à environ 4% près pour l'indice de cohérence.

4.3.2. Comparaison des deux territoires

Les résultats suivants constituent les résultats finaux (Figure 16) :

Pays d'Auge :	I(Li) = 6,9 km/km² ± 0,6	I(Co) = 62% ± 4%
Pays de la Baie :	I(Li) = 7,5 km/km² ± 0,5	I(Co) = 54% ± 4%

Le Pays de la Baie reste significativement plus bocager que le Pays d'Auge, malgré des dégradations que l'on peut constater sur le terrain, et que corrobore un indice de cohérence

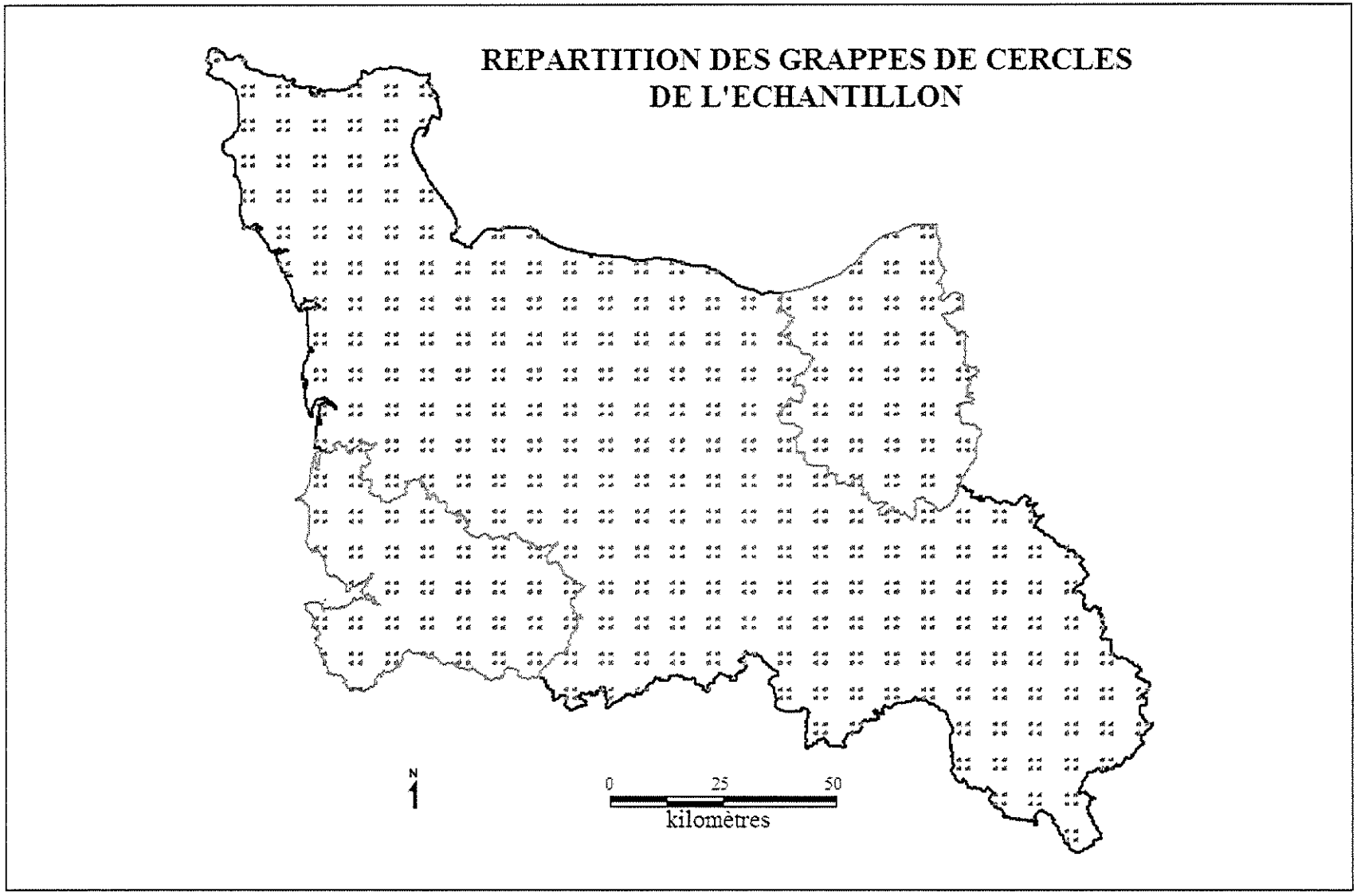


Figure 15 : Les 1 179 cercles et 309 grappes de l'échantillon final

significativement plus faible qu'en Pays d'Auge. L'examen des quatre groupes de grappes du Pays de la Baie montre une grande disparité dont ne rend pas bien compte l'écart type de la distribution des valeurs des indices calculés sur chaque cercle. Cette disparité que l'on peut soupçonner due à des phénomènes de dégradations bien différenciés selon les secteurs n'est révélée que par l'examen et la comparaison de ces différents groupes. S'il reste vrai que les grappes espacées de 15,8 km sont inadaptées au calcul d'un indice suffisamment fiable sur un territoire de cette taille, il apparaît important de conserver en mémoire la partition de l'échantillon en plusieurs groupes qui peut mettre en évidence d'éventuelles disparités.

Pour conclure, il apparaît que l'écartement retenu est l'écartement minimum qui avait été envisagé. Un quadrillage de grappes plus lâche est insuffisant pour que le résultat soit significatif et interprétable. La précision finalement obtenue semble correcte pour les territoires étudiés, cependant il est difficile d'évaluer la précision qui serait idéale, du fait du manque de données de référence. On peut imaginer resserrer encore l'échantillon, mais le principe de la grappe de cercles, voire le principe même de l'échantillonnage seraient remis en cause. De plus, il n'est pas toujours judicieux d'augmenter la taille de l'échantillon : le gain de précision devient dérisoire alors que les erreurs d'observation et le coût de l'opération s'accroissent. Un autre type de sondage aurait peut-être été plus précis, mais le sondage systématique offre un bon compromis entre la facilité d'application et la précision du résultat. Notons enfin que d'autres traitements statistiques, tels que la comparaison de moyennes ou l'étude de la dispersion spatiale, peuvent apporter des informations supplémentaires et permettre d'aller plus loin dans l'interprétation.

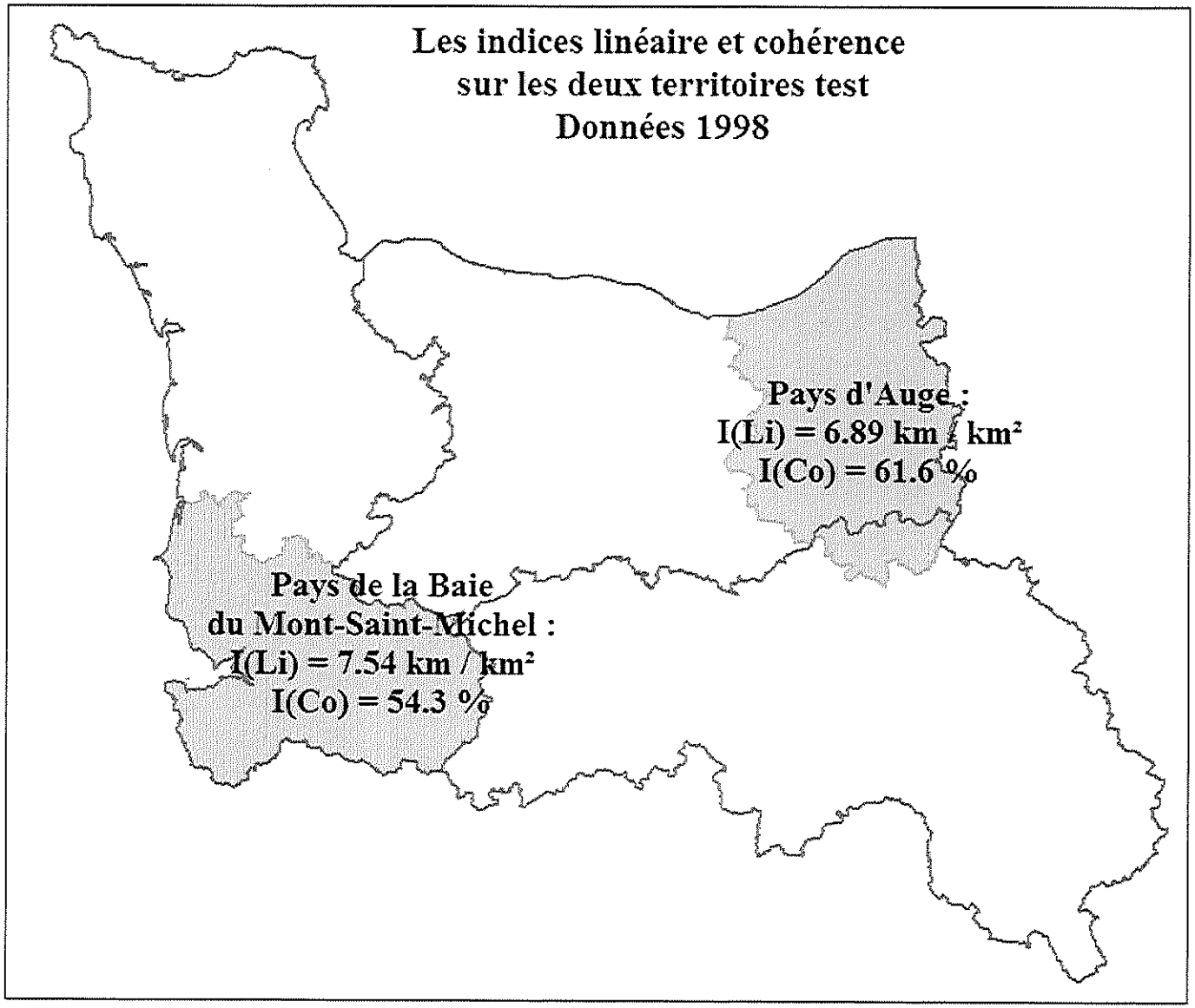


Figure 16 : Les résultats du calcul de l'indicateur

CONCLUSION

Depuis les années 1950, on constate une forte régression du bocage sur le territoire national, associée généralement à l'intensification agricole et aux remembrements. Ce paysage occupe une place très importante en Basse-Normandie, d'un point de vue historique, pour son rôle agronomique et économique (valorisation du bois énergie), pour ses qualités environnementales et écologiques, et pour sa valeur sociale. Le bocage constitue donc un enjeu fort pour la Région, et un certain nombre d'actions ont été menées pour sa protection, notamment de la part des acteurs publics. C'est dans le but de pouvoir évaluer leurs effets que la DIREN de Basse-Normandie a souhaité mettre en place un indicateur de l'évolution du bocage.

Le travail de recherche a abouti à un indicateur composé de deux indices : la longueur du linéaire de haies, et la cohérence du réseau bocager, applicable à tout territoire de superficie supérieure à 2000 km². De nombreux autres critères pourraient qualifier l'évolution du bocage, en particulier en abordant la qualité des haies, ou encore la présence ou non de talus. Notre indicateur présente donc certaines limites, il ne rend pas compte de l'état fonctionnel du bocage dans un domaine précis, mais reste assez général sur la structure bocagère à l'échelle du réseau. Il ne permet pas non plus de déterminer les facteurs d'évolution. L'objectif est plus modeste : il s'agit de disposer de données chiffrées et régulières de l'évolution du bocage, afin d'opérer un rôle de veille, particulièrement dans les secteurs que l'on soupçonne fragiles, et éventuellement d'orienter les politiques publiques. La démarche s'inscrit donc sur le long terme.

La méthode a été finalisée après de nombreux questionnements et tâtonnements, et à la suite de tests divers. Le choix a été fait d'utiliser la photographie aérienne, qui reste un très bon moyen d'observer la structure du bocage. Deux éléments essentiels sont intervenus dans la construction de l'indicateur : l'échantillonnage, et le système d'information géographique. Ils répondent aux contraintes majeures que sont la limitation du temps d'étude et du coût. L'échantillon final suit un sondage systématique, il est composé de 1 179 cercles de 28,27 ha répartis sur toute la Basse-Normandie. La configuration retenue représente un compromis entre la rapidité d'acquisition des données et la précision des résultats. Les traitements

statistiques réalisés vérifient qu'elle permet de déceler des évolutions significatives sur une période de dix ans, voire cinq ans. Le système d'information géographique (SIG) permet la gestion complète de données géoréférencées : saisies, traitements, archivage, mise à jour, comparaison de résultats... sont effectués grâce à l'outil informatique. La DIREN souhaite disposer de données sur un échantillon représentant tout le territoire régional, permettant de calculer les indicateurs sur n'importe quel sous-ensemble suffisamment grand, et de mesurer leur évolution entre deux dates. Ces contraintes ont orienté fortement les choix en matière d'échantillonnage, de missions aériennes et de traitement informatique, et ont conduit à construire un système de calcul des indicateurs très souple.

Une fois les données enregistrées, d'autres formes d'exploitation du travail effectué sont envisageables. Au delà de la problématique développée par la DIREN, il serait intéressant d'aborder l'aspect qualitatif de la haie, par exemple. Ceci suppose de travailler sur des surfaces bien inférieures à 2000 km². Les résultats par cercle ou par grappe de cercles que le SIG permet de calculer n'auront alors pas de précision suffisante pour le calcul des indicateurs, mais ils pourront être corrélés avec des observations qualitatives relatives à la structure du bocage, faites sur le terrain ou sur les mêmes images photographiques. On peut également envisager un traitement des données permettant de définir des sous-ensembles bien différenciés quant à la densité ou la structure du bocage, puis de vérifier s'ils correspondent à des unités paysagères reconnues.

Si la mise en œuvre des indicateurs mis au point est effectuée de façon suivie, ceux-ci répondront en grande partie aux critères posés au début de l'étude. Ils contribueront de plus à la constitution d'une base de données importante sur le bocage en Basse-Normandie, dont l'intérêt s'affirmera sur le long terme.

LISTE DES REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

Ouvrages et articles :

AUGE (S.).- La bourse aux arbres dans la Manche.- in : Courrier de l'Environnement de l'INRA, n°36, mars 1999, pp.25-38.

BAUDRY (J.).- Utilisation des concepts de « Landscape ecology » pour l'analyse de l'espace rural : utilisation des sols et bocage.- Rennes, Université de Rennes I, 1985, 497p.

BAUDRY (J.), BUNCE (R.G.H.), BUREL (F.).- Hedgerows. An international perspectives on their origin, function and management.- in : Journal of Environmental Management, Vol.60, n°1, septembre 2000, pp.7-22.

BAUDRY (J.), BUREL (F.).- Structural dynamic of a hedgerow network landscape in brittany France.- in : Landscape Ecology, Vol.4, n°4, 1990, pp.197-210.

BEGUIN (H.).- Méthodes d'analyse géographique quantitative.- Paris, Librairies techniques, 1979, 252p.

BRUNET (P.).- Atlas des paysages ruraux de France.- Paris, Ed. J.P. de Monza, 1992, 200p.

BRUNET (P.).- Problèmes relatifs aux structures agraires de la Basse-Normandie : orientation des recherches.- in : Annales de Normandie, 5ème année, n°2, mai 1955, pp.115-134.

BRUNET (P.).- Inventaire régional des paysages de Basse-Normandie.- Caen, Conseil Régional et DIREN de Basse-Normandie, 2001, 869p.

CHARRE (J.).- Statistiques et territoire.- Montpellier, Ed. Reclus, 1995, 119p.

CHEVROU (R.B.).- Inventaire des haies (méthodes utilisées par l'Inventaire Forestier National).-in : Les bocages : histoire, écologie, économie, table ronde ENSA, INRA, CNRS, Université de Rennes, 1976, pp.43-48.

GROUPE CHADULE.- Initiation aux pratiques statistiques en géographie.- Paris, Ed. Armand Colin, 1997, 203p.

MEYNIER (A.).- Typologie et chronologie du bocage.- in : Les bocages : histoire, écologie, économie, table ronde ENSA, INRA, CNRS, Université de Rennes, 1976, pp. 65-73.

MONDOLFO (T.).- Les indicateurs de l'état et de l'évolution du bocage.- Dijon, E.N.I.T.A., 1985, 60p.

LAVOLLE (M.).- Le bocage ornais.- Flers, le Pays Bas-Normand, 1994, 197p.
LEVAL de (J.).- Y-a-t-il une place pour la haie dans l'agrosystème de l'an 2000 ?.- in : Bulletin de la société géographique de Liège, numéro hors série, 1996, pp.281-285.

LORFEUVRE (F.).- Contribution à l'élaboration d'un inventaire des bocages.- Actes du colloque européen sur le devenir des Pays de bocage à Fourmies en novembre 1997, 237p.

NOTTEGHEM (P.).- Haie sèche, haie vive, et ronce artificielle.- in : Etudes rurales, n°121-124, 1991, pp.59-72.

SOLTNER (D.).- Le rôle de la haie.- in : Le bocage, la haie, le bois, journées interrégionales, novembre 1985, Saint-Hilaire-du-Harcouët, 1986, pp.23-24.

Colloques:

Colloque européen sur le devenir des Pays de bocage.- Les 12, 13 et 14 novembre 1987, Sains-du-Nord, 237p.

Le bocage, la haie, le bois : entretien, exploitation et replantation.- Journées interrégionales du 19 et 20 novembre 1985, L.E.P. de Saint-Hilaire-du-Harcouët. Ed. association régionale biomasse Normandie, Institut pour le développement Forestier, 1986, 2 vol., 68p. et 83p.

Les Bocages : histoire, économie, écologie.- table ronde ENSA, INRA, CNRS, Université de Rennes, 1976, 386p.

Documents divers, publications spécialisées :

Profil environnemental régional de Basse-Normandie.- Ministère de l'aménagement du territoire et de l'environnement, 2001, 68p.

Projet de rapport sur l'état du patrimoine naturel et ses perspectives de conservation et de mise en valeur.- Institut Français de l'Environnement, 2000, 90p.

Agreste, la statistique agricole : typologie des haies de l'Orne, enquête « utilisation du territoire », mai-juin 1994.- D.D.A.F. de l'Orne, juillet 1994.

Agreste, la statistique agricole : essai pour une typologie des haies de l'Orne. Ces haies qui modèlent les paysages.- D.D.A.F. de l'Orne, cahiers n°21, mars 1995.

Agreste, la statistique agricole : enquête sur les haies en 1996, 85 200 km de haies dans la Manche, deux fois le tour du globe.- D.D.A.F. de la Manche, n°16, juillet 1997.

Analyse quantitative du paysage ornais (enquête indicateurs paysagers 1977).- Ministère de l'agriculture, D.D.A. de l'Orne, octobre 1980.

La forêt à la carte : inventaire des ligneux hors forêt.- Institut de l'Inventaire Forestier, 2000, 23p.

Inventaire des ligneux hors forêt : haies, alignements et arbres épars ; enjeux, méthodes et produits.- Institut de l'Inventaire Forestier.

Résultats de l'inventaire forestier du département de l'Orne (1975).- Inventaire Forestier National, 1975, 151p.

Résultats de l'inventaire forestier du département de la Manche (1975).- Inventaire Forestier National, 1975, 125p.

Résultats de l'inventaire forestier du département du Calvados (1975).- Inventaire Forestier National, 1975, 88p.

Résultats du deuxième inventaire forestier du département de l'Orne (1988).- Inventaire Forestier National, 1988, 188p.

Résultats du deuxième inventaire forestier du département de la Manche (1988).- Inventaire Forestier National, 1988, 153p.

Résultats du deuxième inventaire forestier du département du Calvados (1988).- Inventaire Forestier National, 1988, 98p.

Sites internet :

www.educagri.fr/hedges : site de l'enseignement agricole français

www.ign.fr

www.indicateur.paysage.free.fr

TABLE DES FIGURES

Figure 1 :
Les grandes étapes de la constitution du bocage p. 6

Figure 2 :
Localisation des deux territoires d'étude p. 15

Figure 3 :
Quelques exemples de haies p. 21

Figure 4 :
Exemple fictif du calcul de l'indice I(Co) sur un cercle p. 24

Figure 5 :
Exemples de l'interprétation des indicateurs sur des cercles p. 26

Figure 6 :
Une grappe de cercles p. 30

Figure7 :
Le mode B de saisie des haies p. 33

Figure 8 :
Application des règles de photo-interprétation p. 35

Figure 9 :
Les principales tables Mapinfo p. 39

Figure 10 :
La structure des tables p.40

Figure 11 :
Les sondages géographiques p. 45

Figure 12 :
Les trois niveaux de densité P. 49

Figure 13 :
Les échantillons à tester : combien de cercles par grappe ?
Quel écartement inter-grappe ? p. 51

Figure 14 :
Les traitements statistiques sur les échantillons p. 52

Figure 15 :
Les 1 179 cercles et 309 grappes de l'échantillon final p.57

Figure 16 :
Les résultats du calcul de l'indicateur p.59

TABLE DES ANNEXES

Annexe A
La méthode de l'IFN

Annexe B
La méthode de la DDAF

Annexe C
Liste des communes des deux territoires d'étude

Annexe D
Comparaison de 3 modes de relevé des haies

Annexe E
Les 3 étapes de la collecte des données

Annexe F
Guide de l'opérateur

Annexe G
Résultats par cercle

ANNEXE A

- Méthode et typologie de l'Inventaire Forestier National

- Comparaison des résultats des inventaires de 1975 et 1988

Les autres produits : la forêt à la carte

- Base de données cartographique forestière
- Base de données dendrométrique
- Base de données écologique
- Croisement de données dendrométriques et cartographiques
- Etudes de ressources et de disponibilité forestière
- Publications et cartes forestières

Direction technique
Château des Barres
45290 Nogent-sur-Vernisson

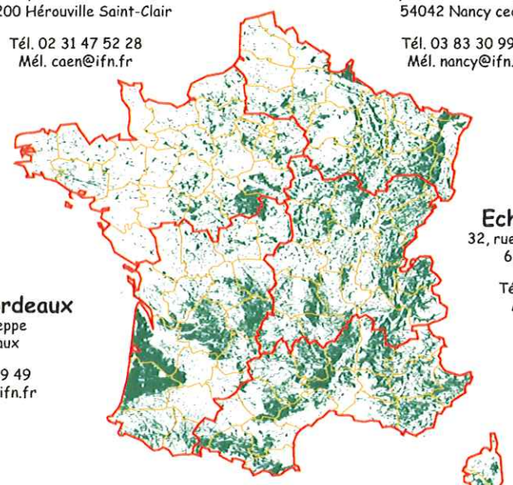
Tél. 02 38 28 18 00
Mél. nogent@ifn.fr

Echelon de Caen
73, rue Marie Curie
14200 Hérouville Saint-Clair

Tél. 02 31 47 52 28
Mél. caen@ifn.fr

Echelon de Nancy
14, rue Girardet CS 4216
54042 Nancy cedex

Tél. 03 83 30 99 19
Mél. nancy@ifn.fr



Echelon de Lyon
32, rue Léon Bourgeois BP 74
69672 Bron cedex

Tél. 04 72 78 89 78
Mél. lyon@ifn.fr

Echelon de Bordeaux
62, rue de Laseppe
33000 Bordeaux

Tél. 05 57 87 29 49
Mél. bordeaux@ifn.fr

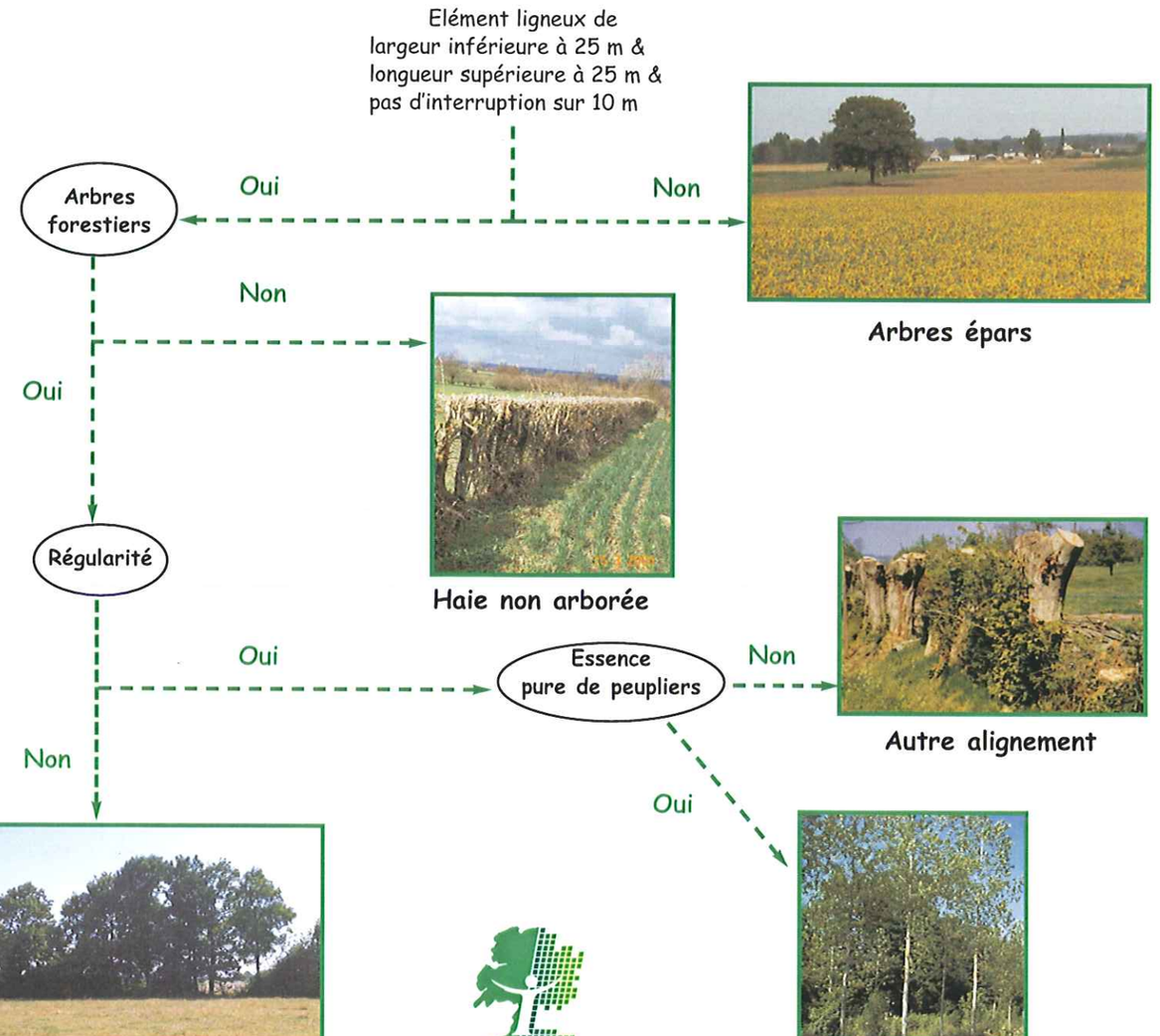
Echelon de Montpellier
PLace des Arcades Maurin BP 1001
34971 Lattes cedex

Tél. 04 67 07 80 80
Mél. montpellier@ifn.fr

INVENTAIRE FORESTIER NATIONAL

Les services de l'Inventaire forestier national

Inventaire des ligneux hors forêt

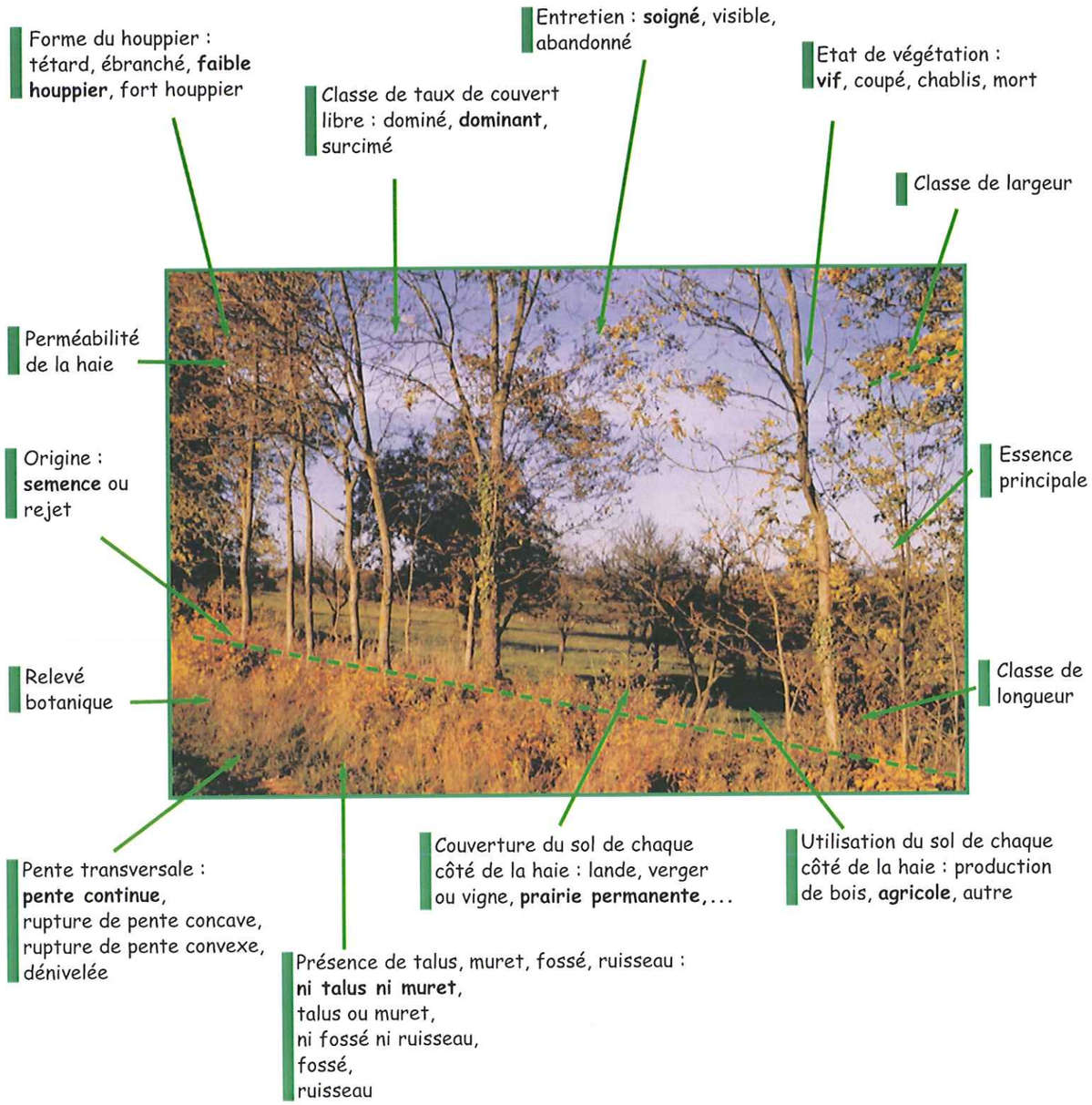


INVENTAIRE FORESTIER NATIONAL

Un inventaire sur mesure

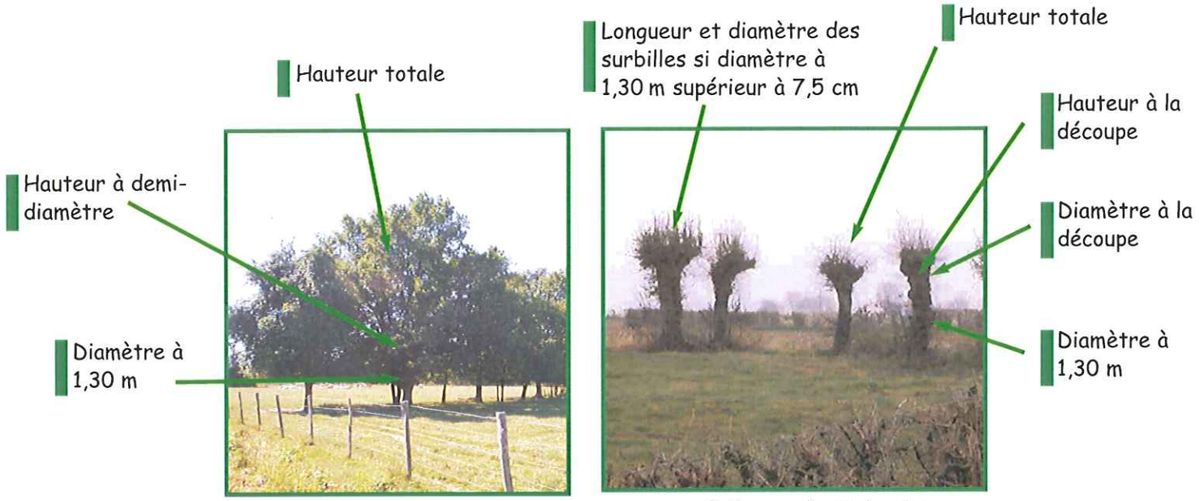
Quelles sont les principales essences composant les haies ? Ces haies sont-elles perméables ? Quelles quantités de bois y sont stockées ?
L'inventaire forestier national vous propose d'apporter des réponses par un inventaire spécialement adapté aux haies et aux alignements.
Les longueurs des alignements et des haies sont déjà systématiquement estimées par photo-interprétation de photographies aériennes. La nature des types de formation (haie arborée, haie non arborée, alignement de peupliers, autre alignement, arbre épars) est ensuite vérifiée sur le terrain.
A l'occasion de ces vérifications, l'Inventaire forestier national vous propose de prendre des mesures supplémentaires décrites dans les trois options suivantes (options cumulables) :

Option A : Description des formations

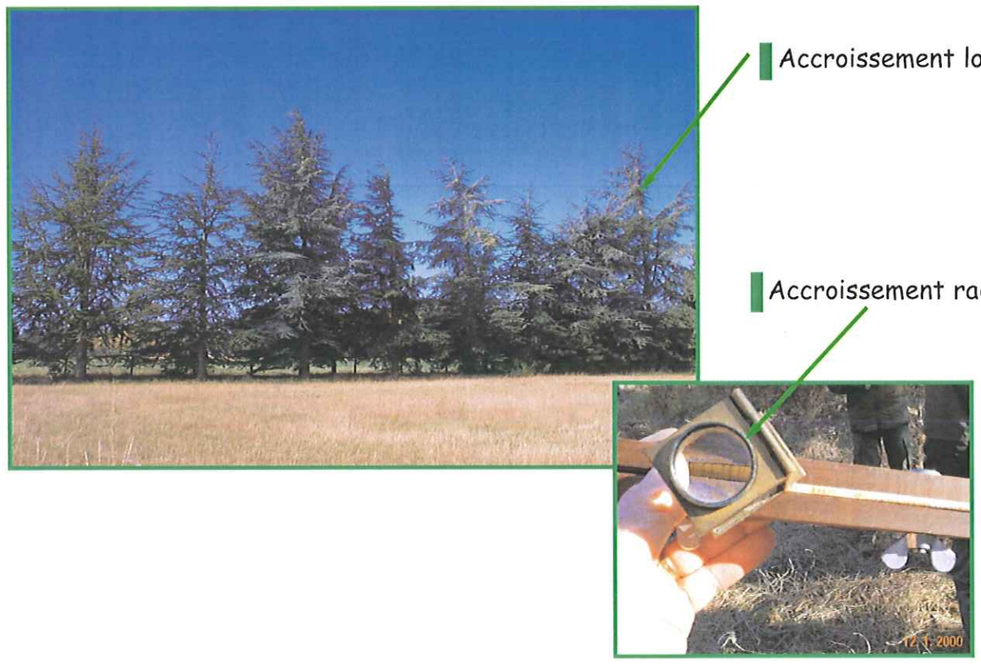


Trois options de mesures et d'observations

Option B : Option A et dendrométrie des volumes



Option C : Option B et dendrométrie des accroissements



ANNEXE B

- La méthode de la DDAF : résultats de l'Orne

- Typologie des haies de la DDAF de la Manche

9. EXÉCUTION DE LA PREMIÈRE PHASE DE L'INVENTAIRE DES HAIES

9.1. GÉNÉRALITÉS SUR LA MÉTHODE

9.1.1. Principe

L'objectif est d'estimer la longueur totale des haies du département et de préparer les deuxième et troisième phases de l'inventaire qui permettront d'estimer le volume moyen à l'unité de longueur des haies.

Le principe de la méthode consiste à associer à tout élément de haie une bande de 50 m de large, soit 25 m de part et d'autre de l'axe de la haie. On estime la surface totale de ces bandes en comptant le nombre de points d'un échantillon de première phase qui y sont situés.

L'estimation de la longueur des haies est obtenue en calculant la surface totale d'extension des points situés dans les bandes et en la divisant par la largeur des bandes (50 m).

9.1.2. Exécution pratique

Pour déterminer si un point se trouve dans la bande associée à une haie, c'est-à-dire s'il est situé à 25 m au plus de son axe, on utilise les cercles de 25 m de rayon centrés sur les points qui constituent la *placette* des points d'inventaire de la première phase de l'inventaire général. Pour qu'un point soit dans la bande associée à un segment de haie il faut que l'axe de la haie coupe le périmètre de ce cercle ou lui soit tangent et qu'en outre le pied de la perpendiculaire abaissée du centre du cercle sur une droite prolongeant le segment soit situé sur ce dernier. Les points sont ceux qui constituent l'échantillon de première phase de l'inventaire général, ou une partie d'entre eux.

Sauf dans le cas des départements frontaliers (qui font l'objet d'instructions spéciales) on n'examine que les points situés dans le département en cours d'inventaire. Par contre on étudie la position de l'axe des haies par rapport à tout le périmètre du cercle, ce qui peut conduire à retenir des points qui se trouvent dans la bande associée à une haie elle-même située en dehors du département.

Le rayon au sol des cercles tracés sur les grilles et, par conséquent, la largeur des bandes associées aux haies sont variables puisque l'échelle des photographies est elle-même variable. Toutefois il n'est pas effectué de correction. La première phase ne sert qu'à définir la composition de l'échantillon de deuxième et de troisième phase. C'est au cours de la dernière phase que les variations de largeur des bandes sont prises en compte.

L'ensemble des points situés dans les bandes associées aux haies telles qu'elles sont définies ci-dessus constitue un sous-ensemble de l'échantillon de première phase. La *couverture du sol* et l'*usage* pour ces points tels qu'ils ont été déterminés au cours de la première phase de l'inventaire général peuvent être quelconques et ne jouent aucun rôle dans l'inventaire des haies.

9.1.3. Détermination de l'échantillon de première phase

L'échantillon de première phase pour l'inventaire des haies est constitué à partir de celui de l'inventaire général.

On commence par faire une évaluation sommaire du nombre de ces points qui sont situés dans une bande associée à une haie.

Pour cela on examine rapidement le seul point central d'une grille sur dix, en les prenant dans l'ordre où elles sont numérotées.

Ceci donne une estimation de l'effectif total des points situés dans les bandes. Si cet effectif est plus important que celui théoriquement nécessaire pour obtenir la précision désirée dans l'inventaire des haies, on n'utilise comme échantillon de première phase qu'une certaine fraction de celui de l'inventaire général, qui peut être réduite à un seul point par grille si cela est suffisant. Les instructions nécessaires sont données par le chef d'échelon.

9.2. DÉCOMPTE DES POINTS SITUÉS DANS LES BANDES ASSOCIÉES AUX HAIES

9.2.1. Tracé des bandes associées

L'unité de travail est le **segment de base de haie** (Cf. § 3.4.2.2).

La bande associée à un segment de base est formée par les points situés à une distance orthogonale de l'axe du segment de base inférieure ou égale au rayon de la placette.

Les deux extrémités de la bande sont deux segments de droite perpendiculaires à l'axe du segment de base, à l'emplacement des coupures de ce segment.

Si le segment est affecté par un angle de plus de 100 grades, la bande associée est limitée, du côté saillant de l'angle, par un secteur de cercle centré au sommet de l'angle et de rayon égal à celui de la surface d'observation.

Si le segment de base est affecté par un coude, la bande associée épouse la forme de ce coude.

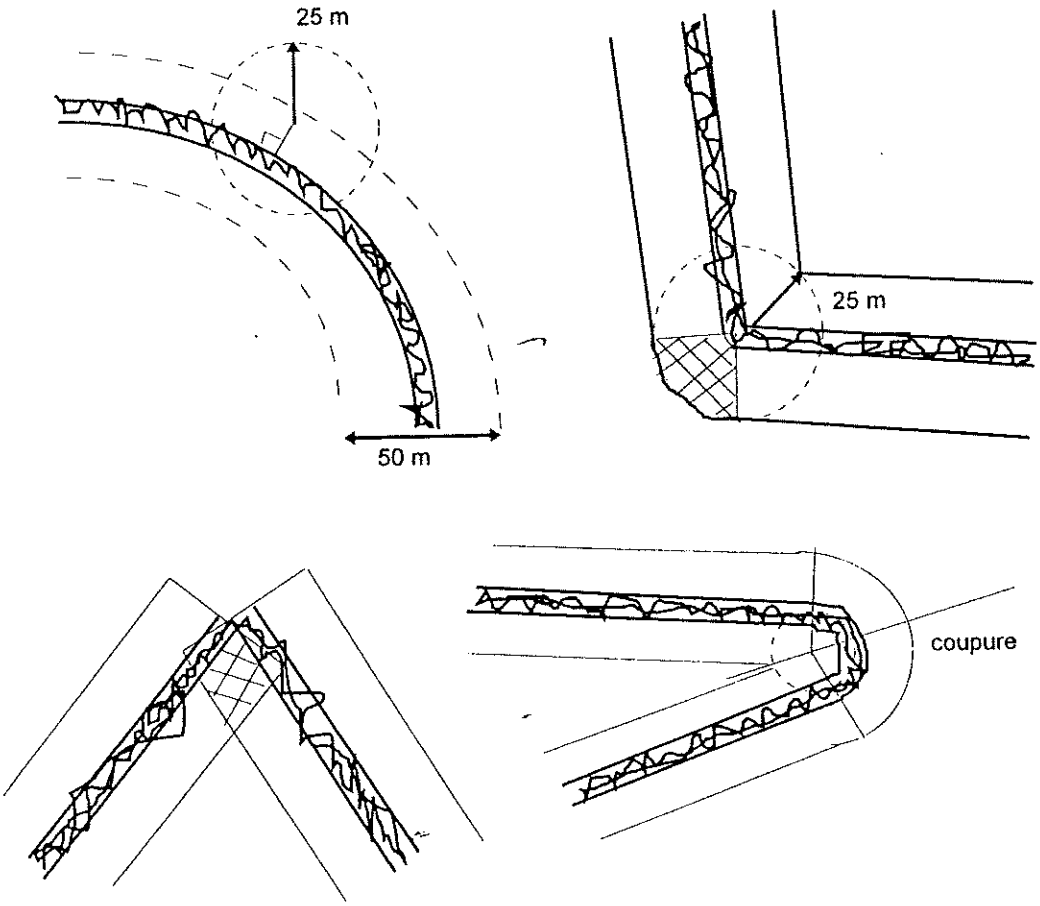


Figure 5 : Tracé de bandes associées à des haies

9.2.2. Règles de décompte

Pour tout point de l'échantillon de première phase constitué comme indiqué au § 9.1.3, il faut décompter le nombre de segments de base dont la bande associée contient ce point, c'est-à-dire le nombre de segments de base qui coupent la placette (cercle) entourant le point.

Le résultat de ce décompte est inscrit sous forme d'un code supplémentaire dans le fichier DDCCAA.C1 décrit au § 8.5. Il est inscrit sous forme d'un caractère numérique dans la colonne 40 de ce fichier, pour les points de l'échantillon de première phase de l'inventaire général qui font également partie de celui de l'inventaire des haies.

Le logiciel PAPI ne permet pas dans son état actuel la saisie du nombre de segments, qui doit être noté par écrit pour être ensuite introduit dans le fichier.

Pratiquement il est recommandé de procéder de la manière suivante :

- tracer par la pensée, à partir du point, une perpendiculaire à l'axe du segment (ou à son prolongement en ligne droite) et considérer l'intersection de cet axe et de cette perpendiculaire ;
- si cette intersection est **à la fois** sur le segment de base et à l'intérieur du cercle tracé autour du point le segment considéré est pris en compte.

Dans le cas d'un angle de plus de 100 gr, si le point tombe dans le secteur circulaire de la bande associée, côté saillant de l'angle (Cf. § 9.2.1), la perpendiculaire est abaissée par convention sur le sommet de l'angle.

Il en est de même si le point tombe dans le côté rentrant de l'angle de l'angle à moins de 25 m du sommet de cet angle (dans ce cas, en effet, on peut abaisser deux perpendiculaire sur l'axe de la haie).

On adopte la même solution dans le cas d'un coude de plus de 100 gr, lorsqu'on peut abaisser deux perpendiculaires sur l'axe de la haie.

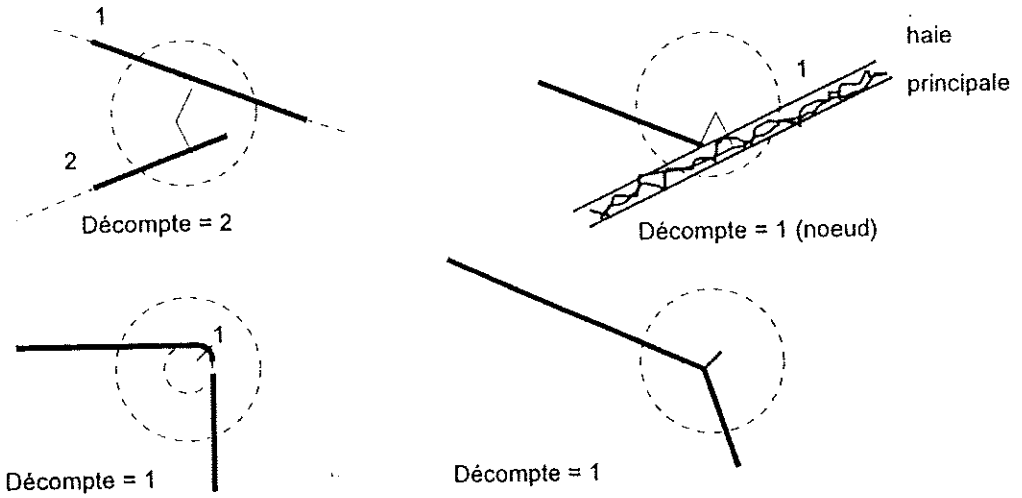


Figure 6 : Décompte de segments de haie

9.2.3. Cas limites - schémas

On est en présence d'un cas limite lorsque le point tombe sur le périmètre d'une bande associée, que ce soit sur l'un des côtés parallèles à l'axe ou sur l'un de ceux perpendiculaires à cet axe.

On prend en compte ces cas limites une fois sur deux, par exemple lorsque le pied de la perpendiculaire abaissée du point sur le segment de base est situé dans la moitié est du cercle.

Dans tous les **cas limites**, dans **tous les cas particuliers** (§ 3.4.2) et dans **tous les cas douteux** (§ 3.4.2.6), on dresse un schéma faisant apparaître la position des segments pris en compte, ou éventuellement laissés pour compte. Dans un tel cas le caractère "2" est inscrit par la suite dans la colonne 36

de la ligne correspondant au point dans le fichier DDCCAA.C1 décrit au § 8.5, sous réserve de l'application des dispositions du § 10.3.3.

Figure 7 : Cas-limites de haies

9.2.4. Modalités particulières (grosses cimes et autres cas)

Dans certains départements il peut être prévu de faire un décompte séparé :

- des segments contenant des grosses cimes ou des arbres hauts (15 m et plus) avec une densité minimale de un tous les quinze mètres en moyenne sur une distance de 25 m de part et d'autre de la projection du point ;
- des segments sans grosses cimes, c'est-à-dire ne répondant pas à la définition ci-dessus ;
- des haies non arborées dans certaines régions bocagères, leur définition étant alors donnée par instructions spéciales pour chacun des départements concernés, avec éventuellement des règles particulières pour le lever des arbres qui y seraient épars.

Les résultats des décomptes sont notés dans les colonnes 55 et 56 du fichier DDCCAA.C1 décrit au § 8.5.

10. EXÉCUTION DE LA PREMIÈRE PHASE DE L'INVENTAIRE DES ARBRES ÉPARS

10.1. GÉNÉRALITÉS

10.1.1. Principe de la méthode

L'objectif est d'estimer le nombre total et éventuellement le volume, répartis suivant diverses catégories, des arbres épars existant dans le département, sur les sites dont la *couverture du sol* est *lande* ou *autre couverture végétale*.

Le principe de la méthode consiste à déterminer, lors de la première phase, sur un échantillon de *points d'inventaire*, par photo-interprétation et par l'intermédiaire d'une *placette*, ceux pour lesquels la placette associée contient des arbres épars, puis, dans une deuxième et une troisième phases à effectuer au sol, sur une partie de ces points, le contrôle de la photo-interprétation ainsi que les observations et mesures nécessaires à l'estimation des nombres et, s'il y a lieu, volumes.

10.1.2. Exécution pratique

À chaque point d'inventaire de l'échantillon de première phase de l'inventaire des arbres épars est attachée une placette qui est un cercle de 25 m de rayon centré autour du point. Les points ont les mêmes coordonnées que ceux qui constituent l'échantillon de première phase de l'inventaire général, ou d'une partie d'entre eux.

Sauf dans le cas des départements frontaliers (qui font l'objet d'instructions spéciales) on n'examine que les points situés dans le département en cours d'inventaire. Par contre on étudie la totalité de la surface des cercles coupés par une limite départementale, ce qui peut conduire à retenir des points alors que les arbres épars se trouvent à l'extérieur du département.

Le rayon au sol des cercles tracés sur les grilles est variable puisque l'échelle des photographies est elle-même variable. Toutefois il n'est pas effectué de correction. La première phase ne sert qu'à définir la composition de l'échantillon de deuxième et de troisième phase. C'est au cours de la dernière phase que les variations de rayon des cercles sont prises en compte.

L'ensemble des points pour lesquels la placette contient au moins un arbre épars constitue un sous-ensemble de l'échantillon de première phase. La couverture du sol de la placette doit obligatoirement être différente de *forêt fermée* ou *forêt ouverte*.

10.1.3. Détermination de l'échantillon de première phase

L'échantillon de première phase pour l'inventaire des arbres épars est constitué à partir de celui de l'inventaire général.

On commence par faire une évaluation sommaire du nombre de ces points dont la placette contient de tels arbres.

Pour cela on examine rapidement le seul point central d'une grille sur dix, en les prenant dans l'ordre où elles sont numérotées.

Ceci donne une estimation de l'effectif total des points avec placette contenant des arbres épars. Si cet effectif est plus important que celui théoriquement nécessaire pour obtenir la précision désirée dans l'inventaire des arbres épars, on n'utilise comme échantillon de première phase qu'une certaine fraction de celui de l'inventaire général, qui peut être réduite à un seul point par grille si cela est suffisant. Les instructions nécessaires sont données par le chef d'échelon.

Le procédé étant le même que dans le cas de l'inventaire des haies, il peut se produire que les tailles des deux échantillons soient très différentes l'une de l'autre. Ceci conduirait à examiner certains points au titre de chacun des deux inventaires, et certains autres au titre d'un seul des inventaires.

Cela pouvant constituer une source d'erreurs ou d'oublis on adoptera sauf exception déterminée par le chef d'échelon le même échantillon pour les deux inventaires, celui d'effectif le plus important.

Il est rappelé que si le couvert des arbres forestiers est supérieur à 10 % sur une placette, la couverture du sol sur la placette est "forêt ouverte" (ou "forêt fermée"). En conséquence le point ne peut pas être considéré comme associé à des arbres épars.

Par contre sur un site de couverture végétale autre que "semi-naturel", en dehors du cas particulier des **prés-bois** (formations constituées d'arbres forestiers épars dans des pâturages naturels, fréquentes en haute montagne), la densité de couvert libre des arbres peut très largement dépasser le seuil de 10 % sur la placette sans que pour autant l'on considère qu'il n'y a pas "autre couverture végétale". Sauf disposition particulière applicable dans un département donné c'est le cas des **noyeraies**, ou des noyers plantés dans un pré entretenu, et ayant un couvert de 50 % par exemple. Ces noyers sont considérés comme arbres épars en terrain agricole.

10.1.4. Cas douteux

Le principe général est de prendre en compte tous les arbres pour lesquels on a des doutes sur leur caractère d'arbres épars. Le contrôle s'effectue lors de la deuxième phase de l'inventaire, qui ne porte que sur une fraction des seuls points associés à des arbres épars (Cf. § 10.1.1).

Le doute peut porter sur chacun des quatre critères de définition des arbres épars :

- **recensabilité** : prendre en compte les arbres dont on peut estimer qu'ils sont juste recensables ;
- **caractère forestier** : prendre en compte les arbres fruitiers si l'on a des doutes sur leur caractère "cultivé", de même prendre en compte les arbres sur des sites dont l'usage est douteuse ;
- **condition de couvert** : prendre en compte les arbres situés sur des placettes dont on n'est pas absolument sûr que la couverture du sol soit "forêt ouverte" ou "forêt fermée" ;
- **condition de répartition** : prendre en compte les arbres qui pourraient en fait constituer une haie ou un alignement, sans que le seul examen de la photographie permette de l'affirmer avec certitude ; prendre également en compte les arbres formant un alignement bien net, lorsque ces arbres peuvent être des noyers, sauf instructions spéciales contraires.

En ce qui concerne les **arbres épars pouvant en fait constituer une haie** (arbres épars alignés, Cf. § 3.4.2.6) on rappelle qu'il y a lieu de prendre en compte, au titre de l'inventaire des arbres épars, tous les points pour lesquels une ligne portant des arbres épars a été prise en compte dans l'inventaire des haies, même s'il n'y a pas d'arbre nettement visible sur la placette.

Le choix définitif entre arbres épars et arbres de haie est fait lors de la deuxième phase de l'inventaire.

10.2. PHOTO-INTERPRÉTATION

10.2.1. Repérage des arbres épars

Sur la placette entourant chaque point de l'échantillon de première phase de l'inventaire général où la couverture du sol n'est pas "forêt ouverte" ou "forêt fermée" il y a lieu d'examiner s'il existe ou non des arbres épars répondant aux conditions énoncées au § 10.1.4.

10.2.2. Notation

S'il existe au moins un arbre épars sur la placette, le code d'usage, inscrit dans la colonne 19 de la ligne correspondante du fichier DDCCAA.C1 décrit au § 8.5.2, est reproduit dans la colonne 39 de la même ligne. Le logiciel PAPI dans son état actuel ne permet pas cette saisie, qui doit donc être faite ultérieurement après que les numéros des points concernés ont été notés.

En l'absence d'arbre épars, on porte dans la colonne 39 le code conventionnel "0".

10.2.3. Cas limites - schémas

Les arbres-limites, c'est-à-dire ceux qui sont situés sur le périmètre de la placette, sont toujours pris en compte.

Dans tous les cas douteux, il faut dresser un schéma faisant apparaître l'emplacement des arbres pris en compte, ou au contraire négligés. Dans un tel cas un caractère est inscrit par la suite dans la colonne 36 de la ligne correspondant au point dans le fichier DDCCAA.C1 décrit au § 8.5.2. Ce caractère indique aussi l'existence éventuelle d'un schéma relatif à l'inventaire des haies (Cf. § 9.2.3) et prend la valeur suivante :

1 schéma pour arbres épars seulement ;
2 schéma pour haies seulement ;
3 schéma pour arbres épars et haies.

11. EXÉCUTION DE LA PREMIÈRE PHASE DE L'INVENTAIRE DES PEUPLERAIES ET DES ALIGNEMENTS

11.1. GÉNÉRALITÉS

11.1.1. Domaine d'étude

Le domaine d'étude inclut l'ensemble des peupleraies cultivées, à savoir :

- les **peupleraies cultivées de production**, où le *type de formation végétale* du site est "peupleraie de production" ;
- les **peupleraies cultivées d'agrément** où le type de formation végétale du site est "peupleraie autre que de production", qu'elles soient situées en zone rurale ou urbaine.

On distingue :

- les **peupleraies cultivées vues par les photo-interprètes**, que ce soit sur les photographies aériennes ou à l'occasion de reconnaissances sur le terrain, les limites de ces dernières peupleraies cultivées devant alors être reportées sur les photos ;
- les **peupleraies cultivées non vues par les photo-interprètes**, pour lesquelles est prévue une autre méthode.

Dans certains départements, l'inventaire des peupleraies est limité à certaines régions forestières ou à certaines zones délimitées et cartographiées, qui sont des régions populicoles s'il en a été défini. Dans tous les cas, la zone d'inventaire doit correspondre à une union de domaines d'étude cartographiés au sens du § 1.1.1.

L'inventaire des peupleraies n'est pas exécuté dans les départements où, d'après les statistiques existantes, la surface planimétrique estimée des peupleraies est inférieure à 500 ha.

11.2. PEUPLERAIES CULTIVÉES VUES PAR LES PHOTO-INTERPRÈTES

11.2.1. Principe de la méthode

La méthode consiste à :

- reporter sur les photographies aériennes le contour de toutes les parcelles de peupliers, visibles sur les photos ou connues par d'autres sources, éventuellement dans la seule zone où est effectué l'inventaire des peupleraies ;
- déterminer, pour les points d'un échantillon couvrant le département (ou la zone d'inventaire des peupleraies), s'ils sont situés ou non dans une peupleraie cultivée.

11.2.2. Constitution de l'échantillon

11.2.2.1. Méthode des grilles

Le principe de composition de l'échantillon est le même que dans le cas de l'inventaire général telle qu'elle est décrite au § 7.2. On utilise le **même réseau de centres de grilles**.

La grille employée est dite "superdense" car elle comporte à surface égale un nombre de points beaucoup plus important que celle de l'inventaire général. Le choix de la grille doit être fait de telle façon

qu'environ mille points dans le département soient situés dans des peupleraies cultivées. On utilise pour cela les statistiques connues.

En raison du nombre élevé de points de cette grille, il se peut que pour un même centre de grille situé hors du département *site d'exécution* de l'inventaire la grille de l'inventaire général n'ait aucun point dans le département, alors que la grille de l'inventaire des peupleraies en a. Dans ce cas on devra considérer que les points de la grille de l'inventaire général font partie de l'échantillon de cet inventaire, avec indication de position hors du site d'exécution de l'inventaire (Cf. § 8.4.1).

11.2.2.2. Méthode des mailles

On utilise une grille dite "superdense" comme dans le cas précédent, dont le modèle est fixé par le chef d'échelon dans les instructions propres au département. Son centre est placé sur chacun des points de l'inventaire général (point piqué sur photo). Cette grille porte deux axes perpendiculaires qui sont utilisés pour l'orienter de telle manière que l'un de ces axes passe par le point de l'inventaire général situé immédiatement au nord de celui qui porte le centre de la grille, ou, à défaut d'un tel point, que l'autre axe passe par celui qui est situé immédiatement à l'est. À défaut encore on utilise les points situés immédiatement au sud ou à l'ouest.

Si sur une photo donnée il n'y a qu'un point piqué (ce qui est rare), on en pique un second en reportant sa position à partir de celle qu'il occupe sur la photo voisine. Ce point piqué en supplément ne sert que pour le calage de la grille.

Sur chaque photo la grille est donc positionnée autant de fois qu'il y a de points piqués de l'inventaire général. Il s'agit par conséquent d'un échantillonnage par grappes de points d'effectif fixe et équidistantes sur carte. Comme il est réalisé sur photos il y a des variations de recouvrement entre les diverses positions de la grille, ce qui est sans importance.

Chaque point de l'inventaire des peupleraies reçoit un numéro de huit chiffres. Les six premiers correspondent aux *coordonnées* du point de l'inventaire général, les deux derniers à la position du point dans la grille avec la convention suivante : 00 pour le point de l'inventaire général, 01, 02, etc. pour les autres en commençant par le nord-ouest.

Il est indispensable de mettre la grille en place sur certains points du réseau constitué pour l'inventaire général eux-même situés en dehors du département, dès lors qu'un point de la grille "superdense" se trouve à l'intérieur du département.

11.2.3. Repérage des peupleraies cultivées

On doit repérer sur la surface utile de chaque photographie, telle qu'elle est définie par la grille qui y a été appliquée, toutes les peupleraies cultivées vues par le photo-interprète, c'est-à-dire :

- les peupleraies cultivées visibles sur la photo, celles-ci incluant les sites qui, sur photo, sont sûrement identifiées comme peupleraies cultivées et ceux qui sont peut-être des peupleraies cultivées, le doute étant levé lors de la deuxième phase de l'inventaire ; elles sont repérées en étudiant soigneusement la surface utile des photos et plus particulièrement les vallées et les terrains propices aux peupliers ;

- les peupleraies cultivées non visibles sur photo, mais préalablement repérées au sol lors de tournées ou connues par d'autres sources de renseignements.

Les contours des peupleraies cultivées vues sont tracés en couleur sur les photos.

Cette délimitation des peupleraies cultivées situées dans les carrés permet de savoir lors de la seconde phase quelles sont celles qui ont été vues par les photo-interprètes et de ne pas les prendre en compte au titre des peupleraies non vues en photo-interprétation.

11.2.4. Numérotation des points

Lorsque toutes les peupleraies cultivées vues ont été tracées sur les photos on leur superpose l'échantillon de points constitués comme indiqué au § 11.2.2 afin de déterminer ceux d'entre eux qui sont situés dans une peupleraie.

Si les points de la grille (dans la méthode des grilles) ne sont pas numérotés à l'avance, on attribue un numéro aux seuls points de la grille situés dans une peupleraie cultivée. Le numéro est porté au verso d'un tirage sur papier de la photo. Les numéros sont donnés dans une série continue par grille en commençant au coin supérieur **droit** de la grille et en continuant de droite à gauche et de haut en bas. De la sorte, au verso de la photo, les numéros croissent de gauche à droite et de haut en bas. La série commence pour chaque grille au numéro 61 afin d'éviter toute confusion avec les points de l'inventaire général.

La numérotation des points dans la méthode des mailles a été indiquée au § 11.2.2.2.

11.2.5. Observations à faire sur les points de l'échantillon

11.2.5.1. Cas général

Pour chaque point de l'échantillon situé dans une peupleraie vue on relève **obligatoirement**, sauf instruction contraire du chef d'échelon, les caractéristiques suivantes, dont les différentes modalités possibles sont traduites par des codes :

- **doute sur la modalité "peupleraie" du type de formation végétale** ; les codes utilisés sont

5	en cas de doute
blanc	en l'absence de doute ;

- *région populicole départementale* où est situé le point ou, s'il n'en a pas été défini dans le département, *région forestière départementale* ;

- *classe juridique départementale de propriété* du point ;

- **classe de surface planimétrique de la parcelle de peupliers** où se trouve le point ; la parcelle de peupliers a été définie au § 3.6.2 ; les codes utilisés sont

3	5 à 50 ares
4	50 ares à 2 ha
5	plus de 2 ha

  sur instructions spéciales, pour l'ensemble d'un département ou certaines régions populicoles (ou régions forestières) départementales seulement, la classe des surfaces de 5 à 50 ares peut être subdivisée et devenir

1	5 à 25 ares
2	25 ares à 50 ares.

11.2.5.2. Inventaire des peupliers sans opérations au sol

Dans certains départements il peut être prescrit de procéder à l'inventaire des peupleraies visibles sur photographies aériennes sans opérations au sol (absence de deuxième et de troisième phases).

La première phase doit alors être complétée en notant pour chaque point situé dans une peupleraie les caractéristiques supplémentaires suivantes :

- **hauteur** des peupliers de la parcelle, en utilisant par exemple la codification

1	moins de 10 mètres
2	de 10 à 20 mètres
3	plus de 20 mètres ;

- **couvert, volume apparent**, etc. ; l'utilisation et la codification des modalités de ces caractéristiques sont précisées par instructions spéciales.

11.2.5.3. Absence d'inventaire des peupleraies non vues

Est exposée au § 11.3 la méthode normale d'inventaire des peupleraies non vues par les photo-interprètes, qui utilise un échantillon de points auxquels la placette attachée est un carré.

Pour certains départements cette méthode n'est pas employée. Dans ce cas les photo-interprètes doivent effectuer des observations non seulement sur les points situés dans des peupleraies cultivées vues mais aussi sur ceux situés dans la zone d'inventaire des peupleraies où pourraient exister des peupliers plantés, et noter pour chaque point le code indiqué ci-dessous traduisant sa probabilité de se trouver effectivement dans une peupleraie cultivée, équivalent au code de doute sur la modalité "peupleraie" de la couverture du sol dans le cas général (Cf. § 11.2.5.1) :

1 point situé dans une zone à peupliers où il est possible que l'on plante ou que l'on ait planté des peupliers ;

3 point situé dans une peupleraie cultivée sûre ;

5 point situé dans une peupleraie cultivée douteuse.

On note en outre :

- pour les points de code 1 la région populicole départementale où est situé le point ou, s'il n'en a pas été défini dans le département, la région forestière départementale ;

- pour les points de code 3 ou 5, c'est-à-dire ceux qui sont considérés comme vus par les photo-interprètes, les indications prévues au § 11.2.5.1.

Tout ou partie de l'ensemble des points, y compris ceux dont le code de doute sur la modalité "peupleraie" de la couverture du sol est 1, fait l'objet d'une reconnaissance au sol pour vérifier l'existence éventuelle d'une peupleraie cultivée (deuxième phase proprement dite) et, si oui, pour déterminer certaines caractéristiques qui ne peuvent l'être sur photo, notamment l'âge.

11.2.6. Enregistrement des résultats

Les résultats de la première phase sont enregistrés dans un fichier informatique dont chaque enregistrement porte la suite des codes IFN relatifs à un point de l'échantillon.

La saisie des codes traduisant la valeur des critères se fait au fur et à mesure de l'examen des points, au moyen du logiciel PAPE (programme d'aide à la photo-interprétation des peupleraies), analogue au logiciel PAPI (Cf. § 8.1).

Le préfixe du nom du fichier est celui commun à tous les fichiers du département : DDCCAA (Cf. § 8.5.1). Le suffixe est CP.

C'est un fichier séquentiel dont les enregistrements ont la structure suivante :

Colonne(s)	Attribut
1	"P" dans tous les cas
2 + 3	Numéro minéralogique du département site d'exécution de l'inventaire
4	Code de type de la grille utilisée
5 - 10	Méthode des grilles ⇒ Numéro de la grille (calé à gauche) Méthode des mailles ⇒ Abscisse et ordonnée du point central de la grille
11	Code de doute de modalité "peupleraie" du type de formation végétale
12 + 13	Code de la région populicole ou forestière départementale du point
15	Code de la classe juridique départementale de propriété du point
18 - 20	Numéro du point dans la grille (calé à droite)
22	Code de la classe de surface planimétrique de la parcelle de peupliers
25	Code de classe de hauteur
26	Code de classe de couvert ou volume apparent, etc.
57 - 60	Méthode des mailles ⇒ Numéro de photo Méthode des grilles ⇒ Néant
66 - 68	Méthode des mailles ⇒ Numéro du secteur où est situé le point Méthode des grilles ⇒ Numéro du secteur où est situé le centre de grille
70	Numéro du cycle auquel appartient le point d'inventaire

Tableau 18 : Structure du fichier DDCCAA.CP

Les points de l'échantillon situés en dehors du département ou situés dans le département mais en dehors d'une peupleraie cultivée vue ne font l'objet d'aucun enregistrement.

11.3. PEUPLERAIES NON VUES PAR LES PHOTO-INTERPRÈTES ET ALIGNEMENTS

11.3.1. Principe de la méthode

La méthode consiste à rechercher sur un ensemble de points du département s'ils sont situés ou non à proximité de peupleraies cultivées non visibles mais susceptibles d'exister sur le terrain. Il s'agit en général de peupleraies cultivées trop jeunes pour être visibles sur les photographies, ou créées depuis la prise de vues, ou enfin oubliées par les photo-interprètes.

Pour cela on trace autour du point une placette de forme carrée et l'on apprécie, par l'examen des photographies aériennes, la probabilité pour qu'une peupleraie cultivée non visible existe dans le carré.

Dans la pratique :

- les placettes ont une forme carrée sur les photographies aériennes ; la zone que représente sur le terrain un tel carré n'est pas elle-même un carré dans le cas général, et les différentes placettes sont de surface variable ;

- le point autour duquel est théoriquement dessiné chaque carré n'est pas toujours lui-même figuré.

On parle aussi d'**inventaire par carrés** mais le principe reste celui de points d'inventaire.

Le même dispositif d'échantillonnage est utilisé, **simultanément**, pour l'inventaire des **alignements**, alignements de peupliers d'une part et alignements d'arbres d'essences différentes du peuplier, d'autre part. La méthode consiste à rechercher les points qui sont situés à proximité d'un alignement, en retenant ceux dont la placette carrée est coupée par un alignement.

En raison de la simultanéité des opérations, l'inventaire des alignements est décrit dans le présent chapitre.

L'inventaire des alignements n'est pas exécuté dans un département si d'après les statistiques connues leur longueur est inférieure à 500 km.

11.3.2. Constitution de l'échantillon

11.3.2.1. Méthode des grilles

Le principe de composition de l'échantillon est le même que dans le cas de l'inventaire général telle qu'elle est décrite au § 7.2. On utilise le **même réseau de centre de grilles**.

La grille employée comporte, outre les carrés utilisés pour les opérations de première phase, des points qui servent lors des opérations de terrain. Pour alléger la rédaction on parlera dans la suite d'un échantillon de carrés.

Font partie de l'échantillon tous les carrés situés entièrement à l'intérieur du département et tous les carrés coupés par la limite du département, dits "carrés-limites". Dans les carrés-limites on ne retient que les formations (alignements) contenues dans les portions intérieures au département, mais la limite départementale n'intervient pas dans la définition des éléments éventuellement rencontrés. Par exemple, si un alignement de 45 m de longueur totale traverse la limite départementale et comporte 15 m dans le département inventorié et 30 m en dehors de ce département, le segment de 15 m est à prendre en compte ; la longueur minimale de 25 m qui définit un alignement est à apprécier non pas dans le seul département inventorié mais sur l'ensemble de l'alignement.

11.3.2.2. Méthode des mailles

L'échantillon est constitué à partir de la même grille que celui constitué pour l'inventaire des peupleraies vues par les photo-interprètes (Cf. § 11.2.2.2.). Au centre de chaque grille figure un carré. Chaque point de l'échantillon de l'inventaire général est donc le centre d'un carré.

Le carré est repéré par les six chiffres des coordonnées du point de l'inventaire général.

Le chef d'échelon indique dans les instructions propres au département le modèle de carré et si l'échantillon est constitué d'autant de carrés qu'il y a de points d'inventaire général ou si l'on prend en compte un carré sur deux. Quelle que soit la combinaison, le tiers environ du département doit se trouver à l'intérieur des carrés retenus.

Le carré doit être mis en place sur des points du réseau situés en dehors du département dès lors qu'une partie de ce carré recouvre le département inventorié.

11.3.3. Numérotation des carrés

Dans le méthode des grilles les carrés reçoivent un numéro composé :

- du numéro de la photo où se trouve le centre de la grille ;
- du numéro du carré dans la grille.

La numérotation des carrés dans la méthode des mailles a été indiquée au § 11.3.2.2.

11.3.4. Interprétation

11.3.4.1. Classement des carrés

Au cours de la photo-interprétation tous les carrés de l'échantillon sont examinés et classés dans une des catégories suivantes, chacune étant désignée par un code qui est également indiqué.

0 carrés ne contenant pas d'alignements visibles et n'ayant **aucune chance** de contenir des peupliers cultivés, même très jeunes, tant sous forme de peupleraies cultivées que d'alignements ; ils sont dits "carrés vides".

Tel est le cas des carrés situés sur des reliefs accidentés, des plateaux ou des pentes manifestement impropres à la culture des peupliers, des carrés situés dans des agglomérations, dans des massifs forestiers où il est certain que l'on ne crée pas actuellement de peupleraies, etc....

1 carrés contenant des alignements visibles, paraissant répondre pour la majorité d'entre eux à la définition d'**alignements peupliers cultivés AP**.

2 carrés contenant des alignements visibles, paraissant répondre pour la majorité d'entre eux à la définition d'**alignements non peupliers ANP**.

3 carrés ne contenant pas d'alignements visibles, mais **ayant de fortes chances**, eu égard aux caractères des terrains ou de la végétation qu'ils supportent ou même de leur environnement immédiat, de contenir, sous forme de peupleraies ou d'alignements AP, des peupliers cultivés non décelables sur les photographies.

Il s'agit alors en principe de carrés :

dans lesquels on identifie de façon certaine des peupliers épars ou des peupleraies ;

au voisinage desquels on observe des peupliers dans des conditions de station identiques à celles qui règnent à l'intérieur du carré ;

comportant des terrains situés au voisinage immédiat des rivières, de ruisseaux, ou appartenant à des vallées alluviales.

4 carrés ne contenant pas d'alignements visibles mais **ayant des chances moyennes ou faibles**, eu égard à des caractères s'apparentant de plus ou moins loin aux précédents, de

contenir, comme les carrés de code 3, des peupleraies ou des alignements de peupliers cultivés non visibles sur photographies.

Tel sera généralement le cas des zones agricoles ou bocagères en relief vallonné.

9 code réservé aux carrés "hors territoire", c'est-à-dire aux carrés entièrement extérieurs au département.

Les codes 0, 1, 2, 3 et 4 s'appliquent uniquement aux carrés intérieurs au département ou coupés par la limite de ce dernier.

En ce qui concerne les carrés coupés par la limite départementale le code doit être donné en fonction de ce qui peut se trouver dans le département. Par exemple un carré traversé par une vallée extérieure au département et comportant un plateau nu à l'intérieur du département reçoit le code 0.

11.3.4.2. Mesure des longueurs d'alignements

Pour tous les carrés classés dans les catégories de code 1 et 2, c'est-à-dire pour tous les carrés contenant des alignements visibles, il y a lieu d'estimer la longueur totale des alignements en cause, puis de ventiler ces carrés par classe de longueur d'alignement, conformément au tableau ci-dessous.

Pratiquement, on doit estimer la **longueur en millimètres** des alignements considérés et procéder à la mesure, à 10 % près, de cette longueur lorsque l'estimation conduit à un résultat se rapprochant des limites des classes.

Pour faciliter cette opération, et pour éviter ultérieurement des hésitations lors de l'établissement des schémas agrandis devant figurer sur les imprimés de lever, il est recommandé de noter sur la photo, au moyen d'un crayon dermographique bien aiguisé, les alignements pris en compte ou, simplement, leurs extrémités.

Un alignement de moins de 25 m de long à l'intérieur du carré doit être pris en compte s'il se prolonge à l'extérieur du carré et si sa longueur totale dépasse 25 m. En pareil cas, cependant, seule est à prendre en compte comme longueur estimée la longueur intérieure au carré.

La codification traduisant les résultats des opérations prescrites ci-dessus est la suivante :

Classes de longueur d'alignements contenus dans les carrés					Codes
en millimètres sur photo d'échelle				en mètres sur le terrain	
1/15 000	1/17 000	1/20 000	1/25 000		
- de 10	- de 9	- de 8	- de 6	- de 150	1
10 à 33	9 à 29	8 à 25	6 à 20	151 à 500	2
34 à 66	30 à 58	26 à 50	21 à 40	501 à 1 000	3
67 à 133	59 à 117	51 à 100	41 à 80	1 001 à 2 000	4
+ de 133	+ de 117	+ de 100	+ de 80	+ de 2 000	5

Tableau 19 : Code-IFN des longueurs d'alignement

11.3.4.3. Repérage des carrés

Les carrés sont repérés par rapport à la région populicole (ou la région forestière) départementale dans laquelle ils sont situés ainsi que par rapport à la classe juridique départementale de propriété.

Si le carré est traversé par une limite de face il est affecté à celle qui, dans ce carré, contient le plus d'alignements ou, à défaut, qui paraît devoir contenir le plus de peupliers ou enfin, si l'hésitation subsiste, à celle désignée par le centre du carré.

La classe juridique de propriété retenue est celle du centre du carré.

11.3.5. Dispositions particulières

11.3.5.1. Absence d'inventaire des alignements non peupliers

Lorsque l'inventaire des arbres d'alignements autres que de peupliers cultivés n'est pas fait, mais que l'inventaire des peupleraies est exécuté, l'inventaire dit par carré se limite à la recherche des peupleraies non vues en photo-interprétation et à l'inventaire des alignements de peupliers.

Dans ce cas le code 2 de classement des carrés n'est pas utilisé et les carrés contenant des alignements visibles répondant pour la majorité à la définition d'alignements ANP reçoivent le code 0.

11.3.5.2. Absence d'inventaire des peupleraies

Dans les départements où, d'après les statistiques existantes, les peupleraies occupent des surfaces très faibles, en principe de moins de 500 ha, il n'est pas procédé à leur inventaire (Cf. § 11.1.1).

L'inventaire dit par carrés se réduit alors à l'inventaire des alignements toutes essences confondues, s'il est exécuté. Les alignements peupliers existants sont assimilés aux alignements non peupliers (ANP) et, seuls, les arbres recensables qu'ils renferment sont de ce fait pris en compte comme s'il s'agissait d'une essence quelconque.

Lors de la photo-interprétation le classement des carrés par catégorie est inutile et tous les carrés contenant des alignements pris en compte reçoivent systématiquement le code 2, quelle que soit la composition des alignements en cause.

11.3.5.3. Inventaire partiel des peupleraies

Lorsque l'inventaire spécial des peupleraies est limité à certaines régions populicoles ou à certaines régions forestières (Cf. § 11.1.1) l'utilisation complète de l'inventaire dit par carrés est limitée à la même partie du département.

Sur le reste du département, c'est-à-dire sur la zone sans peupliers, on applique les dispositions du § 11.3.5.2, pour autant que l'inventaire des alignements soit exécuté.

Plus généralement, dans le cas de parties du département ne contenant ni peupliers cultivés ni même alignements d'essences quelconques (parties montagneuses par exemple), on peut supprimer complètement pour ces parties l'inventaire des peupleraies et celui des alignements.

On rappelle que toute zone d'inventaire doit correspondre à une union de domaines d'étude cartographiés.

11.3.6. Enregistrement des résultats

Les résultats de la première phase sont enregistrés dans un fichier informatique dont chaque enregistrement porte la suite des codes IFN relatifs à un point de l'échantillon.

La saisie des codes traduisant la valeur des critères se fait au fur et à mesure de l'examen des points, au moyen du logiciel PAPA (programme d'aide à la photo-interprétation des peupleraies et des alignements), analogue au logiciel PAPI (Cf. § 8.1).

Le préfixe du nom du fichier est celui commun à tous les fichiers du département : DDCCAA (Cf. § 8.5.1). Le suffixe est CA.

C'est un fichier séquentiel dont la structure des enregistrements est la suivante :

Colonne(s)	Attribut
1	"A" dans tous les cas
2 + 3	Numéro minéralogique du département site d'exécution de l'inventaire
4	Code de type de la grille utilisée
5 - 10	Méthode des grilles ⇒ Numéro de la grille et numéro du carré Méthode des mailles ⇒ Abscisse et ordonnée du point central du carré
11	Code de classement du carré
12 +13	Code de la région populicole ou forestière départementale du point
15	Code de la classe juridique départementale de propriété du point
22	Code de la classe de longueur d'alignements
57 - 60	Méthode des mailles ⇒ Numéro de photo Méthode des grilles ⇒ Néant
66 - 68	Méthode des mailles ⇒ Numéro du secteur où est situé le point Méthode des grilles ⇒ Numéro du secteur où est situé le centre de grille
70	Numéro du cycle auquel appartient l'inventaire

Tableau 20 : Structure du fichier DDCCAA.CA

Les carrés de code 0 dits "carrés vides" ne font pas l'objet d'enregistrement, sauf si l'on se propose d'en contrôler un échantillon au sol au cours de la deuxième phase de l'inventaire pour vérifier la photo-interprétation.

Les carrés de code 9 "hors territoire" ne font pas l'objet d'enregistrement. On ne rencontre donc pas la valeur 9 en colonne 11 du fichier DDCCAA.CA.

LES RESULTATS DE L'INVENTAIRE DES LIGNEUX HORS FORET

Pour les cycles de 1975 et 1988

Département du Calvados :

Formations arborées	Premier inventaire		Deuxième inventaire	
	Longueur (km)	Volume (1 000 m3)	Longueur (km)	Volume (1 000 m3)
Arbres épars	-	153,7	-	267,6
Haies	33 758	2 660,8	12 628	1 297,1
Alignements	277	35,0	241	39,4
TOTAL	34 035	2 849,5	12 869	1 604,1

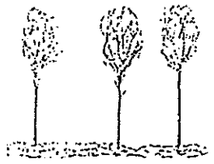
Département de l'Orne :

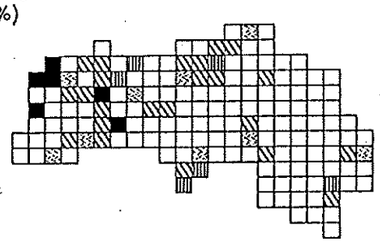
Formations arborées	Premier inventaire		Deuxième inventaire	
	Longueur (km)	Volume (1 000 m^3)	Longueur (km)	Volume (1 000 m^3)
Arbres épars	-	178,2	-	744,9
Haies	33 376	2 063,5	15 396	1 595,9
Alignements	340	41,7	394	62,3
TOTAL	33 176	2 283,4	15 790	2 043,1

Département de la Manche :

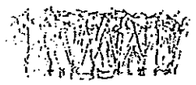
Formations arborées	Premier inventaire		Deuxième inventaire	
	Longueur (km)	Volume (1 000 m^3)	Longueur (km)	Volume (1 000 m^3)
Arbres épars	-	177,4	-	725,8
Haies	46 736	1 679,1	24 899	1 963,8
Alignements	246	27,9	361	48,7
TOTAL	46 982	1 884,4	25 260	2 738,3

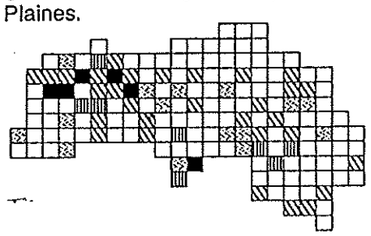
3 800 km de haies (9%) sont constitués d'**alignements d'arbres de haut jet** (bois d'oeuvre) sur haie de moins de 2 mètres. Près des trois quarts sont localisées dans le Bocage. Ce type de haies est peu présent dans le Pays d'Auge et le Pays d'Ouche. Les alignements d'arbres sans haies sont estimés à 600 km (1%)



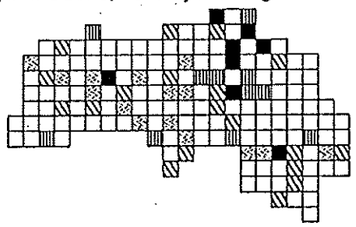


Les **cépées**, 5 000 km (12%) sont pour les deux tiers localisées dans le Bocage mais elles sont également présentes dans le Perche et les Plaines.

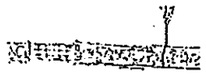


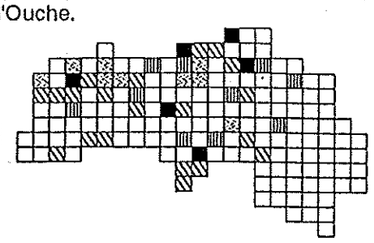


Les haies pour bois de feu, 5 100 km (12%) sont surtout présentes dans le Pays d'Ouche, le Pays d'Auge et le Merlerault.

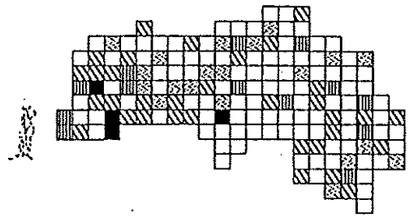


Les haies taillées de moins de 2 mètres, 4 200 km (10%) sont localisées pour près de la moitié dans le Bocage, mais elles représentent une part importante des haies du Merlerault, des Pays d'Auge et d'Ouche.





5 300 km de haies (13%) sont **dégradées** ou discontinues, 55% de ces haies se situent dans le Bocage, 30% dans le Perche.



Km / 1000 ha

Absence
de 1 à 10
de 10 à 30
de 30 à 50
50 et +

L'enquête a également recensé les **haies d'ornement**
La longueur totales de ces haies d'ornement serait de 1 200 km dont 58% avec feuillage persistant (troènes, lauriers, résineux etc ...) et 42% à feuillage caduque (essentiellement de la charmille).

Kilométrage de haies selon les différents types de haies et la région naturelle

Types de haies	Pays d'Auge	Bocage	Merlerault	Pays d'Ouche	Perche	Plaines	Total Orne
Alignement d'arbres	200	3 200	-	100	400	500	4 400
Arbres de haut jets sur haie	800	8 000	"300"	100	1 800	2 500	13 500
Têtards sur haie	200	800	"-"	600	700	600	2 900
Cépées	100	3 100	"-"	200	1 100	500	5 000
Haie pour bois de feu	600	1 000	"300"	1 400	1 300	500	5 100
Haie taillée	300	2 300	"300"	400	200	700	4 200
Haie dégradée	100	2 900	"-"	300	1 500	500	5 300
Haie d'ornement	100	600	"100"	100	100	200	1 200
Ensemble haies	**2 400**	**21 900**	**1 000**	**3 200**	**7 100**	**6 000**	**41 600**

Toute reproduction partielle ou totale est autorisée sous réserve de la mention de la source : DDAF ORNE - SERVICE STATISTIQUE

Directeur de la publication: M.NARJOLLET
Composition: Service Statistique de la DDAF - 61 -
Impression: Service Statistique de la DDAF - 61 -
Dépot légal: A parution
ISSN: 1240-0777

DIRECTION DEPARTEMENTALE DE L'AGRICULTURE ET DE LA FORET
SERVICE DEPARTEMENTAL DE STATISTIQUE AGRICOLE
Cité Administrative 61013 ALENCON CEDEX

prix : 15 F

AGRESTE
LA STATISTIQUE AGRICOLE

direction départementale de l' **agriculture** et de la **forêt** de l' **Orne**

TYPOLOGIE DES HAIES DE L'ORNE

Enquête "Utilisation du territoire" (Mai - Juin 1994)

Après les abattages intempestifs des dernières décennies on note un regain d'intérêt pour les haies qui sont un élément fondamental du paysage rural de l'Orne et qui jouent encore un rôle important dans l'environnement : protection contre les intempéries (vent, pluie, froid), régulation de l'hydrologie et du rayonnement du soleil, production auxiliaire de bois d'oeuvre ou de chauffe.

Cette première approche de la typologie des haies de l'Orne a été effectuée à partir de l'enquête "UTILISATION DU TERRITOIRE".

L'échantillon est constitué de 168 carreaux de 9 hectares, matérialisés par 4 points préimprimés sur les photos aériennes (points distants de 300 mètres les uns des autres).

La méthode consiste à recenser tous les types de haies présents dans les carrés de 9 ha.

La superficie totale observée s'élève à 1 512 hectares.

L'enquête Utilisation du Territoire étant renouvelée chaque année, il sera possible de compléter les informations recueillies cette année par d'autres observations : essences, entretien, pentes, orientations, etc..., en fonction des besoins exprimés au vue de ces premiers résultats.

*En 1994, la longueur totale des haies (tous types confondus) est évaluée à **41 600 kilomètres**, soit un peu plus que le tour du globe.*

Juillet 1994

DONNEES

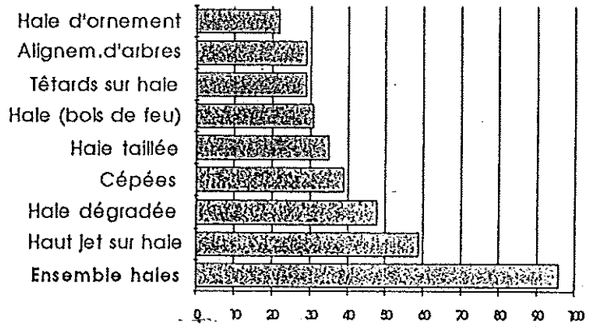
ministère de l'**agriculture** et de la **pêche**

Haies : présentes sur tout le territoire agricole

Les haies sont présentes sur 96% des carrés agricoles de 9 ha observés en Mai-Juin 1994 (1). Autant dire que dans l'Orne le promeneur a pratiquement toujours une haie dans son champ de vision à moins de 300 mètres.

La fréquence (2) varie cependant d'une région à l'autre. Les haies sont présentes sur la quasi-totalité des carreaux observés dans le Bocage, le Pays d'Auge et la région du Merlerault. On en trouve sur 95% des carrés dans les Plaines, 93% dans le Pays d'Ouche et 91% dans le Perche.

% de carrés de 9 ha avec :



Ces haies sont le plus souvent plantées d'arbres. Les **arbres de haut jet sur haies buissonnantes** prédominent dans le paysage dans 6 carreaux sur 10.

Les **cépées** sont présentes dans 4 carreaux sur 10. Les **haies pour bois de feu** (type Pays d'Ouche) sont présentes dans plus d'un carreau sur 3.

Les **arbres traités en têtards**, les **haies taillées** de moins de 2 mètres ainsi que les **alignements d'arbres** sur haies de moins de 2 mètres sont plus rares. On n'en rencontre que dans 3 carreaux sur 10.

Types de haies	% de carrés de 9 ha avec
Alignement d'arbres	29 %
Arbres de haut jet sur haie	59 %
Têtards sur haie	29 %
Cépées	39 %
Haie pour bois de feu	35 %
Haie taillée	31 %
Haie dégradée	48 %
Haie d'ornement	22 %
Ensemble haies	**96 %**

On rencontre des **haies dégradées** non entretenues dans près d'un carreau sur 2.

Une majorité de haies productives

Au total pour l'ensemble du département, la longueur totale de haies (tous types confondus) atteint 41 600 kilomètres qui se répartissent en :

Types de haies	Kilomètres	%	km pour 1000 ha
Alignement d'arbres	4 400	10	8
Arbres de haut jet sur haie	13 500	33	24
Têtards sur haie	2 900	7	5
Cépées	5 000	12	9
Haie pour bois de feu	5 100	12	9
Haie taillée	4 200	10	8
Haie dégradée	5 300	13	10
Haie d'ornement	1 200	3	2
Ensemble haies	**41 600**	**100**	**75**

74% des haies sont productives : 43% avec du bois d'oeuvre, 31% avec du bois de feu.

METHODOLOGIE

(1) Définitions

8 types de haies ont été étudiés :

- *Alignement d'arbres de haut jet sur haie de moins de 2 mètres.*

- *Arbres de haut jet* (bois d'oeuvre) *sur haie buissonnante de plus de 2 mètres.*

- *Têtards (bois de feu) sur haie buissonnante de plus de 2 mètres.*

  La haie buissonnante, constituée de bourrage d'arbustes en cépées, est souvent utilisée en bois de feu.
  Les essences le plus souvent rencontrées sont : chataîgners, noisetiers, érables champêtres, charmes, pruniers mirobolants, frênes, aubépines, églantiers, houx.

- *Cépées* (sans arbres)
  (frênes, charmes, châtaigniers (gaulis), acacias, cytises ...)

- *Haie pour bois de feu. Cette forme de haie avec têtards très rapprochés, typique du Pays d'Ouche et du Pays d'Auge, est utilisée pour bois de feu ou pour "tirer" l'eau.*
  Essences : frênes, charmes, peupliers grisards.

- *Haie taillée de moins de 2 mètres*
  toutes essences, ronces, aubépines

- *Haie dégradée*
  discontinue, le plus souvent située entre 2 parcelles pâturées.

- *Haie d'ornement* haute ou basse
  peut être près des maisons mais aussi des bâtiments agricoles ou des silos.

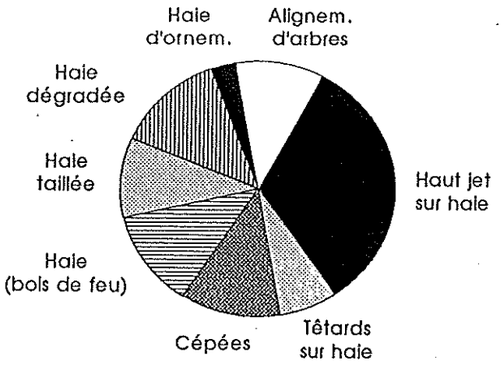
Des informations supplémentaires ont été relevées telle que la présence de fossé et de talus.

(2) La fréquence est exprimée en pourcentage de carrés agricoles de 9 ha (carrés forestiers exclus) sur lesquels on a relevé la présence d'au moins 1 élément étudié.

(3) La densité est exprimée en kilomètres de haies pour 1000 ha.

nb : Cette typologie a été élaborée avec le concours de Mr Maupet, conseiller à la Chambre d'Agriculture de l'Orne

Répartition des différents types de haies



Deux à trois fois plus de haies à l'ouest qu'à l'est

La **densité moyenne** (3) du réseau s'élève pour le département à 75 kilomètres de haies pour 1 000 ha de surface agricole. Cette densité est variable d'une région à l'autre :

- le **Pays d'Auge** et le **Bocage** sont caractérisés par la densité importante de leur réseau avec **100 km et plus**. Dans ces 2 régions les arbres de haut jet sur haie buissonnante dominent. A noter cependant le pourcentage assez important de haies dégradées dans le Bocage (13%).
- Les **Plaines** ont un réseau relativement dense de **70 km** avec un majorité de haies boisées.
- Le **Merlerault** avec **70 km** se caractérise par une majorité de haies pour bois de feu et par l'importance de haies taillées entourant les herbages de haras.
- Le **Pays d'Ouche** est très typé avec ses haies de têtards pour bois de feu ou pour "tirer l'eau". Leur densité atteint **60 km** pour 1000 ha.
- Le **Perche** a le réseau le moins dense (**45 km**) mais aussi le moins bien entretenu avec 22% de sa longueur totale de haies dégradées.

Haies à plat à l'est, talus et fossés à l'ouest

Les haies forment de véritables écrans de grande hauteur, les deux tiers d'entres elles (26 400 km) sont des haies buissonnantes de plus de deux mètres dont 16 400 km avec des arbres de haut jet ou des têtards et 10 000 km traités en taillis (cépées et haies pour bois de feu).

Les plantations sur talus accentuent encore cet effet d'écran pour 35% des haies buissonnantes.

Kilométrage de haies selon la présence de fossés ou de talus

Types de haies	avec fossé	avec talus	à plat	Total Orne
Alignement d'arbres	400	1 900	1 500	3 800
Haut jet sur haie	1 600	5 100	6 800	13 500
Têtards sur haie	400	700	1 800	2 900
Cépées	700	2 200	2 100	5 000
Haie pour bois de feu	500	1 400	3 200	5 100
Haie taillée	1 200	1 100	1 900	4 200
Haie dégradée	1 200	1 800	2 300	5 300
Ensemble haies	**6 000**	**14 200**	**19 600**	**39 800**

49% des haies (19 600 km) sont **plantées à plat** (sans talus ni fossé). Ce mode de plantation est majoritaire dans la partie est du département. Dans le Bocage seulement 35% des haies sont plantées à plat.

36% des haies sont **plantées sur talus** pour une longueur totale de 14 200 km. Dans le Bocage c'est la moitié des haies. Ce type de plantation est peu présent dans le Plaines.

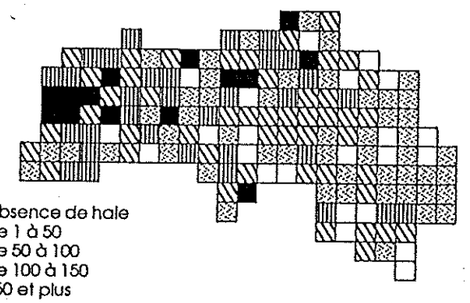
Les haies plantées avec un simple **fossé** sans talus (6 000 km, 15%) sont plus fréquentes dans les Plaines et le Pays d'Ouche.

Localisation des haies

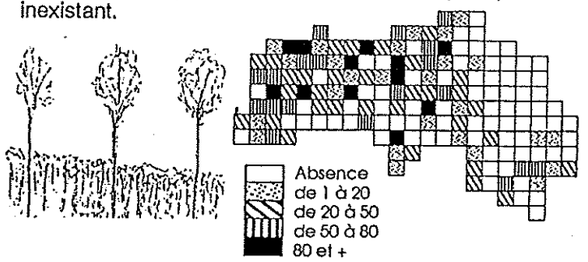
Densité : nombre de kilomètres de haies pour 1000 ha

Avertissement : la cartographie ci-dessous a été réalisée en rapprochant simplement les 168 carreaux observés. Ces carreaux étant espacés de 5 à 8 km sur le terrain, il s'agit d'une localisation très approximative qui permet néanmoins de repérer les dominantes par région.

Tous types de haies

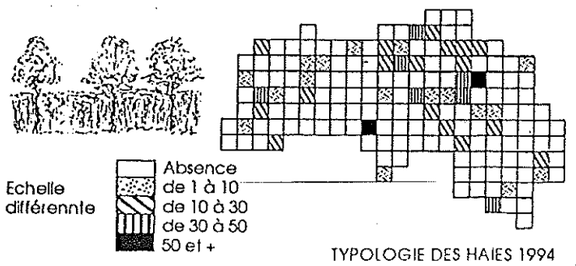


Les **arbres de haut jet** (bois d'oeuvre) **avec haie buissonnante** de plus de 2 mètres souvent utilisée en bois de feu totalisent 13 500 km soit le tiers de l'ensemble des haies de l'Orne. Ce type de haie existe dans toutes les régions excepté le Pays d'Ouche où il est pratiquement inexistant.



Les **haies buissonnantes avec têtards** (arbres étêtés à moins de 4 mètres de haut) constituent la catégorie de haie la moins importante avec 2 900 km (7%). Ces haies sont présentes dans toutes les régions.

Elles sont fortement implantées dans le Pays d'Ouche où elles représentent 20% de l'ensemble des haies.



Méthodologie (MANCHE)

L'enquête a été effectuée à partir des photographies aériennes utilisées pour l'enquête « utilisation du territoire ».

La méthode consiste à recenser tous les types de haies et talus présents sur le terrain dans un carré de 9 hectares et de comparer cette situation à celle décrite par les photographies aériennes prises dans les années 1974-1975.

L'échantillon est constitué de 318 carreaux de 9 hectares matérialisés par 4 points pré-imprimés sur la photographie aérienne (points distants de 300 mètres les uns des autres). La superficie totale observée est de 2 862 hectares sur les 599 160 hectares que compte le département.

Définitions sur la Typopologie (MANCHE)

Arbres de haut-jet ou têtards :

Le type mentionne la présence d'arbres de haut-jet (chênes, hêtres ..) ou têtards (chênes, frênes ..) à partir du moment ou la densité est supérieure à trois arbres pour 100 mètres linéaires (nil).

Type continu, type discontinu :

Le type est dit continu lorsque la haie forme un écran continu de végétation.

Haie boisée :

Ce type de haie comporte une strate de cépées (rejets d'arbres après coupe : chataigner, frêne, orme..) et d'arbustes (noisetier, aubépine..). La hauteur de la haie est variable en fonction de la date d'exploitation de la haie

Haie buissonnante :

Haie d'arbustes et d'essences semi-ligneuses (ronces, ajoncs, genêts...) de hauteur limitée (dépassant rarement 2 mètres). La largeur de la haie varie en fonction de l'entretien.

Haie bocagère taillée :

Haie composée d'essences locales variées (charme, noisetier, orniéau, aubépine sont fréquents) taillées en hauteur (inférieure à 2 mètres) et sur les côtés.

Haie ornementale :

Elle se trouve à l'entrée des bourgs et des hameaux, près des habitations, dans les corps de ferme... Ce type de haie basse ne comporte que des essences à caractère ornemental, taillées ou laissées en croissance libre.

Haie brise-vent à feuillage persistant:

Ce type de haie comporte majoritairement des essences résineuses à feuillage persistant (thuya, chamaecyparis, laurier palme...).

Haie bocagère nouvelle :

Cette haie est plantée depuis moins de vingt ans. Les plants sont régulièrement espacés, un paillage plastique au pied des arbres est souvent présent. Une même séquence d'essence est répétée sur toute la longueur et le talus est le plus souvent absent.

Arbres d'alignement :

Le plus souvent trouvés en bordure de route ou de chemin, ces arbres de haut-jet sont régulièrement espacés et sont alignés sur un ou deux rangs.

Haie disparue :

Haie observée sur la photographie aérienne datant des années 1974-1975 et absente sur le terrain en 1996

Note sur les cartes représentant la typologie départementale :

Chaque carré de la carte correspond à 18 ha enquêtés sur le terrain. La carte obtenue par rapprochement des photographies aériennes enquêtées ne fournit qu'un aperçu approximatif. Les photos enquêtées peuvent ne pas toujours représenter la vision que l'on se fait d'une région surtout si celle-ci est contrastée.

Directeur de la publication : M. COLLET
Composition : Service statistique DDAF 50
Impression : DDAF 50
Dépôt légal : à parution
ISSN : 1263-2228

MINISTÈRE DE L'AGRICULTURE DE LA PÊCHE ET DE L'ALIMENTATION

Le Numéro : 15 F
Abonnement : 150 F

DIRECTION DEPARTEMENTALE DE L'AGRICULTURE ET DE LA FORET
SERVICE DEPARTEMENTAL DE STATISTIQUE AGRICOLE
Cité administrative - 50009 Saint Lô Cedex
☎ : 02.33.77.52.40

Agreste
LA STATISTIQUE AGRICOLE

Données

Enquête sur les haies en 1996

85 200 km de haies dans la Manche
Deux fois le tour du globe

Il y a vingt ans, le département comptait 100700 kilomètres de haies, 1000 km par an ont disparu en moyenne. Depuis vingt ans, 2500 km de haies ont été créés dont une forte proportion de haies ornementales et de haies brise-vent.

Quel que soit l'endroit où l'on se situe dans le département, on aura 19 fois sur 20 une haie à moins de 300 mètres de soi. La densité moyenne départementale est de 136 mètres linéaires par hectare, 142 ml/ha avec les talus nus.

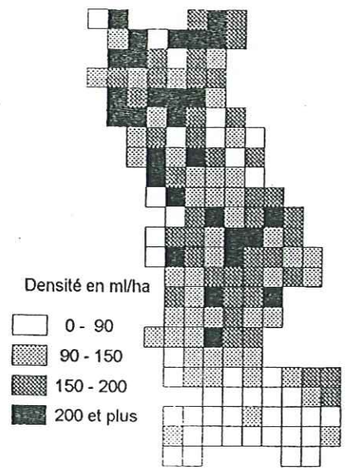
Un bocage plus dense au nord

Le sud du département qui a subi le remembrement « ancienne formule » a une densité générale inférieure à 90 ml/ha. Le centre et le nord non remembrés ou remembrés plus récemment ont davantage préservé leur bocage.

40% des haies sont boisées

Sur les 85 200 km de haies et talus que compte le département, 33 600 km sont des haies boisées qui remplissent parfaitement les trois rôles principaux que peuvent jouer les haies, à savoir : la production de bois, la protection contre le vent, la fonction paysagère et écologique. Ces haies remplissant ces trois fonctions sont appelées haies fonctionnelles. 27 % des haies sont des haies fonctionnelles dégradées qui ne remplissent correctement que deux des trois fonctions précedemment citées et 15 % sont des haies dégradées.

Densité de haies et talus plus faible dans le sud

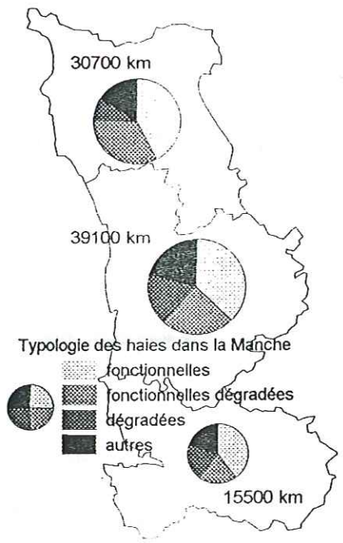


Pour la compréhension des cartes : cf. les définitions et la méthodologie en dernière page.

N°16
Juillet 1997

ministère de l'agriculture de la pêche et de l'alimentation

Répartition des types

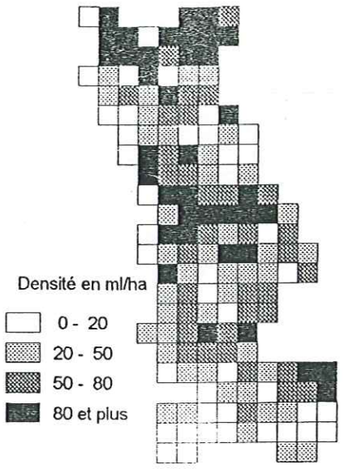


Répartition des différents types de haies

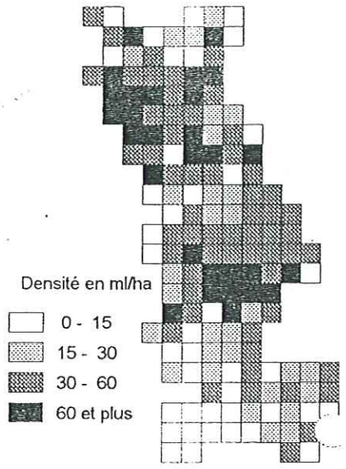
Type de haies	Longueur (km)	Proportion (%)
Arbres de haut jet sur haies boisées continues	16 200	19
Haies boisées continues	17 500	20
Total haies fonctionnelles	**33 700**	**39**
Arbres de haut-jet sur haies boisées discontinues	8 100	9
Arbres de haut-jet sur haies buissonnantes continues	5 000	6
Haies buissonnantes continues	10 000	12
Total haies fonctionnelles dégradées	**23 100**	**27**
Arbres de haut-jet sur haies buissonnantes discontinues	3 700	4
Haies boisées ou buissonnantes discontinues	9 000	11
Total haies dégradées	**12 700**	**15**
Haies bocagères taillées	6 900	8
Haies bocagères nouvelles	200	0
Total haies bocagères	**7 100**	**8**
Haies ornementales	1 500	2
Haies brise-vent	1 400	2
Arbres d'alignement	2 100	2
Talus nus	3 800	3
Total haies et talus	**85 200**	**100**

La répartition des haies fonctionnelles est assez homogène. Le nord, davantage exposé au vent et au crachin, avait à l'origine plus de haies fonctionnelles, certaines sont aujourd'hui dégradées en particulier du fait de la graphiose de l'orme. Les haies dégradées sont plus nombreuses dans le centre et dans le sud, deux régions avec des répartitions quasi-identiques.

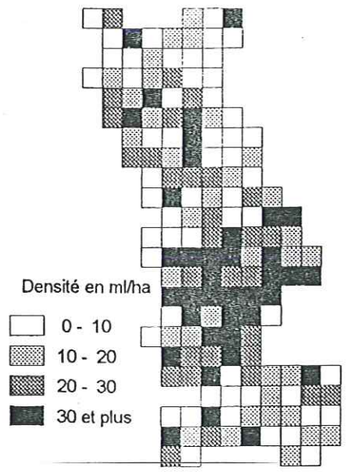
haies fonctionnelles



haies fonctionnelles dégradées



haies dégradées



Des haies fonctionnelles plus denses sur la moitié nord

Les haies fonctionnelles ont à peu de chose près la même répartition que la totalité des haies. Deux secteurs plus denses existent, l'un dans le nord du département, et l'autre au nord du bocage de Coutances et St-Lô où le remembrement est plus récent. Le sud-est, région agricole intensive et remembrée avant 1980, a une densité de haies fonctionnelles assez faible.

Les haies fonctionnelles dégradées ont une répartition plus homogène, et même si elles sont moins nombreuses que les haies fonctionnelles en bon état, elles représentent malgré tout 27 % des haies et si aucune précaution n'est prise, il s'agit peut-être là d'un état intermédiaire avant la dégradation complète qui conduit, à terme, à la disparition.

La quantité peut primer sur la qualité

Les haies dégradées sont surtout présentes dans la région de Torigni sur Vire et de Percy. Toute cette zone non remembrée ou en cours de remembrement est peut-être victime d'un parcellaire trop serré qui se réorganise de façon anarchique par la dégradation progressive des haies les plus gênantes. De plus, les zones en cours de remembrement sont souvent victimes d'une exploitation abusive des haies, le bois de la parcelle étant récolté avant le changement de propriétaire.

Le « boom » des haies des villes

3 % des haies visibles aujourd'hui n'existaient pas il y a vingt ans. 54 % d'entre-elles sont soit des haies ornementales, soit des haies brise-vent (thuyas...). 46 % des haies ornementales et 49 % des haies brise-vent ont été plantées depuis les années 70. Les haies nouvelles étant pour moitié des haies ornementales et brise-vent leur localisation est majoritairement péri-urbaine.

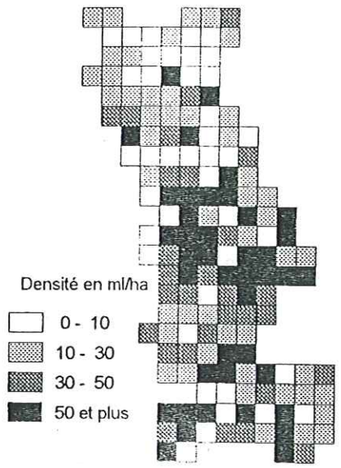
En zone rurale et en particulier dans le sud Manche, des plantations ont été réalisées à la suite d'initiatives locales pilotées par des associations environnementales.

Disparition des haies : le centre et le sud fortement touchés

Depuis vingt ans, 19500 km de haies ont disparu et 2500 km se sont créés. Le nord du département non remembré et très protégé par ses habitants a été épargné. Le sud du département, remembré avant 1980, a subi une destruction importante du bocage. La densité de haies disparues est assez faible dans la zone Carentan-Périers, pourtant remembrée récemment, du fait de la prise en compte du maintien nécessaire de nombreuses limites naturelles.

Dans le centre du département pourtant peu remembré les abattages ont également été nombreux. Les opérations individuelles visant à améliorer le parcellaire ont été fréquentes à la suite du développement des cultures fourragères et du maïs en particulier qui a contraint les agriculteurs à se mécaniser.

haies disparues



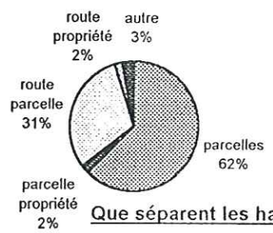
La majorité des haies coupe une parcelle agricole en deux

Les haies sont fonctionnelles en bord de champ, ornementales en bord de propriété

Type de haie la haie sépare...	fonctionnelle	fonctionnelle dégradée	dégradée	ornementale ou brise-vent
2 parcelles	46%	31%	16%	1%
route/parcelle	32%	24%	14%	2%
parcelle/propriété	22%	16%	16%	35%
route/propriété	11%	4%	4%	63%

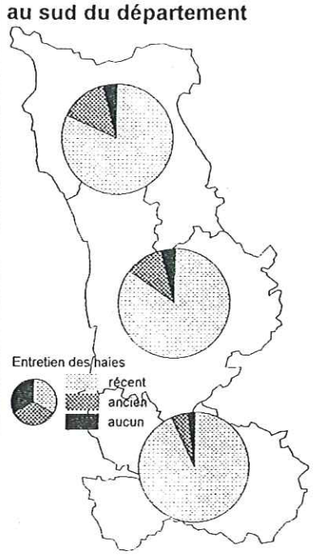
62 % des haies délimitent des parcelles agricoles. Les faire disparaître permet d'agrandir les parcelles et de faciliter le travail des exploitants. 33 % des haies se situent au bord d'une route et parmi celles-ci 93 % longent une parcelle agricole. 4 % des haies longent une propriété.

Sur le bord des routes 1 km de haie sur 5 est une haie bocagère taillés, 1 km sur 3 est une haie fonctionnelle.



Que séparent les haies?

Les haies sont mieux entretenues au sud du département



Sur l'ensemble de la Manche, 85 % des haies sont régulièrement entretenues, la fréquence des entretiens dépassent rarement 3 à 4 ans. Les haies situées en bordure de route sont mieux entretenues (89 % d'entretien récent). Dans le Mortainais et l'Avranchin 93 % des haies ont été entretenus récemment, 85 % dans le bocage de Coutances et St-Lô et 81 % dans le nord-Manche.

Le Val de Saire, secteur légumier sur une fine bande littorale est constitué d'un bocage dense et boisé à l'intérieur des terres, avec 90 % des haies bien entretenues, il contraste avec le Cotentin et la Hague qui se partagent les taux de haies bien entretenues les plus bas du département. La Hague avec 5 % des haies sans aucun entretien, met en évidence les conséquences de la déprise agricole qui commence à toucher cette région.

La haie protège de l'érosion mais délimite aussi la propriété privée

Dans la Manche, 2 km sur 3 de haies sont plantés sur talus, 30 % sont plantés « à plat » et 2 % poussent dans un fossé.

32 % des haies sont situés sur un terrain sans pente, 62 % dans une pente faible et 6 % dans une pente forte, là où se posent des problèmes d'érosion.

La moitié des haies situées sur un terrain pentu, sont plantées dans le sens de la pente. Seule l'autre moitié plantée en biais ou perpendiculairement à la pente contribue à la lutte contre l'érosion.

Les terrains sans pente sont ceux où l'on trouve le plus de haie sur talus (73 %), les terrains avec pente n'en ayant que 67 %. Le talus n'a donc pas dans beaucoup de cas un rôle prépondérant dans la lutte contre l'érosion. Dans des régions conservatrices du nord du département, la haie sur talus permet surtout une délimitation des parcelles, elle fait partie intégrante du patrimoine.

Les deux tiers des haies sont sur talus

Type de haie	« à plat »	sur talus	sur fossé
fonctionnelle	31 %	67 %	2 %
fonctionnelle dégradée	19 %	79 %	1 %
dégradée	28 %	69 %	3 %
bocagère	31 %	65 %	4 %
autre	54 %	46 %	0 %
Toutes haies confondues	30 %	68 %	2 %

Les terrains où l'on trouve le plus de haies poussant dans un fossé sont les terrains les plus pentus. Ceci est essentiellement du au fait que les fossés, pour des raisons pratiques, sont moins bien entretenus dans les terrains à forte pente, et les haies y poussent spontanément.

ANNEXE C

Liste des communes des deux territoires d'étude

COMMUNES FAISANT PARTIE DU
« PAYS DE LA BAIE DU MONT-SAINT-MICHEL »
Données fournies par la préfecture de Région. 2002

NOM	NUMERO	CANTON	ARROND	SUPERFICIE
ANCTOVILLE-SUR-BOSCQ	50008	6	3	215
ANGEY	50009	42	1	247
ARGOUGES	50018	33	1	1641
AUCEY-LA-PLAINE	50019	29	1	939
AVRANCHES	50025	1	1	450
BACILLY	50027	42	1	1588
BARENTON	50029	2	1	3488
BEAUCHAMPS	50038	17	1	410
BEAUFICEL	50040	43	1	913
BEAUVOIR	50042	29	1	1429
BELLEFONTAINE	50043	19	1	673
BION	50056	24	1	1267
BOISYVON	50062	39	1	385
BOURGUENOLLES	50069	48	4	765
BRAFFAIS	50071	5	1	579
BRECEY	50074	5	1	2096
BREHAL	50076	6	3	1271
BREVILLE-SUR-MER	50081	6	3	686
BRICQUEVILLE-SUR-MER	50085	6	3	1288
BROUAINS	50088	43	1	379
BUAIS	50090	44	1	1792
CARNET	50100	33	1	1018
CEAUX	50108	13	1	839
CERENCES	50109	6	3	2604
CHAMPCERVON	50115	17	1	563
CHAMPCEY	50116	42	1	324
CHAMPEAUX	50117	42	1	429
CHAMPREPUS	50118	48	4	912
CHANTELOUP	50120	6	3	417
CHASSEGUEY	50125	19	1	306
CHAULIEU	50514	43	1	1064
CHAVOY	50126	1	1	370
CHERENCE-LE-HERON	50130	48	4	954
CHERENCE-LE-ROUSSEL	50131	19	1	1095
CHEVREVILLE	50133	32	1	445
COUDEVILLE-SUR-MER	50143	6	3	870
COULOUVRAY-BOISBENATRE	50144	39	1	1725
COURTILS	50146	13	1	539
CROLLON	50155	13	1	468
CUVES	50158	5	1	969
DONVILLE-LES-BAINS	50165	15	1	275
DRAGEY-RONTHON	50167	42	1	1517
DUCEY	50168	13	1	1121
EQUILLY	50174	17	1	565
FERRIERES	50179	44	1	351
FLEURY	50185	48	4	1260
FOLLIGNY	50188	17	1	1180
FONTENAY	50189	24	1	685

NOM	NUMERO	CANTON	ARROND	SUPERFICIE
GATHEMO	50195	43	1	1041
GENETS	50199	42	1	689
GER	50200	2	1	3978
GRANVILLE	50218	15	1	990
HAMELIN	50229	33	1	246
HEUSSE	50245	44	1	1457
HOCQUIGNY	50247	17	1	305
HUDIMESNIL	50252	6	3	1868
HUISNES-SUR-MER	50253	29	1	675
HUSSON	50254	44	1	1359
ISIGNY-LE-BUAT	50256	18	1	7331
JUILLEY	50259	13	1	1123
JULLOUVILLE	50066	97	1	2573
JUVIGNY-LE-TERTRE	50260	19	1	750
LA BAZOGE	50037	19	1	580
LA BLOUTIERE	50060	48	4	931
LA CHAISE-BAUDOUIN	50112	5	1	1206
LA CHAPELLE-CECELIN	50121	39	1	522
LA CHAPELLE-UREE	50124	5	1	460
LA CROIX-AVRANCHIN	50154	33	1	1079
LA GODEFROY	50205	1	1	365
LA GOHANNIERE	50206	1	1	378
LA HAYE-PESNEL	50237	17	1	629
LA LANDE-D'AIROU	50262	48	4	1510
LA LUCERNE-D'OUTREMER	50281	17	1	1448
LA MEURDRAQUIERE	50327	6	3	760
LA MOUCHE	50361	17	1	443
LA ROCHELLE-NORMANDE	50434	17	1	753
LA TRINITE	50607	48	4	916
LAPENTY	50263	32	1	1489
LE FRESNE-PORET	50193	43	1	1008
LE GRAND-CELLAND	50217	5	1	1245
LE LOREUR	50278	6	3	323
LE LUOT	50282	17	1	850
LE MESNIL-ADELEE	50300	19	1	682
LE MESNIL-AUBERT	50304	6	3	596
LE MESNIL-GILBERT	50312	39	1	785
LE MESNIL-OZENNE	50317	13	1	459
LE MESNIL-RAINFRAY	50318	19	1	1147
LE MESNIL-TOVE	50323	19	1	1174
LE MESNILLARD	50315	32	1	975
LE MONT-SAINT-MICHEL	50353	29	1	397
LE NEUFBOURG	50371	24	1	225
LE PETIT-CELLAND	50399	5	1	657
LE TANU	50590	17	1	1012
LE TEILLEUL	50591	44	1	3045
LE VAL-SAINT-PERE	50616	1	1	1110
LES CHAMBRES	50114	17	1	418
LES CHERIS	50132	13	1	587
LES CRESNAYS	50152	5	1	978
LES LOGES-MARCHIS	50274	32	1	1978
LES LOGES-SUR-BRECEY	50275	5	1	527
LINGEARD	50271	39	1	365

NOM	NUMERO	CANTON	ARROND	SUPERFICIE
LOLIF	50276	42	1	1250
LONGUEVILLE	50277	6	3	407
MACEY	50284	29	1	587
MARCEY-LES-GREVES	50288	1	1	673
MARCILLY	50290	13	1	886
MARTIGNY	50293	32	1	889
MILLY	50329	32	1	965
MONTANEL	50337	33	1	1540
MONTJOIE-SAINT-MARTIN	50347	33	1	749
MONTVIRON	50355	42	1	591
MORTAIN	50359	24	1	744
MOULINES	50362	32	1	741
MUNEVILLE-SUR-MER	50365	6	3	742
NOTRE-DAME-DE-LIVOYE	50379	5	1	354
NOTRE-DAME-DU-TOUCHET	50381	24	1	1765
PARIGNY	50391	32	1	1162
PERRIERS-EN-BEAUFICEL	50397	43	1	930
PLOMB	50406	1	1	816
POILLEY	50407	13	1	1265
PONTAUBAULT	50408	1	1	194
PONTORSON	50410	29	1	4301
PONTS	50411	1	1	670
PRECEY	50413	13	1	773
REFFUVEILLE	50428	19	1	2334
ROMAGNY	50436	24	1	2946
ROUFFIGNY	50440	48	4	672
SACEY	50443	29	1	1527
SAINT-AUBIN-DE-TERREGATTE	50448	33	1	2096
SAINT-AUBIN-DES-PREAUX	50447	15	1	824
SAINT-BARTHELEMY	50450	24	1	681
SAINT-BRICE	50451	1	1	255
SAINT-BRICE-DE-LANDELLES	50452	32	1	1477
SAINT-CLEMENT-RANCOUDRAY	50456	24	1	3210
SAINT-CYR-DU-BAILLEUL	50462	2	1	2341
SAINT-GEORGES-DE-LIVOYE	50472	5	1	553
SAINT-GEORGES-DE-ROUELLEY	50474	2	1	2052
SAINT-HILAIRE-DU-HARCOUET	50484	32	1	1012
SAINT-JAMES	50487	33	1	1796
SAINT-JEAN-DE-LA-HAIZE	50489	1	1	895
SAINT-JEAN-DES-CHAMPS	50493	17	1	1940
SAINT-JEAN-DU-CORAIL	50494	24	1	1404
SAINT-JEAN-DU-CORAIL-DES-BOIS	50495	5	1	363
SAINT-JEAN-LE-THOMAS	50496	42	1	238
SAINT-LAURENT-DE-CUVES	50499	39	1	1480
SAINT-LAURENT-DE-TERREGATTE	50500	33	1	1635
SAINT-LOUP	50505	1	1	645
SAINT-MARTIN-DE-LANDELLES	50515	32	1	1991
SAINT-MARTIN-DES-CHAMPS	50516	1	1	649
SAINT-MARTIN-LE-BOUILLANT	50518	39	1	1237
SAINT-MAUR-DES-BOIS	50521	39	1	497
SAINT-MICHEL-DE-MONTJOIE	50525	39	1	1446

NOM	NUMERO	CANTON	ARROND	SUPERFICIE
SAINT-NICOLAS-DES-BOIS	50529	5	1	357
SAINT-OVIN	50531	99	1	1293
SAINT-PAIR-SUR-MER	50532	15	1	1442
SAINT-PIERRE-LANGERS	50540	42	1	840
SAINT-PLANCHERS	50541	15	1	1196
SAINT-POIS	50542	39	1	778
SAINT-QUENTIN-SUR-LE-HOMME	50543	13	1	1684
SAINT-SAUVEUR-LA-POMMERAYE	50549	6	3	527
SAINT-SENIER-DE-BEUVRON	50553	33	1	1121
SAINT-SENIER-SOUS-AVRANCHES	50554	1	1	862
SAINT-SYMPHORIEN-DES-MONTS	50557	44	1	681
SAINTE-CECILE	50453	48	4	1129
SAINTE-MARIE-DU-BOIS	50508	44	1	477
SAINTE-PIENCE	50535	17	1	868
SARTILLY	50565	42	1	1153
SAVIGNY-LE-VIEUX	50570	44	1	1716
SERVON	50574	29	1	923
SOURDEVAL	50582	43	1	3612
SUBLIGNY	50584	17	1	800
TANIS	50589	29	1	749
TIREPIED	50597	5	1	1877
VAINS	50612	1	1	858
VENGEONS	50625	43	1	1575
VERGONCEY	50627	33	1	773
VERNIX	50628	5	1	584
VESSEY	50630	29	1	1259
VILLECHIEN	50638	24	1	1083
VILLEDIEU-LES-POELES	50639	48	4	805
VILLIERS-LE-PRE	50640	33	1	794
VIREY	50644	32	1	1694
YQUELON	50647	15	1	214

COMMUNES FAISANT PARTIE DU « PAYS D'AUGE »
(PAYS D'AUGE CALVADOSIEN ET CANTON DE VIMOUTIERS)
Données fournies par la préfecture de Région. 2002

NOM	NUMERO	CANTON	ARROND	SUPERFICIE
ABLON	14001	19	3	1200
ANGERVILLE	14012	15	3	391
ANNEBAULT	14016	15	3	554
AUBERVILLE	14024	15	3	262
AUVILLARS	14033	10	3	1162
BARNEVILLE-LA-BERTRAN	14041	19	3	418
BASSENEVILLE	14045	15	3	1059
BEAUFOUR-DRUVAL	14231	10	3	1134
BEAUMONT-EN-AUGE	14055	27	3	798
BENERVILLE-SUR-MER	14059	35	3	303
BEUVILLERS	14069	21	3	492
BEUVRON-EN-AUGE	14070	10	3	968
BIEVILLE-QUETIEVILLE	14527	24	3	2010
BISSIERES	14075	24	3	155
BLANGY-LE-CHATEAU	14077	5	3	1062
BLONVILLE-SUR-MER	14079	35	3	680
BONNEBOSQ	14083	10	3	1217
BONNEVILLE-LA-LOUVET	14085	5	3	2075
BONNEVILLE-SUR-TOUQUES	14086	27	3	663
BOURGEAUVILLE	14091	15	3	615
BRANVILLE	14093	15	3	639
BRUCOURT	14110	15	3	660
CAMBREMER	14126	10	3	2357
CANAPVILLE	14131	27	3	250
CLARBEC	14161	27	3	970
CORBON	14178	10	3	409
CORDEBUGLE	14179	21	3	897
COURTONNE-LA-MEURDRAC	14193	21	3	1269
COURTONNE-LES-DEUX-EGLISES	14194	26	3	1368
CRESSEVEUILLE	14198	15	3	548
CREVECOEUR-EN-AUGE	14201	24	3	215
CRICQUEBOEUF	14202	19	3	185
CRICQUEVILLE-EN-AUGE	14203	15	3	679
CROISSANVILLE	14208	24	3	441
DANESTAL	14218	15	3	638
DEAUVILLE	14220	35	3	357
DOUVILLE-EN-AUGE	14227	15	3	617
DOZULE	14229	15	3	523
DRUBEC	14230	27	3	314
ENGLESQUEVILLE-EN-AUGE	14238	27	3	361
EQUEMAUVILLE	14243	19	3	598
FAUGUERNON	14260	21	3	741
FIERVILLE-LES-PARCS	14269	5	3	491
FIRFOL	14270	21	3	501
FOURNEVILLE	14286	19	3	686
FUMICHON	14293	21	3	663
GENNEVILLE	14299	19	3	936
GERROTS	14300	10	3	348

NOM	NUMERO	CANTON	ARROND	SUPERFICIE
GLOS	14303	21	3	1293
GONNEVILLE-SUR-HONFLEUR	14304	19	3	850
GOUSTRANVILLE	14308	15	3	1035
GLANVILLE	14302	27	3	643
GRANGUES	14316	15	3	661
HERMIVAL-LES-VAUX	14326	21	3	1376
HEULAND	14329	15	3	302
HONFLEUR	14333	19	3	1367
HOTOT-EN-AUGE	14335	10	3	2405
LA RIVIERE-SAINT-SAUVEUR	14536	19	3	539
LE THEIL-EN-AUGE	14687	19	3	278
PENNEDEPIE	14492	19	3	568
QUETTEVILLE	14528	19	3	1032
SAINT-ARNOULT	14557	35	3	512
SAINT-GATIEN-DES-BOIS	14578	19	3	4911
TOUQUES	14699	35	3	813
TOURGEVILLE	14701	35	3	1201
TOURVILLE-EN-AUGE	14706	27	3	316
TROUVILLE-SUR-MER	14715	35	3	679
VILLERVILLE	14755	35	3	330
SAINT-BENOIT-D'HEBERTOT	14563	27	3	713
VILLERS-SUR-MER	14754	35	3	899
VAUVILLE	14731	27	3	513
VIEUX-BOURG	14748	27	3	130
SAINT-MARTIN-AUX-CHARTRAINS	14620	27	3	506
GONNEVILLE-SUR-MER	14305	15	3	1238
COUDRAY-RABUT	14185	27	3	491
SAINT-ETIENNE-LA-THILLAYE	14575	27	3	1236
SAINT-ANDRE-D'HEBERTOT	14555	5	3	979
HOULGATE	14338	15	3	469
SAINT-PIERRE-AZIF	14645	15	3	617
SURVILLE	14682	27	3	480
SAINT-VAAST-EN-AUGE	14660	15	3	298
DIVES-SUR-MER	14225	15	3	646
PONT-L'EVEQUE	14514	27	3	807
SAINT-JULIEN-SUR-CALONNE	14601	27	3	854
REUX	14534	27	3	739
LES AUTHIEUX-SUR-CALONNE	14032	5	3	1020
PERIERS-EN-AUGE	14494	15	3	509
MANNEVILLE-LA-PIPARD	14399	5	3	631
PIERREFITTE-EN-AUGE	14500	27	3	548
SAINT-HYMER	14593	27	3	1232
LE MESNIL-SUR-BLANGY	14426	5	3	737
VALSEME	14723	10	3	562
LE FAULQ	14261	5	3	445
SAINT-LEGER-DUBOSQ	14606	15	3	406
LE BREUIL-EN-AUGE	14102	5	3	939
LE BREVEDENT	14104	5	3	443
SAINT-PHILBERT-DES-CHAMPS	14644	5	3	1203
SAINT-JOUIN	14598	15	3	503
PUTOT-EN-AUGE	14524	15	3	658
LE TORQUESNE	14694	5	3	526
LE PIN	14504	21	3	1153

NOM	NUMERO	CANTON	ARROND	SUPERFICIE
COQUAINVILLIERS	14177	5	3	1190
FORMENTIN	14280	10	3	593
NOROLLES	14466	5	3	652
MOYAUX	14460	21	3	1623
REPENTIGNY	14533	10	3	213
LE FOURNET	14285	10	3	299
MANERBE	14398	5	3	1827
RUMESNIL	14550	10	3	535
SAINT-SAMSON	14657	15	3	366
OUILLY-LE-VICOMTE	14487	21	3	773
VICTOT-PONTFOL	14743	10	3	1066
LEAUPARTIE	14358	10	3	320
LA ROQUE-BAIGNARD	14541	10	3	464
ROCQUES	14540	21	3	614
MONTREUIL-EN-AUGE	14448	10	3	337
OUILLY-DU-HOULEY	14484	21	3	892
SAINT-DESIR	14574	49	3	1935
LE PRE-D'AUGE	14520	49	3	1072
LISIEUX	14366	99	3	1307
SAINT-OUEN-LE-PIN	14639	10	3	559
MERY-CORBON	14410	24	3	757
NOTRE-DAME-D'ESTREES	14474	10	3	743
MAROLLES	14403	21	3	1222
SAINT-LAURENT-DU-MONT	14604	24	3	348
L'HOTELLERIE	14334	21	3	574
LA HOUBLONNIERE	14337	49	3	710
LA BOISSIERE	14082	49	3	202
SAINT-PIERRE-DES-IFS	14648	49	3	1116
NOTRE-DAME-DE-LIVAYE	14473	24	3	267
SAINT-MARTIN-DE-LA-LIEUE	14625	22	3	840
LES MONCEAUX	14435	49	3	372
MAGNY-LE-FREULE	14387	24	3	638
SAINT-LOUP-DE-FRIBOIS	14608	24	3	347
MONTEILLE	14444	24	3	453
LECAUDE	14359	24	3	814
LE MESNIL-GUILLAUME	14421	21	3	385
LE MESNIL-EUDES	14419	49	3	842
SAINT-DENIS-DE-MAILLOC	14571	26	3	425
LE MESNIL-SIMON	14425	49	3	959
LE MESNIL-MAUGER	14422	24	3	3124
SAINT-GERMAIN-DE-LIVET	14582	49	3	1641
MEZIDON-CANON	14431	24	3	1092
SAINT-MARTIN-DE-MAILLOC	14626	26	3	717
SAINT-JEAN-DE-LIVET	14595	49	3	347
SAINT-JULIEN-DE-MAILLOC	14599	26	3	618
LESSARD-ET-LE-CHENE	14362	49	3	1009
PRETREVILLE	14522	49	3	1123
LES AUTHIEUX-PAPION	14031	24	3	428
PERCY-EN-AUGE	14493	24	3	704
SAINT-PIERRE-DE-MAILLOC	14647	26	3	468
SAINT-JULIEN-LE-FAUCON	14600	24	3	322
OUVILLE-LA-BIEN-TOURNEE	14489	29	3	767
AUQUAINVILLE	14028	23	3	956

NOM	NUMERO	CANTON	ARROND	SUPERFICIE
COUPESARTE	14189	24	3	447
GRANDCHAMP-LE-CHATEAU	14313	24	3	345
LA CHAPELLE-YVON	14154	26	3	701
LE MESNIL-DURAND	14418	23	3	986
VIEUX-PONT	14750	29	3	1249
SAINT-CYR-DU-RONCERAY	14570	26	3	403
LE MESNIL-GERMAIN	14420	23	3	867
TORDOUET	14693	26	3	676
SAINT-MARTIN-DE-BIENFAITE-LA-CRESSONNIERE	14621	26	3	1155
FERVAQUES	14265	23	3	1067
CASTILLON-EN-AUGE	14141	24	3	723
BRETTEVILLE-SUR-DIVES	14099	29	3	691
ORBEC	14478	26	3	1014
THIEVILLE	14688	29	3	394
SAINT-MARTIN-DU-MESNIL-OURY	14633	23	3	478
CHEFFREVILLE-TONNENCOURT	14155	23	3	772
SAINT-PIERRE-SUR-DIVES	14654	29	3	968
HIEVILLE	14331	29	3	477
SAINTE-MARGUERITE-DES-LOGES	14615	23	3	1085
LA CROUPTE	14210	26	3	345
BOISSEY	14081	29	3	528
LIVAROT	14371	23	3	1209
LA VESPIERE	14740	26	3	865
SAINT-MICHEL-DE-LIVET	14634	23	3	474
CERNAY	14147	26	3	582
SAINTE-MARGUERITE-DE-VIETTE	14616	29	3	772
MITTOIS	14433	29	3	738
L'OUDON	14697	29	3	5484
NOTRE-DAME-DE-COURSON	14471	23	3	1940
FRIARDEL	14292	26	3	939
LE MESNIL-BACLEY	14414	23	3	447
MONTVIETTE	14450	29	3	662
BELLOU	14058	23	3	739
CERQUEUX	14148	26	3	566
PREAUX-SAINT-SEBASTIEN	14518	26	3	372
SAINT-GEORGES-EN-AUGE	14580	29	3	516
HEURTEVENT	14330	23	3	586
MEULLES	14429	26	3	1629
SAINT-OUEN-LE-HOUX	14638	23	3	521
LA FOLLETIERE-ABENON	14273	26	3	1075
LA BREVIERE	14105	23	3	353
LES MOUTIERS-HUBERT	14459	23	3	813
LA CHAPELLE-HAUTE-GRUE	14153	23	3	292
FAMILLY	14259	26	3	1071
TORTISAMBERT	14696	23	3	607
LISORES	14368	23	3	1191
SAINTE-FOY-DE-MONTGOMMERY	14576	23	3	459
VAUDELOGES	14729	29	3	1251
SAINT-AUBIN-DE-BONNEVAL	61366	36	2	1167
LES AUTELS-SAINT-BAZILE	14029	23	3	553
CANAPVILLE	61072	36	2	822

NOM	NUMERO	CANTON	ARROND	SUPERFICIE
SAINT-GERMAIN-DE-MONTGOMMERY	14583	23	3	813
CROUTTES	61139	36	2	1347
AVERNES-SAINT-GOURGON	61018	36	2	1213
LE RENOUARD	61346	36	2	1448
SAINT-GERMAIN-D'AUNAY	61392	36	2	851
VIMOUTIERS	61508	36	2	1615
PONTCHARDON	61333	36	2	483
LE BOSC-RENOULT	61054	36	2	1270
TICHEVILLE	61485	36	2	993
GUERQUESALLES	61198	36	2	866
LE SAP	61460	36	2	2273
CAMEMBERT	61071	36	2	1030
LES CHAMPEAUX	61086	36	2	965
ORVILLE	61320	36	2	725
ROIVILLE	61351	36	2	818
FRESNAY-LE-SAMSON	61180	36	2	676
NEUVILLE-SUR-TOUQUES	61307	16	2	1535
CHAMPOSOULT	61089	36	2	701
CHAUMONT	61103	16	2	1951
AUBRY-LE-PANTHOU	61010	36	2	685
MARDILLY	61252	16	2	1276
LE SAP-ANDRE	61461	16	2	953
LA FRESNAIE-FAYEL	61178	16	2	509
SAINT-EVROULT-DE-MONTFORT	61385	16	2	2236
MENIL-HUBERT-EN-EXMES	61268	16	2	1034
LA TRINITE-DES-LAITIERS	61493	16	2	1116
GACE	61181	16	2	650
RESENLIEU	61347	16	2	509
CISAI-SAINT-AUBIN	61108	16	2	1449
CROISILLES	61138	16	2	1132
COULMER	61122	16	2	668
ORGERES	61317	16	2	1204

ANNEXE D

Comparaison du temps nécessaire selon 3 modes de relevé des données

CHOIX D'UN MODE DE RELEVE DES HAIES

test méthodologique : il s'agit de définir la méthode de repérage et de report des haies la plus rapide et la plus efficace. Nous avons choisi d'utiliser un système d'information géographique (SIG, et plus précisément le logiciel Mapinfo). Dans ce cas, trois possibilités ont été envisagées.

MODE A: le travail de report de haies est effectué dans un premier temps sur un calque posé sur la photographie aérienne. Les haies repérées sur le calque sont ensuite retranscrites à l'écran sur le fond de carte IGN scanné (scan25), en s'aidant du dessin des haies déjà présentes sur la carte IGN.

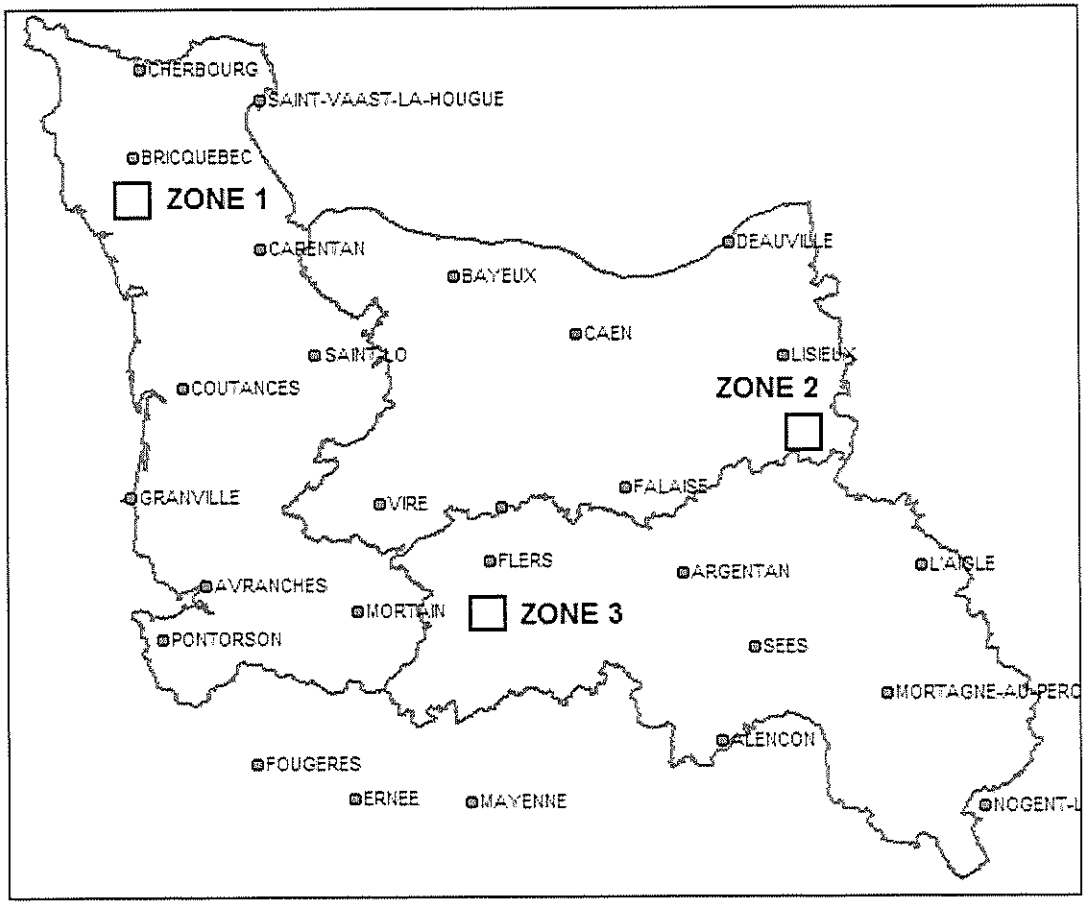
MODE B : il s'agit du même principe que le mode A, mis à part que les haies ne sont pas tracées sur un calque mais sur un fond de carte IGN « papier ». La retranscription sur scan25 à l'écran est donc facilitée par rapport au mode A.

MODE C : la photographie aérienne est scannée puis calée sur le référentiel IGN au 1/25000ème, sous Mapinfo. Les relevés se font directement sur l'image à l'écran grâce au zoom. L'étude sous stéréoscopie peut alors éventuellement être utilisée en cas de doute. Le support du tracé final des haies est donc la photographie aérienne, alors qu'il s'agit du scan25 pour les modes A et B.

Le choix entre ces 3 méthodes se fera essentiellement selon le temps qu'elles nécessitent respectivement.
Pour en faire une estimation, nous les avons chacune appliquée sur un cercle de 300m de rayon (soit environ 28,27 ha) et nous avons comparé les durées d'étude pour chaque méthode. Cet exercice a été effectué sur 3 régions-tests choisies : régions de Bricquebec, de Livarot et Flers.

Point de départ au moment de l'étude: les coordonnées Lambert du centre d'un cercle de 300m de rayon.
Point de départ pour le test : on effectue le chemin inverse. On choisit le cercle à partir de sa position sur une photo aérienne et on le trace sous SIG (scan25).

LOCALISATION DES TROIS ZONES TEST



ZONE-TEST 1 :
AU SUD-OUEST DE BRICQUEBEC
Photographie aérienne : mission 1998, IFN50, 1/20 000ème, n°941
Scan25 : n°50-0204
Carte IGN : n°1211
Centre du cercle : 310 694m ; 2 494 972.5m en coordonnées Lambert II

ZONE-TEST 2 :
AU SUD-EST DE LIVAROT
Photographie aérienne : mission 1998, IFN14, 1/20 000ème, n°956
Scan25 : n°14-1105
Carte IGN : n°1713
Centre du cercle : 451 900m ; 2 445 160m en coordonnées Lambert II

ZONE-TEST 3 :
AU SUD-OUEST DE BRICQUEBEC
Photographie aérienne : mission 1998, IFN61, 1/20 000ème, n°586
Scan25 : n°61-0204
Carte IGN : n°1515
Centre du cercle : 383 415.5m ; 2 408 433m en coordonnées Lambert II

REGION 1 : Sud-Ouest de BRICQUEBEC

MODE A : Photographie aérienne Calque SIG	MODE B : Photographie aérienne Fond de carte IGN SIG	MODE C : Photographie aérienne scannée sous SIG
1. repérage du centre du cercle par ses coordonnées et tracé du cercle sous SIG : **10 min**		
2. repérage de la photo aérienne contenant le cercle, repérage du centre et tracé du cercle sur calque : **5 min**		2. repérage, scannage et enregistrement de la photographie aérienne contenant le cercle : **10 min**
3. report sur calque des haies et des extrémités libres (échelle 1/20 000ème) : **25 min**	3. impression du fond de carte IGN et du cercle **5 min**	3. importation de la photo repérage des limites de la photo sur le scan25 : **5 min**
	4. tracé des haies et des extrémités libres de la photo aérienne au fond de carte IGN : **20 min**	4. - relevé des coordonnées de 4 ou 5 points de calage sur le scan25 - localisation sur photo aérienne de ces points à l'aide d'un calque **10 min**
		5. procéder au calage de la photo scannée (enregistrement des coordonnées) : **20 min**
4. report des haies et extrémités libres du calque au scan25 **35 min**	5. report des haies et extrémités libres du fond de carte IGN au scan25 **30 min**	6. travail de relevé des haies sur photographie aérienne : repérage et tracé du cercle d'étude, report des haies et extrémités libres **25 min**
TEMPS TOTAL NECESSAIRE : 1 h 15 min	**TEMPS TOTAL NECESSAIRE : 1 h 10 min**	**TEMPS TOTAL NECESSAIRE : 1 h 20 min**
Remarques : à partir de la seconde fois, il ne s'agira que d'une remise à jour des résultats précédents. Le temps de la dernière étape pour les 3 méthodes s'en trouvera diminué.		
		En général, le temps de scannage d'une photo est valable pour une grappe, et non un cercle (dans le cas d'un échantillonnage en grappe).

REGION 2 : Sud-est de LIVAROT

MODE A : Photographie aérienne Calque SIG	MODE B : Photographie aérienne Fond de carte IGN SIG	MODE C : Photographie aérienne scannée sous SIG
1. repérage du centre du cercle par ses coordonnées et tracé du cercle sous SIG : **15 min**		
2. repérage de la photo aérienne contenant le cercle, repérage du centre et tracé du cercle sur calque : **5 min**		2. repérage, scannage et enregistrement de la photographie aérienne contenant le cercle : **10 min**
3. report sur calque des haies et des extrémités libres (échelle 1/20 000ème) : **10 min**	3. impression du fond de carte IGN et du cercle **1 min**	3. importation de la photo repérage des limites de la photo sur le scan25 : **10 min**
	4. tracé des haies et des extrémités libres de la photo aérienne au fond de carte IGN : **15 min**	4. - relevé des coordonnées de 4 ou 5 points de calage sur le scan25 - localisation sur photo aérienne de ces points à l'aide d'un calque **15 min**
		5. procéder au calage de la photo scannée (enregistrement des coordonnées) : **10 min**
4. report des haies et extrémités libres du calque au scan25 **15 min**	5. report des haies et extrémités libres du fond de carte IGN au scan25 **15 min**	6. travail de relevé des haies sur photographie aérienne : repérage et tracé du cercle d'étude, report des haies et extrémités libres **10 min**
TEMPS TOTAL NECESSAIRE : 45 min	**TEMPS TOTAL NECESSAIRE : 51 min**	**TEMPS TOTAL NECESSAIRE : 1 h 10 min**

Remarques : à partir de la seconde fois, il ne s'agira que d'une remise à jour des résultats précédents. Le tempsde la dernière étape pour les 3 méthodes s'en trouvera diminué.

En général, le temps de scannage d'une photo est valable pour une grappe, et non un cercle (dans le cas d'un échantillonnage en grappe).

REGION 3 : Sud de FLERS

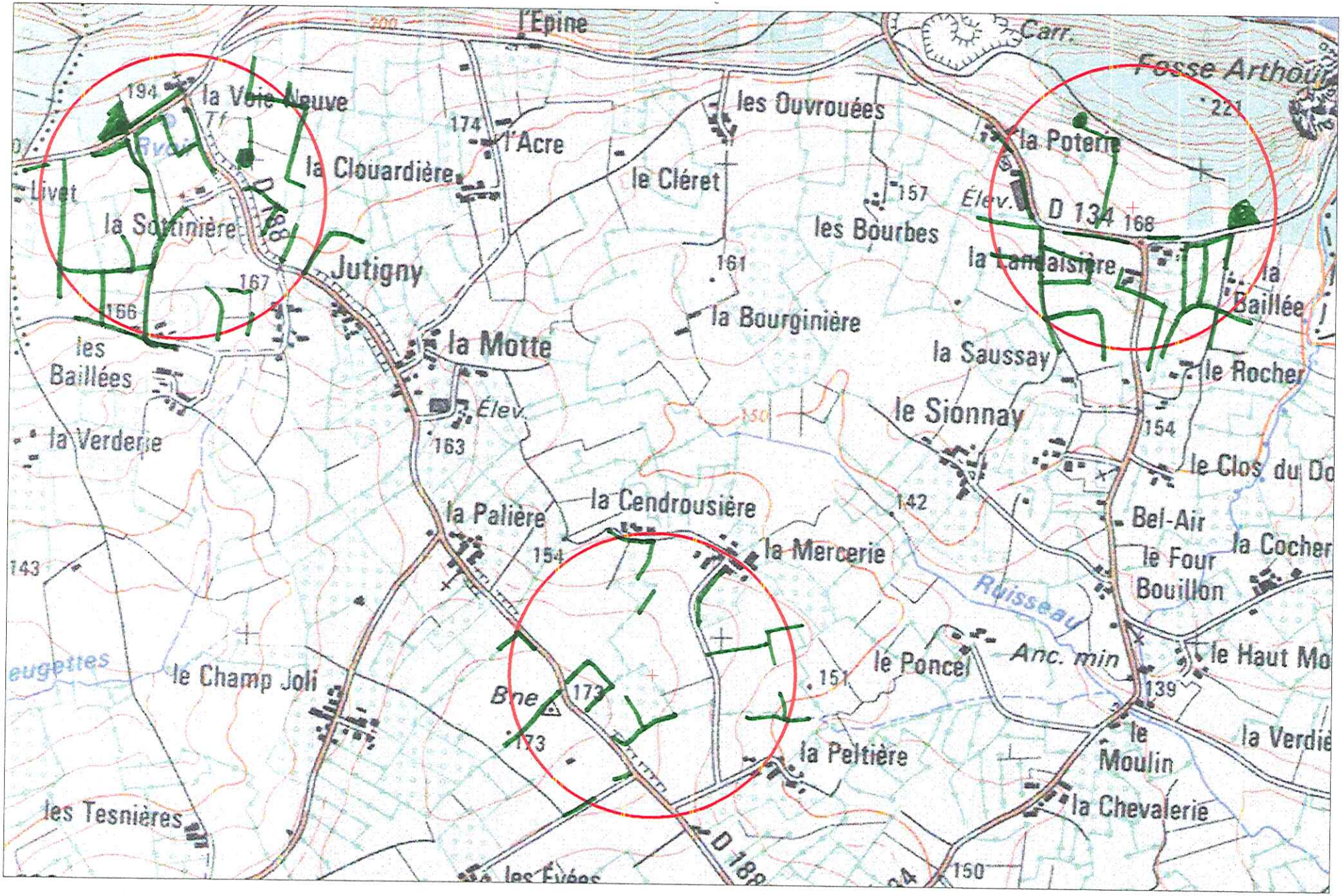
MODE A : Photographie aérienne Calque SIG	MODE B : Photographie aérienne Fond de carte IGN SIG	MODE C : Photographie aérienne scannée sous SIG
1. repérage du centre du cercle par ses coordonnées et tracé du cercle sous SIG : **15 min**		
2. repérage de la photo aérienne contenant le cercle, repérage du centre et tracé du cercle sur calque : **5 min**		2. repérage, scannage et enregistrement de la photographie aérienne contenant le cercle : **10 min**
3. report sur calque des haies et des extrémités libres (échelle 1/20 000ème) : **15 min**	3. impression du fond de carte IGN et du cercle **2 min**	3. importation de la photo repérage des limites de la photo sur le scan25 : **5 min**
	4. tracé des haies et des extrémités libres de la photo aérienne au fond de carte IGN : **50 min**	4. - relevé des coordonnées de 4 ou 5 points de calage sur le scan25 - localisation sur photo aérienne de ces points à l'aide d'un calque **15 min**
		5. procéder au calage de la photo scannée (enregistrement des coordonnées) : **10 min**
4. report des haies et extrémités libres du calque au scan25 **20 min**	5. report des haies et extrémités libres du fond de carte IGN au scan25 **10 min**	6. travail de relevé des haies sur photographie aérienne : repérage et tracé du cercle d'étude, report des haies et extrémités libres **15 min**
TEMPS TOTAL NECESSAIRE : 55 min	**TEMPS TOTAL NECESSAIRE : 1 h 22 min**	**TEMPS TOTAL NECESSAIRE : 1 h 10 min**
Remarques : à partir de la seconde fois, il ne s'agira que d'une remise à jour des résultats précédents. Le temps de la dernière étape pour les 3 méthodes s'en trouvera diminué.		
		En général, le temps de scannage d'une photo est valable pour une grappe, et non un cercle (dans le cas d'un échantillonnage en grappe).

ANNEXE E

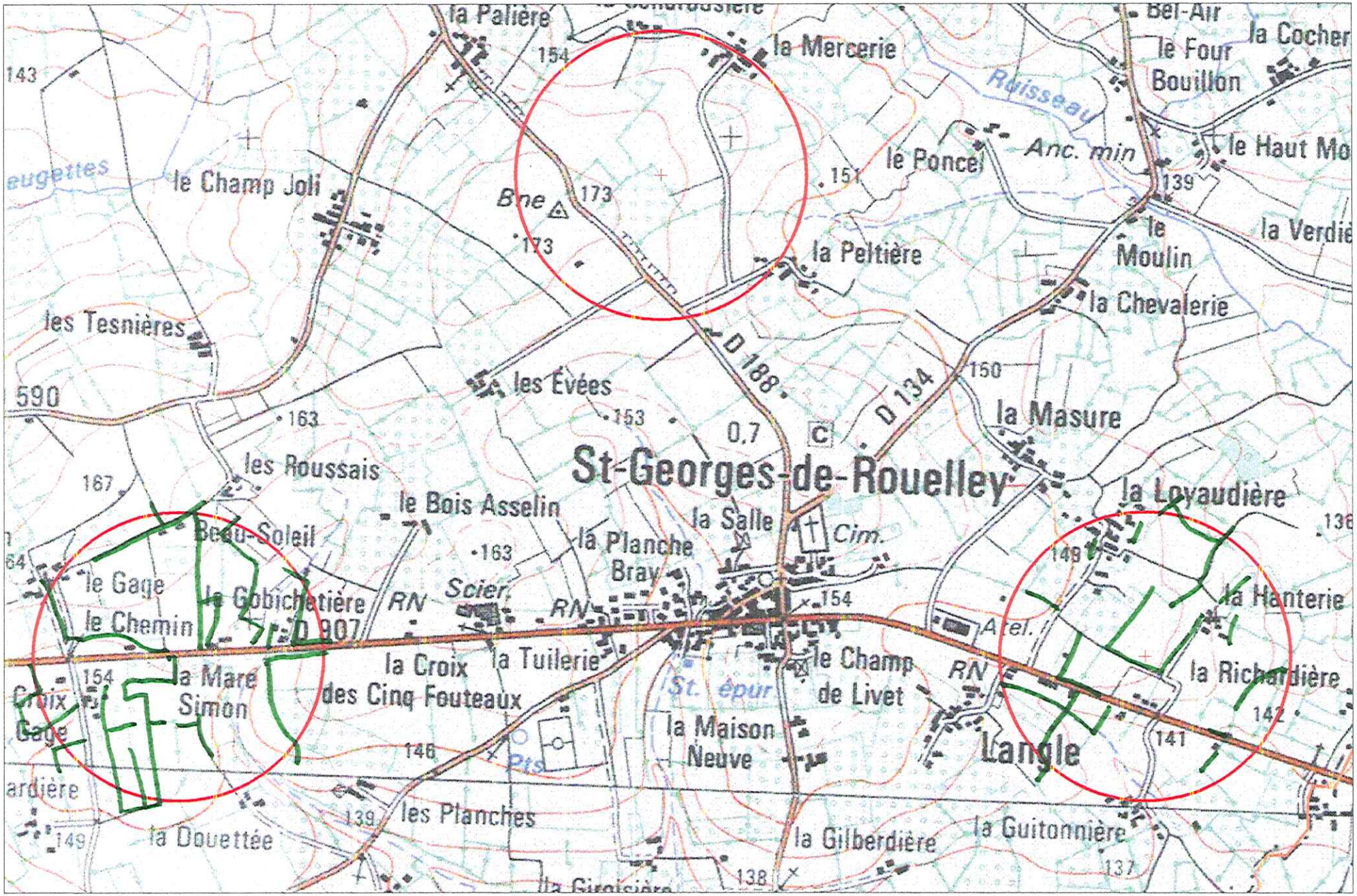
Les 3 étapes de la collecte des données :

- la photo-interprétation
- le report à la main sur fond de carte IGN
- le report sous Mapinfo

Grappe 16 commune de Saint-Georges-de-Rouelley Clichés n ° 1030 / 1031

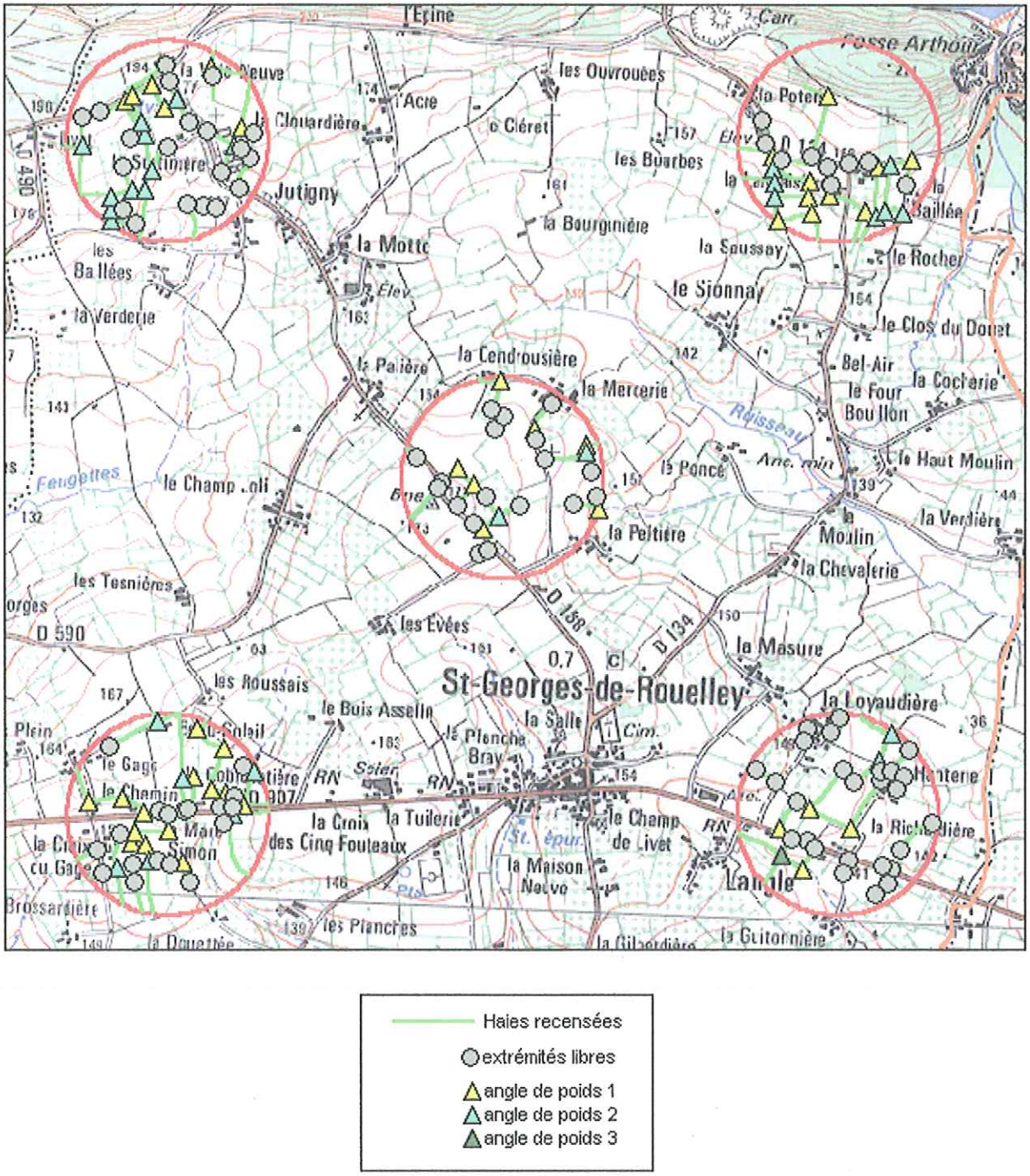


Grappe 16 commune de Saint-Georges-de-Rouelley Clichés n ° 1030 / 1031



Le relevé sur fond de carte IGN sert de référence à l'enregistrement des données sous Mapinfo. Des informations supplémentaires sont enregistrées : identification des cercles, poids des angles.

Exemple de la grappe 16 (Pays de la Baie du Mont-Saint-Michel)



Chacun de ces éléments est enregistré dans une table : une ligne du tableau correspond à un objet géoréférencé sur la carte.

Au fur et à mesure de la saisie informatique, les colonnes des tables correspondantes sont renseignées : chaque objet est rattaché à son cercle d'appartenance.
Est également signalé le poids de chaque angle afin de calculer par la suite l'indicateur de cohérence.

LinéR.tab

Désignation	Num_Grappe	Id_Cercle	Niv_Densité	Année
42D	42	D	PREM	1998
42D	42	D	PREM	1998
42D	42	D	PREM	1998
42D	42	D	PREM	1998
42D	42	D	PREM	1998
42D	42	D	PREM	1998
42D	42	D	PREM	1998
42A	42	A	PREM	1998
42A	42	A	PREM	1998
42A	42	A	PREM	1998
42A	42	A	PREM	1998
42A	42	A	PREM	1998

Xtrem.tab

Désignation	Num_Grappe	Id_Cercle	Niv_Densité	Année
42D	42	D	PREM	1998
42D	42	D	PREM	1998
42D	42	D	PREM	1998
42D	42	D	PREM	1998
42D	42	D	PREM	1998
42D	42	D	PREM	1998
42D	42	D	PREM	1998
42D	42	D	PREM	1998
42D	42	D	PREM	1998
42D	42	D	PREM	1998
42D	42	D	PREM	1998
42D	42	D	PREM	1998
42D	42	D	PREM	1998
42A	42	A	PREM	1998
42A	42	A	PREM	1998
42A	42	A	PREM	1998

Angle.tab

Désignation	Num_Grappe	Id_Cercle	Niv_Densité	Anné	Poids
42D	42	D	PREM	1998	1
42D	42	D	PREM	1998	1
42D	42	D	PREM	1998	1
42D	42	D	PREM	1998	1
42D	42	D	PREM	1998	1
42D	42	D	PREM	1998	1
42D	42	D	PREM	1998	1
42D	42	D	PREM	1998	2
42D	42	D	PREM	1998	2
42A	42	A	PREM	1998	1
42A	42	A	PREM	1998	1
42A	42	A	PREM	1998	1
42A	42	A	PREM	1998	1
42A	42	A	PREM	1998	2

ANNEXE F

GUIDE DE L'OPERATEUR

LE GUIDE DE L'UTILISATEUR

I LES PRINCIPALES TABLES MAPINFO ET REQUETES

LES TABLES PERMANENTES ET DE BASE

Centre_cercle.tab	
Type de table	Permanente, invariable
Objets de la table	Tous les centres de cercles de l'échantillon couvrant l'ensemble de la Basse-Normandie. Soit 1 476 objets (avec cercle A !).
Structure de la table	6 champs : ➢ Désignation : caractère (5) ➢ Num_Grappe : entier ➢ Id_Cercle : caractère (5) ➢ Niv_Densité : caractère (5) ➢ X : virgule fixe (11 ; 3). Abscisse des points ➢ Y : virgule fixe (11 ; 3). Ordonnées des points
Procédure de création des objets	A partir d'un point-origine, on souhaite tracer une grille régulière de points distants de 10 km par exemple. - Positionner le point-origine sur la carte selon ses coordonnées. - Outils >> gestionnaire d'outils >> création de grilles par points. - Choisir l'écartement des points (10 km par ex.) et leur type d'affichage. La grille est créée dans la couche dessin. - Sélectionner tous les points créés, et déplacer la grille de façon à ce qu'un de ses points soit superposé au point-origine (utiliser le zoom pour plus de précision). - Enregistrer la couche dessin et nommer la table. - Table >> Gestion tables >> Modifier Structure : créer les 6 champs de la table. - Table >> Mettre à jour colonne. - Pour une numérotation systématique des points, taper : Rowid. - Pour remplir les champs X et Y, qui correspondent aux abscisses et ordonnées, utiliser dans « expression » les fonctions « CentroïdX » et « CentroïdY ». Lorsque le résultat s'affiche pour une autre projection que du Lambert II : sur la carte, clic droit :options. Changer de projection, refaire les mises à jour de colonnes pour X et Y. Puis à nouveau clic droit sur la carte : Options, revenir en projection Lambert II puis refaire les mises à jour de colonnes.

Cercl_LXA.tab	
Type de table	Permanente, invariable. Fais l'objet d'une requête.
Objets de la table	Tous les cercles de l'échantillon couvrant l'ensemble de la Basse-Normandie. Soit 1 476 objets.
Structure de la table	10 champs : ➢ Désignation : caractère (5) ➢ Num_Grappe : entier ➢ Id_Cercle : caractère (5) ➢ Niv_Densité : caractère (5) ➢ Territoire : caractère (25). ➢ Année : caractère (5) ➢ Km_haies : flottant ➢ Angl : entier ➢ Xtrem : entier ➢ Cohérence : flottant Seuls les 4 premiers champs sont renseignés. Les autres sont présents pour être repris et renseignés lors d'une sélection ultérieure.
Procédure de création des objets	Cercl_LXA.tab est à la base similaire à Cercle.tab : « enregistrer sous » cercle.tab, lui donner le nom de Cercl_LXA. Puis table >> Gestion tables >> Modifier Structure : créer les champs supplémentaires.

LES TABLES TRANSITOIRES

LinéR.tab	
Type de table	Transitoire.
Objets de la table	Les segments de haies de l'étude en cours
Structure de la table	5 champs : ➢ Désignation : caractère (5) ➢ Num_Grappe : entier ➢ Id_Cercle : caractère (5) ➢ Niv_Densité : caractère (5) ➢ Année : caractère (5). Date des données (photos aériennes)
Procédure de création des objets	Voir la troisième partie

Xtrem.tab	
Type de table	Transitoire.
Objets de la table	Les extrémités libres de l'étude en cours
Structure de la table	5 champs : ➢ Désignation : caractère (5) ➢ Num_Grappe : entier ➢ Id_Cercle : caractère (5) ➢ Niv_Densité : caractère (5) ➢ Année : caractère (5). Date des données (photos aériennes).
Procédure de création des objets	Voir la troisième partie.

R_Inter_Xtrem.qry :

Select : SeX . Désignation , SeX . Num_Grappe , SeX . Id_Cercle , SeX . Niv_Densité , SeX . Année , ZonesEtude . Territoire
From : SeX.tab, ZonesEtude.tab
Where : SeX.obj intersects ZonesEtude.obj and ZonesEtude.Territoire like « T_i »
Into : R_Inter_Xtrem.tab

R_Inter_Angl.qry :

Select : SeA . Désignation , SeA . Num_Grappe , SeA . Id_Cercle , SeA . Niv_Densité , SeA . Année , ZonesEtude .Territoire , SeA . Poids
From : SeA.tab, ZonesEtude.tab
Where : SeA.obj intersects ZonesEtude.obj and ZonesEtude.Territoire like « T_i »
Into : R_Inter_Angl.tab

T_Cercl.tab	
Type de table	Transitoire. Issue de sélections de la table Cercl_LXA. La plupart des champs sont renseignés par mise à jour de colonnes.
Objets de la table	Les cercles de l'échantillon en intersection avec le territoire d'étude considéré.
Structure de la table	11 champs, dont 10 de Cercl_LXA : ➢ Désignation : caractère (5) ➢ Num_Grappe : entier ➢ Id_Cercle : caractère (5) ➢ Niv_Densité : caractère (5) ➢ Territoire : caractère (25). ➢ Année : caractère (5) ➢ km²_cercl : ? ? ? ? ?. Surface d'intersection du cercle avec le territoire d'étude. ➢ Km_haies : flottant. Longueur de haies dans le cercle en km. ➢ Angl : entier. Nombre d'angles associés de leur poids dans le cercle. ➢ Xtrem : entier. Nombre d'extrémités libres dans le cercle. ➢ Cohérence : flottant. Calcul de I(Co) par cercle. Cette colonne existe pour information, mais elle n'est pas du tout exploitée et n'a aucune valeur statistique.
Procédure de création des objets	Objets créés par une requête : R_Cercl.qry. Les champs sont ensuite complétés par mise à jour de colonnes.

Inter_linéR.tab, Inter_Xtrem.tab et Inter_Angl.tab sont enregistrées respectivement sous : **T_i_Linér_N.tab**, **T_i_Xtrem_N.tab** et **T_i_Angl_N.tab**.

La table T_Cercl, une fois tous ses champs renseignés, est enregistrée sous : **T_i _Cercl_N.tab**

Enfin, la requête finale, R_Ter_Finale, est enregistrée en tant que table : **T_i_Ter_Finale_N.tab**

Vérifier que le nom du territoire affiché est le territoire d'étude. Lancer la requête.

Enregistrer les tables sous Ti_LinéR_N.tab, Ti_Xtrem_N.tab et Ti_Angle_N.tab
Avec Ti nom du territoire d'étude et N, la date des données.

CALCULS DES INDICES

Dans Cercl_LXA.tab :

Effectuer une sélection graphique grossière des cercles en intersection avec le territoire d'étude. Enregistrer la sélection comme table sous SeC.tab. Cette manipulation nous permet de simplifier les calculs informatiques. Fermer la sélection et ouvrir SeC.tab.
Affichage>>fenêtre Mapbasic. Y taper : Set Area Units « Sq Km »
Charger la requête R_Cercl.qry. Elle sélectionne les cercles en intersection avec le territoire d'étude dans SeC.tab. et elle calcule la surface d'intersection des cercles. Modifier le nom du territoire dans la clause Where.
Enregistrer table sous T_Cercl.tab. Un objet correspond à un cercle et tous les cercles du territoire sont représentés.

Effectuer des mises à jour de colonnes pour renseigner les champs de la table., à partir des tables Inter_LinéR, Inter_Xtrem et Inter_Angl.
Enregistrer T_cercl et enregistrer la sous Ti_Cercl_N.tab

Charger la requête R_ter_LXA.qry :
Elle calcule pour le territoire d'étude la somme de la superficie des cercles, la longueur totale du linéaire de haies en km, la somme des poids des angles et la somme des extrémités libres.

Enfin, charger la requête R_Ter_Finale.qry
Elle nous donne le calcul des deux indices sur le territoire.
Enregistrer table sous : Ti_Ter_Finale_N.qry

ANNEXE G

Tableaux des résultats par cercle
pour le Pays de la Baie du Mont-Saint-Michel
et pour le Pays d'Auge

Identification						Cercle		Indice linéaire = km haies/km²			Indice cohérence							
								Calcul moyenne	Calcul écart-type		Calcul de l'indice I(Co)						Calcul écart-type	
Désign	Num Grappe	Id Cercle	Niveau Densité	Territoire	Année	Surface cercle (sj) (km²)	Coef surf (cj) : sj/0.2826	Km haies (lj)	densité linéaire haies : lj/sj	cj*((lj/sj)-l)²	Angles: aj	angles pondérés : cj*aj	Extrem. Libres : ej	Extrémités libres pondérées : cj*ej	Cohérence de chaque cercle: Ij(Co)	Cohérence pondérée : cj*Ij(Co)	Coef cercles non vides, pondérés par surface	carrés des écarts à la moyenne pondérés : cj*(Ij(Co)-I(Co))²
16A	16	A	PREM	PaysBMSM	1998	0.2826	1.00	1.317	4.66006	7.94160	11	11.00	18	18.00	0.379	0.379	1	0.009
25A	25	A	PREM	PaysBMSM	1998	0.2826	1.00	2.648	9.37209	3.58701	18	18.00	32	32.00	0.360	0.360	1	0.013
27A	27	A	PREM	PaysBMSM	1998	0.2826	1.00	1.551	5.48821	3.95987	8	8.00	13	13.00	0.381	0.381	1	0.008
29A	29	A	PREM	PaysBMSM	1998	0.2826	1.00	2.448	8.66204	1.40160	24	24.00	13	13.00	0.649	0.649	1	0.031
10A	10	A	PREM	PaysBMSM	1998	0.2826	1.00	0.309	1.09298	40.77041	1	1.00	2	2.00	0.333	0.333	1	0.019
12A	12	A	PREM	PaysBMSM	1998	0.2826	1.00	1.499	5.30486	4.72320	5	5.00	22	22.00	0.185	0.185	1	0.082
14A	14	A	PREM	PaysBMSM	1998	0.2826	1.00	1.714	6.06691	1.99158	8	8.00	16	16.00	0.333	0.333	1	0.019
37A	37	A	PREM	PaysBMSM	1998	0.2826	1.00	2.107	7.45582	0.00050	17	17.00	20	20.00	0.459	0.459	1	0.000
12B	12	B	PREM	PaysBMSM	1998	0.2826	1.00	1.243	4.40066	9.47095	8	8.00	12	12.00	0.400	0.400	1	0.005
14B	14	B	PREM	PaysBMSM	1998	0.2826	1.00	1.429	5.05862	5.85414	13	13.00	14	14.00	0.481	0.481	1	0.000
16B	16	B	PREM	PaysBMSM	1998	0.2826	1.00	2.771	9.80749	5.42583	28	28.00	20	20.00	0.583	0.583	1	0.012
37B	37	B	PREM	PaysBMSM	1998	0.2826	1.00	4.192	14.83461	54.11751	60	60.00	13	13.00	0.822	0.822	1	0.122
25B	25	B	PREM	PaysBMSM	1998	0.2826	1.00	2.906	10.28346	7.86975	15	15.00	22	22.00	0.405	0.405	1	0.004
27B	27	B	PREM	PaysBMSM	1998	0.2826	1.00	3.082	10.90682	11.75581	26	26.00	14	14.00	0.650	0.650	1	0.032
29B	29	B	PREM	PaysBMSM	1998	0.2826	1.00	1.886	6.67345	0.64755	15	15.00	12	12.00	0.556	0.556	1	0.007
10B	10	B	PREM	PaysBMSM	1998	0.2826	1.00	2.162	7.65048	0.02970	22	22.00	14	14.00	0.611	0.611	1	0.019
10C	10	C	PREM	PaysBMSM	1998	0.2826	1.00	2.119	7.49944	0.00045	24	24.00	30	30.00	0.444	0.444	1	0.001
25C	25	C	PREM	PaysBMSM	1998	0.2826	1.00	2.000	7.07820	0.15996	25	25.00	16	16.00	0.610	0.610	1	0.019
12C	12	C	PREM	PaysBMSM	1998	0.2826	1.00	2.410	8.52820	1.10260	11	11.00	22	22.00	0.333	0.333	1	0.019
14C	14	C	PREM	PaysBMSM	1998	0.2826	1.00	2.969	10.50797	9.17983	18	18.00	7	7.00	0.720	0.720	1	0.061
16C	16	C	PREM	PaysBMSM	1998	0.2826	1.00	1.955	6.91838	0.31334	11	11.00	26	26.00	0.297	0.297	1	0.031
27C	27	C	PREM	PaysBMSM	1998	0.2826	1.00	2.361	8.35726	0.77283	26	26.00	16	16.00	0.619	0.619	1	0.022
29C	29	C	PREM	PaysBMSM	1998	0.2826	1.00	3.235	11.44720	15.75334	36	36.00	14	14.00	0.720	0.720	1	0.061
37C	37	C	PREM	PaysBMSM	1998	0.2826	1.00	3.032	10.73106	10.58143	27	27.00	13	13.00	0.675	0.675	1	0.041
10D	10	D	PREM	PaysBMSM	1998	0.2826	1.00	2.254	7.97620	0.24805	25	25.00	11	11.00	0.694	0.694	1	0.049
12D	12	D	PREM	PaysBMSM	1998	0.2826	1.00	2.001	7.08235	0.15666	17	17.00	26	26.00	0.395	0.395	1	0.006
14D	14	D	PREM	PaysBMSM	1998	0.2826	1.00	3.207	11.34866	14.98084	42	42.00	25	25.00	0.627	0.627	1	0.024
16D	16	D	PREM	PaysBMSM	1998	0.2826	1.00	2.291	8.10885	0.39778	24	24.00	9	9.00	0.727	0.727	1	0.065
25D	25	D	PREM	PaysBMSM	1998	0.2826	1.00	2.216	7.84301	0.13312	15	15.00	30	30.00	0.333	0.333	1	0.019
27D	27	D	PREM	PaysBMSM	1998	0.2826	1.00	2.354	8.33050	0.72650	15	15.00	20	20.00	0.429	0.429	1	0.002
29D	29	D	PREM	PaysBMSM	1998	0.2826	1.00	1.828	6.46808	1.02023	12	12.00	14	14.00	0.462	0.462	1	0.000
29E	29	E	PREM	PaysBMSM	1998	0.2826	1.00	1.910	6.76106	0.51422	15	15.00	9	9.00	0.625	0.625	1	0.023
27E	27	E	PREM	PaysBMSM	1998	0.2826	1.00	2.549	9.01939	2.37543	23	23.00	14	14.00	0.622	0.622	1	0.022
25E	25	E	PREM	PaysBMSM	1998	0.2826	1.00	2.260	7.99830	0.27055	19	19.00	15	15.00	0.559	0.559	1	0.007
10E	10	E	PREM	PaysBMSM	1998	0.2826	1.00	1.508	5.33642	4.58701	11	11.00	7	7.00	0.611	0.611	1	0.019
12E	12	E	PREM	PaysBMSM	1998	0.2826	1.00	1.182	4.18259	10.86073	5	5.00	13	13.00	0.278	0.278	1	0.038
14E	14	E	PREM	PaysBMSM	1998	0.2826	1.00	1.577	5.57952	3.60480	4	4.00	15	15.00	0.211	0.211	1	0.069
16E	16	E	PREM	PaysBMSM	1998	0.2826	1.00	2.969	10.50806	9.18035	26	26.00	18	18.00	0.591	0.591	1	0.014
37E	37	E	PREM	PaysBMSM	1998	0.2826	1.00	4.131	14.61967	51.00126	53	53.00	32	32.00	0.624	0.624	1	0.023
20A	20	A	DEUX	PaysBMSM	1998	0.2825	1.00	2.201	7.79169	0.09831	23	23.00	31	31.00	0.426	0.426	1	0.002
22A	22	A	DEUX	PaysBMSM	1998	0.2825	1.00	3.114	11.02245	12.56207	23	23.00	13	13.00	0.639	0.639	1	0.028
6A	6	A	DEUX	PaysBMSM	1998	0.2825	1.00	2.475	8.75944	1.64170	17	17.00	21	21.00	0.447	0.447	1	0.001
8A	8	A	DEUX	PaysBMSM	1998	0.2825	1.00	1.057	3.74273	13.95332	13	13.00	17	17.00	0.433	0.433	1	0.002
4A	4	A	DEUX	PaysBMSM	1998	0.2825	1.00	0.526	1.86142	31.54768	2	2.00	4	4.00	0.333	0.333	1	0.019
31A	31	A	DEUX	PaysBMSM	1998	0.2826	1.00	2.024	7.16196	0.09998	14	14.00	11	11.00	0.560	0.560	1	0.008
33A	33	A	DEUX	PaysBMSM	1998	0.2826	1.00	2.737	9.68622	4.87556	26	26.00	29	29.00	0.473	0.473	1	0.000
18A	18	A	DEUX	PaysBMSM	1998	0.2825	1.00	1.166	4.12807	11.22300	9	9.00	16	16.00	0.360	0.360	1	0.013
4B	4	B	DEUX	PaysBMSM	1998	0.2825	1.00	1.272	4.50303	8.85131	5	5.00	11	11.00	0.313	0.313	1	0.026
6B	6	B	DEUX	PaysBMSM	1998	0.2825	1.00	2.354	8.33329	0.73127	17	17.00	21	21.00	0.447	0.447	1	0.001
8B	8	B	DEUX	PaysBMSM	1998	0.2825	1.00	1.627	5.75866	2.95663	9	9.00	13	13.00	0.409	0.409	1	0.004
33B	33	B	DEUX	PaysBMSM	1998	0.2826	1.00	3.058	10.82178	11.17988	32	32.00	19	19.00	0.627	0.627	1	0.024
18B	18	B	DEUX	PaysBMSM	1998	0.2825	1.00	2.359	8.34784	0.75637	25	25.00	25	25.00	0.500	0.500	1	0.001
20B	20	B	DEUX	PaysBMSM	1998	0.2825	1.00	2.160	7.64395	0.02749	17	17.00	16	16.00	0.515	0.515	1	0.002
22B	22	B	DEUX	PaysBMSM	1998	0.2825	1.00	3.663	12.96550	30.11102	27	27.00	6	6.00	0.818	0.818	1	0.120
31B	31	B	DEUX	PaysBMSM	1998	0.2826	1.00	2.050	7.25408	0.05021	13	13.00	15	15.00	0.464	0.464	1	0.000
8C	8	C	DEUX	PaysBMSM	1998	0.2825	1.00	0.975	3.44963	16.22900	7	7.00	14	14.00	0.333	0.333	1	0.019

33C	33	C	DEUX	PaysBMSM	1998	0.2826	1.00	2.036	7.20689	0.07358	7	7.00	17	17.00	0.292	0.292	1	0.033
18C	18	C	DEUX	PaysBMSM	1998	0.2825	1.00	1.365	4.83031	7.01106	3	3.00	12	12.00	0.200	0.200	1	0.074
20C	20	C	DEUX	PaysBMSM	1998	0.2825	1.00	1.187	4.20235	10.73083	5	5.00	15	15.00	0.250	0.250	1	0.049
22C	22	C	DEUX	PaysBMSM	1998	0.2825	1.00	3.604	12.75411	27.83572	53	53.00	18	18.00	0.746	0.746	1	0.075
4C	4	C	DEUX	PaysBMSM	1998	0.2825	1.00	2.030	7.18287	0.08719	10	10.00	16	16.00	0.385	0.385	1	0.008
6C	6	C	DEUX	PaysBMSM	1998	0.2825	1.00	1.448	5.12565	5.53426	3	3.00	15	15.00	0.167	0.167	1	0.093
31C	31	C	DEUX	PaysBMSM	1998	0.2826	1.00	1.381	4.88885	6.70446	3	3.00	13	13.00	0.188	0.188	1	0.081
22D	22	D	DEUX	PaysBMSM	1998	0.2825	1.00	3.615	12.79657	28.28562	53	53.00	6	6.00	0.898	0.898	1	0.181
8D	8	D	DEUX	PaysBMSM	1998	0.2825	1.00	1.610	5.69715	3.17195	7	7.00	17	17.00	0.292	0.292	1	0.033
33D	33	D	DEUX	PaysBMSM	1998	0.2826	1.00	1.218	4.31061	10.03332	4	4.00	18	18.00	0.182	0.182	1	0.084
18D	18	D	DEUX	PaysBMSM	1998	0.2825	1.00	2.477	8.76758	1.66262	29	29.00	12	12.00	0.707	0.707	1	0.055
20D	20	D	DEUX	PaysBMSM	1998	0.2825	1.00	1.598	5.65675	3.31749	12	12.00	8	8.00	0.600	0.600	1	0.016
2D	2	D	DEUX	PaysBMSM	1998	0.2825	1.00	1.656	5.86155	2.61339	0	0.00	17	17.00	0.000	0.000	1	0.223
4D	4	D	DEUX	PaysBMSM	1998	0.2825	1.00	1.651	5.84442	2.66907	3	3.00	21	21.00	0.125	0.125	1	0.121
6D	6	D	DEUX	PaysBMSM	1998	0.2825	1.00	1.610	5.69789	3.16933	11	11.00	14	14.00	0.440	0.440	1	0.001
31D	31	D	DEUX	PaysBMSM	1998	0.2826	1.00	2.635	9.32316	3.40405	26	26.00	9	9.00	0.743	0.743	1	0.073
35E	35	E	DEUX	PaysBMSM	1998	0.2826	1.00	3.162	11.19114	13.78634	35	35.00	14	14.00	0.714	0.714	1	0.059
20E	20	E	DEUX	PaysBMSM	1998	0.2825	1.00	2.540	8.99124	2.28945	20	20.00	15	15.00	0.571	0.571	1	0.010
22E	22	E	DEUX	PaysBMSM	1998	0.2825	1.00	2.928	10.36395	8.32785	20	20.00	14	14.00	0.588	0.588	1	0.013
6E	6	E	DEUX	PaysBMSM	1998	0.2825	1.00	1.910	6.76068	0.51476	13	13.00	25	25.00	0.342	0.342	1	0.017
8E	8	E	DEUX	PaysBMSM	1998	0.2825	1.00	1.868	6.61057	0.75270	9	9.00	12	12.00	0.429	0.429	1	0.002
33E	33	E	DEUX	PaysBMSM	1998	0.2826	1.00	2.107	7.45571	0.00050	18	18.00	26	26.00	0.409	0.409	1	0.004
31E	31	E	DEUX	PaysBMSM	1998	0.2826	1.00	2.665	9.43097	3.81349	27	27.00	21	21.00	0.563	0.563	1	0.008
18E	18	E	DEUX	PaysBMSM	1998	0.2825	1.00	0.547	1.93437	30.73345	0	0.00	16	16.00	0.000	0.000	1	0.223
4E	4	E	DEUX	PaysBMSM	1998	0.2825	1.00	1.244	4.40295	9.45685	7	7.00	1	1.00	0.875	0.875	1	0.162
26A	26	A	TROI	PaysBMSM	1998	0.2826	1.00	1.002	3.54522	15.46794	5	5.00	4	4.00	0.556	0.556	1	0.007
28A	28	A	TROI	PaysBMSM	1998	0.2826	1.00	1.734	6.13816	1.79558	13	13.00	20	20.00	0.394	0.394	1	0.006
30A	30	A	TROI	PaysBMSM	1998	0.2826	1.00	3.507	12.41264	24.34917	43	43.00	15	15.00	0.741	0.741	1	0.072
15A	15	A	TROI	PaysBMSM	1998	0.2826	1.00	2.505	8.86600	1.92614	29	29.00	10	10.00	0.744	0.744	1	0.074
13A	13	A	TROI	PaysBMSM	1998	0.2826	1.00	2.378	8.41728	0.88196	21	21.00	19	19.00	0.525	0.525	1	0.003
9A	9	A	TROI	PaysBMSM	1998	0.2826	1.00	0.000	0.00000	55.92271	0	0.00	0	0.00			0	0.000
11A	11	A	TROI	PaysBMSM	1998	0.2826	1.00	0.729	2.58115	23.98057	2	2.00	6	6.00	0.250	0.250	1	0.049
36A	36	A	TROI	PaysBMSM	1998	0.2826	1.00	3.393	12.00551	20.49698	48	48.00	19	19.00	0.716	0.716	1	0.060
36B	36	B	TROI	PaysBMSM	1998	0.2826	1.00	1.272	4.50125	8.86190	7	7.00	14	14.00	0.333	0.333	1	0.019
28B	28	B	TROI	PaysBMSM	1998	0.2826	1.00	1.887	6.67766	0.64078	19	19.00	23	23.00	0.452	0.452	1	0.000
30B	30	B	TROI	PaysBMSM	1998	0.2826	1.00	4.926	17.43255	99.09007	65	65.00	6	6.00	0.915	0.915	1	0.196
13B	13	B	TROI	PaysBMSM	1998	0.2826	1.00	1.423	5.03793	5.95469	3	3.00	14	14.00	0.176	0.176	1	0.088
15B	15	B	TROI	PaysBMSM	1998	0.2826	1.00	3.208	11.35279	15.01282	50	50.00	21	21.00	0.704	0.704	1	0.054
24B	24	B	TROI	PaysBMSM	1998	0.2826	1.00	0.472	1.67214	33.70976	2	2.00	3	3.00	0.400	0.400	1	0.005
26B	26	B	TROI	PaysBMSM	1998	0.2826	1.00	2.309	8.17166	0.48096	17	17.00	19	19.00	0.472	0.472	1	0.000
11B	11	B	TROI	PaysBMSM	1998	0.2826	1.00	0.497	1.75752	32.72563	1	1.00	5	5.00	0.167	0.167	1	0.093
28C	28	C	TROI	PaysBMSM	1998	0.2826	1.00	1.503	5.31913	4.66137	7	7.00	16	16.00	0.304	0.304	1	0.028
30C	30	C	TROI	PaysBMSM	1998	0.2826	1.00	4.653	16.46545	80.77162	63	63.00	21	21.00	0.750	0.750	1	0.077
13C	13	C	TROI	PaysBMSM	1998	0.2826	1.00	1.888	6.68131	0.63495	11	11.00	20	20.00	0.355	0.355	1	0.014
15C	15	C	TROI	PaysBMSM	1998	0.2826	1.00	1.419	5.02131	6.03605	9	9.00	15	15.00	0.375	0.375	1	0.009
36C	36	C	TROI	PaysBMSM	1998	0.2826	1.00	2.988	10.57265	9.57594	33	33.00	20	20.00	0.623	0.623	1	0.023
24C	24	C	TROI	PaysBMSM	1998	0.2826	1.00	1.898	6.71620	0.58057	21	21.00	16	16.00	0.568	0.568	1	0.009
26C	26	C	TROI	PaysBMSM	1998	0.2826	1.00	2.338	8.27274	0.63138	15	15.00	30	30.00	0.333	0.333	1	0.019
9C	9	C	TROI	PaysBMSM	1998	0.2826	1.00	0.337	1.19364	39.49503	3	3.00	1	1.00	0.750	0.750	1	0.077
11C	11	C	TROI	PaysBMSM	1998	0.2826	1.00	0.812	2.87367	21.20125	4	4.00	6	6.00	0.400	0.400	1	0.005
26D	26	D	TROI	PaysBMSM	1998	0.2826	1.00	3.160	11.18433	13.73580	39	39.00	8	8.00	0.830	0.830	1	0.128
28D	28	D	TROI	PaysBMSM	1998	0.2826	1.00	2.268	8.02547	0.29956	10	10.00	25	25.00	0.286	0.286	1	0.035
15D	15	D	TROI	PaysBMSM	1998	0.2826	1.00	1.702	6.02371	2.11539	14	14.00	27	27.00	0.341	0.341	1	0.017
13D	13	D	TROI	PaysBMSM	1998	0.2826	1.00	1.178	4.17024	10.94229	6	6.00	18	18.00	0.250	0.250	1	0.049
9D	9	D	TROI	PaysBMSM	1998	0.2826	1.00	1.473	5.21239	5.13366	11	11.00	17	17.00	0.393	0.393	1	0.006
11D	11	D	TROI	PaysBMSM	1998	0.2826	1.00	1.416	5.01089	6.08736	9	9.00	15	15.00	0.375	0.375	1	0.009
36D	36	D	TROI	PaysBMSM	1998	0.2826	1.00	1.804	6.38346	1.19834	22	22.00	20	20.00	0.524	0.524	1	0.003
24D	24	D	TROI	PaysBMSM	1998	0.2826	1.00	2.915	10.31641	8.05572	22	22.00	31	31.00	0.415	0.415	1	0.003
28E	28	E	TROI	PaysBMSM	1998	0.2826	1.00	1.845	6.52850	0.90182	6	6.00	14	14.00	0.300	0.300	1	0.030
30E	30	E	TROI	PaysBMSM	1998	0.2826	1.00	2.508	8.87432	1.94929	10	10.00	17	17.00	0.370	0.370	1	0.010
13E	13	E	TROI	PaysBMSM	1998	0.2826	1.00	2.369	8.38565	0.82355	14	14.00	18	18.00	0.438	0.438	1	0.001
15E	15	E	TROI	PaysBMSM	1998	0.2826	1.00	3.485	12.33438	23.58296	39	39.00	19	19.00	0.672	0.672	1	0.040
26E	26	E	TROI	PaysBMSM	1998	0.2826	1.00	2.566	9.08220	2.57297	23	23.00	16	16.00	0.590	0.590	1	0.014

7A	7	A	QUAT	PaysBMSM	1998	0.2825	1.00	3.064	10.84482	11.33448	32	32.00	14	14.00	0.696	0.696	1	0.050
34A	34	A	QUAT	PaysBMSM	1998	0.2826	1.00	1.776	6.28513	1.42331	15	15.00	13	13.00	0.536	0.536	1	0.004
19A	19	A	QUAT	PaysBMSM	1998	0.2825	1.00	1.969	6.96846	0.25979	7	7.00	32	32.00	0.179	0.179	1	0.086
21A	21	A	QUAT	PaysBMSM	1998	0.2825	1.00	2.748	9.72670	5.05597	26	26.00	18	18.00	0.591	0.591	1	0.014
23A	23	A	QUAT	PaysBMSM	1998	0.2825	1.00	4.124	14.59662	50.67263	49	49.00	19	19.00	0.721	0.721	1	0.062
3A	3	A	QUAT	PaysBMSM	1998	0.2825	1.00	1.060	3.75221	13.88264	2	2.00	12	12.00	0.143	0.143	1	0.109
32A	32	A	QUAT	PaysBMSM	1998	0.2826	1.00	4.073	14.41388	48.10432	51	51.00	11	11.00	0.823	0.823	1	0.123
19B	19	B	QUAT	PaysBMSM	1998	0.2825	1.00	0.721	2.55229	24.26411	2	2.00	6	6.00	0.250	0.250	1	0.049
21B	21	B	QUAT	PaysBMSM	1998	0.2825	1.00	1.427	5.05074	5.89233	12	12.00	10	10.00	0.545	0.545	1	0.005
23B	23	B	QUAT	PaysBMSM	1998	0.2825	1.00	0.418	1.48099	35.96593	0	0.00	1	1.00	0.000	0.000	1	0.223
11E	11	E	TROI	PaysBMSM	1998	0.2826	1.00	0.718	2.54206	24.36497	3	3.00	17	17.00	0.150	0.150	1	0.104
36E	36	E	TROI	PaysBMSM	1998	0.2826	1.00	3.413	12.07622	21.14226	34	34.00	31	31.00	0.523	0.523	1	0.003
7B	7	B	QUAT	PaysBMSM	1998	0.2825	1.00	1.521	5.38181	4.39465	14	14.00	14	14.00	0.500	0.500	1	0.001
34B	34	B	QUAT	PaysBMSM	1998	0.2826	1.00	2.872	10.16277	7.20717	22	22.00	22	22.00	0.500	0.500	1	0.001
32B	32	B	QUAT	PaysBMSM	1998	0.2826	1.00	3.213	11.37087	15.15330	41	41.00	7	7.00	0.854	0.854	1	0.146
17B	17	B	QUAT	PaysBMSM	1998	0.2825	1.00	0.000	0.00000	55.92271	0	0.00	0	0.00			0	0.000
3B	3	B	QUAT	PaysBMSM	1998	0.2825	1.00	1.506	5.33140	4.60853	16	16.00	7	7.00	0.696	0.696	1	0.050
19C	19	C	QUAT	PaysBMSM	1998	0.2825	1.00	1.344	4.75801	7.39916	14	14.00	11	11.00	0.560	0.560	1	0.008
21C	21	C	QUAT	PaysBMSM	1998	0.2825	1.00	3.384	11.97652	20.23532	38	38.00	17	17.00	0.691	0.691	1	0.048
23C	23	C	QUAT	PaysBMSM	1998	0.2825	1.00	4.489	15.88672	70.70412	72	72.00	10	10.00	0.878	0.878	1	0.165
7C	7	C	QUAT	PaysBMSM	1998	0.2825	1.00	2.905	10.28012	7.85107	25	25.00	16	16.00	0.610	0.610	1	0.019
39C	39	C	QUAT	PaysBMSM	1998	0.2826	1.00	2.932	10.37589	8.39690	21	21.00	22	22.00	0.488	0.488	1	0.000
32C	32	C	QUAT	PaysBMSM	1998	0.2826	1.00	1.712	6.05763	2.01788	5	5.00	12	12.00	0.294	0.294	1	0.032
34C	34	C	QUAT	PaysBMSM	1998	0.2826	1.00	2.756	9.75262	5.17321	24	24.00	34	34.00	0.414	0.414	1	0.003
3C	3	C	QUAT	PaysBMSM	1998	0.2826	1.00	1.160	4.10715	11.36365	2	2.00	28	28.00	0.067	0.067	1	0.165
34D	34	D	QUAT	PaysBMSM	1998	0.2826	1.00	1.997	7.06510	0.17061	27	27.00	7	7.00	0.794	0.794	1	0.104
19D	19	D	QUAT	PaysBMSM	1998	0.2825	1.00	2.699	9.55275	4.30398	22	22.00	43	43.00	0.338	0.338	1	0.018
21D	21	D	QUAT	PaysBMSM	1998	0.2825	1.00	3.358	11.88469	19.41762	33	33.00	16	16.00	0.673	0.673	1	0.040
5D	5	D	QUAT	PaysBMSM	1998	0.2825	1.00	1.105	3.90997	12.73187	5	5.00	17	17.00	0.227	0.227	1	0.060
7D	7	D	QUAT	PaysBMSM	1998	0.2825	1.00	3.196	11.30975	14.68113	30	30.00	26	26.00	0.536	0.536	1	0.004
3D	3	D	QUAT	PaysBMSM	1998	0.2825	1.00	0.512	1.81163	32.10942	2	2.00	3	3.00	0.400	0.400	1	0.005
32D	32	D	QUAT	PaysBMSM	1998	0.2826	1.00	3.115	11.02334	12.56837	40	40.00	15	15.00	0.727	0.727	1	0.065
21E	21	E	QUAT	PaysBMSM	1998	0.2825	1.00	1.789	6.33229	1.31299	9	9.00	24	24.00	0.273	0.273	1	0.040
23E	23	E	QUAT	PaysBMSM	1998	0.2825	1.00	3.791	13.41630	35.26159	40	40.00	5	5.00	0.889	0.889	1	0.173
7E	7	E	QUAT	PaysBMSM	1998	0.2825	1.00	2.060	7.29162	0.03479	13	13.00	15	15.00	0.464	0.464	1	0.000
32E	32	E	QUAT	PaysBMSM	1998	0.2826	1.00	0.301	1.06382	41.14364	3	3.00	0	0.00	1.000	1.000	1	0.278
34E	34	E	QUAT	PaysBMSM	1998	0.2826	1.00	2.855	10.10220	6.88564	34	34.00	11	11.00	0.756	0.756	1	0.080
19E	19	E	QUAT	PaysBMSM	1998	0.2825	1.00	1.577	5.57966	3.60427	7	7.00	16	16.00	0.304	0.304	1	0.028
3E	3	E	QUAT	PaysBMSM	1998	0.2826	1.00	0.897	3.17634	18.50552	3	3.00	17	17.00	0.150	0.150	1	0.104
9B	9	B	TROI	PaysBMSM	1998	0.2605	0.92	0.000	0.00000	51.44889	0	0.00	0	0.00			0	0.000
24A	24	A	TROI	PaysBMSM	1998	0.1757	0.62	0.800	4.55075	5.31318	7	4.34	3	1.86	0.700	0.434	0.62	0.020
35A	35	A	DEUX	PaysBMSM	1998	0.1451	0.51	1.448	9.97945	3.19082	15	7.65	3	1.53	0.833	0.425	0.51	0.034
37D	37	D	PREM	PaysBMSM	1998	0.2411	0.85	2.205	9.14694	2.36714	14	11.90	6	5.10	0.700	0.595	0.85	0.037
23D	23	D	QUAT	PaysBMSM	1998	0.1917	0.68	1.773	9.24552	2.12404	16	10.88	3	2.04	0.842	0.573	0.68	0.063
1D	1	D	PREM	PaysBMSM	1998	0.1643	0.58	1.132	6.89238	0.19902	8	4.64	6	3.48	0.571	0.331	0.58	0.003
17D	17	D	QUAT	PaysBMSM	1998	0.1434	0.51	1.184	8.25807	0.31022	15	7.65	18	9.18	0.455	0.232	0.51	0.000
38E	38	E	PREM	PaysBMSM	1998	0.2176	0.77	2.390	10.98368	9.46233	18	13.86	20	15.40	0.474	0.365	0.77	0.000
9E	9	E	TROI	PaysBMSM	1998	0.0947	0.34	0.000	0.00000	19.01372	0	0.00	0	0.00			0	0.000
5A	5	A	QUAT	PaysBMSM	1998	0.0354	0.13	0.228	6.43094	0.14256	3	0.39	1	0.13	0.750	0.098	0.13	0.001
2C	2	C	DEUX	PaysBMSM	1998	0.0306	0.11	0.260	8.50227	0.11537	1	0.11	1	0.11	0.500	0.055	0.11	0.000
5B	5	B	QUAT	PaysBMSM	1998	0.0265	0.09	0.349	13.17347	2.91930	5	0.45	1	0.09	0.833	0.075	0.09	0.001
1B	1	B	PREM	PaysBMSM	1998	0.0228	0.08	0.000	0.00000	4.47382	0	0.00	0	0.00			0	0.000
39E	39	E	QUAT	PaysBMSM	1998	0.0235	0.08	0.447	18.98894	10.59987	4	0.32	0	0.00	1.000	0.080	0.08	0.002
39A	39	A	QUAT	PaysBMSM	1998	0.0035	0.01	0.109	31.13742	5.59761	0	0.00	0	0.00			0	0.000
		Sommes colonnes				46.4204	164.28	347.138		1995.42668	3037	2993.19	2562	2538.92			160.93	6.951

Identification						Cercle		Indice linéaire = km haies/km²			Indice cohérence							
								Calcul moyenne	Calcul écart-type		Calcul de l'indice I(Co)						Calcul écart-type	
Désign	Num Grappe	Id Cercle	Niveau Densité	Territoire	Année	Surface cercle (sj) (km²)	Coef surf (cj) : sj/0.2826	Km haies (lj)	densité linéaire haies : lj/sj	cj*((lj/sj)-l)²	Angles: aj	angles pondérés : cj*aj	Extrem. Libres : ej	Extrémités libres pondérées : cj*ej	Cohérence de chaque cercle: Ij(Co)	Cohérence pondérée : cj*Ij(Co)	Coef cercles non vides, pondérés par surface	carrés des écarts à la moyenne pondérés : cj*(Ij(Co)-**I(Co)**)²
48A	48	A	DEUX	ZoneAuge	1998	0.2826	1.00	2.389	8.45621	2.46569	16	16.00	20	20.00	0.444	0.444	1	0.01250
50A	50	A	DEUX	ZoneAuge	1998	0.1441	0.51	1.368	9.49240	3.46471	12	6.12	12	6.12	0.500	0.255	0.51	0.00082
59A	59	A	DEUX	ZoneAuge	1998	0.2825	1.00	2.410	8.52826	2.69717	15	15.00	9	9.00	0.625	0.625	1	0.00472
61A	61	A	DEUX	ZoneAuge	1998	0.2825	1.00	2.797	9.89808	9.07287	25	25.00	6	6.00	0.806	0.806	1	0.06259
70A	70	A	DEUX	ZoneAuge	1998	0.2825	1.00	1.937	6.85703	0.00084	14	14.00	17	17.00	0.452	0.452	1	0.01095
72A	72	A	DEUX	ZoneAuge	1998	0.2825	1.00	0.870	3.08090	14.47848	3	3.00	3	3.00	0.500	0.500	1	0.00317
46A	46	A	DEUX	ZoneAuge	1998	0.2826	1.00	1.613	5.70785	1.38794	11	11.00	9	9.00	0.550	0.550	1	0.00004
57A	57	A	DEUX	ZoneAuge	1998	0.2825	1.00	0.970	3.43420	11.91460	6	6.00	4	4.00	0.600	0.600	1	0.00191
68A	68	A	DEUX	ZoneAuge	1998	0.2825	1.00	0.773	2.73537	17.22735	2	2.00	8	8.00	0.200	0.200	1	0.12692
77B	77	B	DEUX	ZoneAuge	1998	0.2046	0.72	1.445	7.06177	0.02226	8	5.76	3	2.16	0.727	0.524	0.72	0.01516
46B	46	B	DEUX	ZoneAuge	1998	0.2826	1.00	3.604	12.75566	34.45344	35	35.00	18	18.00	0.660	0.660	1	0.01084
48B	48	B	DEUX	ZoneAuge	1998	0.2826	1.00	2.764	9.78047	8.37823	30	30.00	8	8.00	0.789	0.789	1	0.05439
50B	50	B	DEUX	ZoneAuge	1998	0.2826	1.00	3.692	13.06591	38.19185	37	37.00	10	10.00	0.787	0.787	1	0.05335
57B	57	B	DEUX	ZoneAuge	1998	0.2825	1.00	0.000	0.00000	47.41639	0	0.00	0	0.00			0	0.00000
59B	59	B	DEUX	ZoneAuge	1998	0.2825	1.00	2.031	7.18995	0.09241	16	16.00	9	9.00	0.640	0.640	1	0.00701
61B	61	B	DEUX	ZoneAuge	1998	0.2825	1.00	1.833	6.48687	0.15927	10	10.00	13	13.00	0.435	0.435	1	0.01476
68B	68	B	DEUX	ZoneAuge	1998	0.2825	1.00	0.000	0.00000	47.41639	0	0.00	0	0.00			0	0.00000
70B	70	B	DEUX	ZoneAuge	1998	0.2825	1.00	3.031	10.72881	14.76752	11	11.00	6	6.00	0.647	0.647	1	0.00824
72B	72	B	DEUX	ZoneAuge	1998	0.2825	1.00	2.403	8.50506	2.62149	27	27.00	8	8.00	0.771	0.771	1	0.04630
40C	40	C	DEUX	ZoneAuge	1998	0.2826	1.00	3.452	12.21718	28.42192	31	31.00	8	8.00	0.795	0.795	1	0.05693
46C	46	C	DEUX	ZoneAuge	1998	0.2826	1.00	3.848	13.61888	45.33229	34	34.00	11	11.00	0.756	0.756	1	0.03972
48C	48	C	DEUX	ZoneAuge	1998	0.2826	1.00	2.251	7.96521	1.16479	17	17.00	5	5.00	0.773	0.773	1	0.04686
57C	57	C	DEUX	ZoneAuge	1998	0.2825	1.00	2.200	7.78524	0.80870	9	9.00	12	12.00	0.429	0.429	1	0.01631
59C	59	C	DEUX	ZoneAuge	1998	0.2825	1.00	1.973	6.98243	0.00931	9	9.00	1	1.00	0.900	0.900	1	0.11815
61C	61	C	DEUX	ZoneAuge	1998	0.2825	1.00	2.664	9.42846	6.46432	24	24.00	14	14.00	0.632	0.632	1	0.00567
68C	68	C	DEUX	ZoneAuge	1998	0.2825	1.00	2.520	8.91793	4.12893	16	16.00	7	7.00	0.696	0.696	1	0.01943
70C	70	C	DEUX	ZoneAuge	1998	0.2825	1.00	3.247	11.49333	21.22792	21	21.00	8	8.00	0.724	0.724	1	0.02818
72C	72	C	DEUX	ZoneAuge	1998	0.2825	1.00	0.986	3.48826	11.54431	11	11.00	2	2.00	0.846	0.846	1	0.08404
77D	77	D	DEUX	ZoneAuge	1998	0.2062	0.73	1.174	5.69396	1.03723	2	1.46	3	2.19	0.400	0.292	0.73	0.01301
46D	46	D	DEUX	ZoneAuge	1998	0.2826	1.00	3.800	13.44910	43.07487	31	31.00	8	8.00	0.795	0.795	1	0.05693
48D	48	D	DEUX	ZoneAuge	1998	0.2826	1.00	1.182	4.18435	7.29867	8	8.00	2	2.00	0.800	0.800	1	0.05941
57D	57	D	DEUX	ZoneAuge	1998	0.2825	1.00	0.622	2.20195	21.93989	0	0.00	1	1.00	0.000	0.000	1	0.30943
59D	59	D	DEUX	ZoneAuge	1998	0.2825	1.00	2.723	9.63712	7.56889	22	22.00	10	10.00	0.688	0.688	1	0.01722
61D	61	D	DEUX	ZoneAuge	1998	0.2825	1.00	3.030	10.72363	14.72771	29	29.00	22	22.00	0.569	0.569	1	0.00015
68D	68	D	DEUX	ZoneAuge	1998	0.2825	1.00	1.027	3.63569	10.56422	6	6.00	6	6.00	0.500	0.500	1	0.00317
70D	70	D	DEUX	ZoneAuge	1998	0.2825	1.00	0.255	0.90216	35.80576	3	3.00	0	0.00	1.000	1.000	1	0.19690
72D	72	D	DEUX	ZoneAuge	1998	0.2825	1.00	1.363	4.82516	4.24687	4	4.00	6	6.00	0.400	0.400	1	0.02442
40E	40	E	DEUX	ZoneAuge	1998	0.2713	0.96	0.995	3.66736	9.94496	3	2.88	16	15.36	0.158	0.152	0.96	0.14626
48E	48	E	DEUX	ZoneAuge	1998	0.2826	1.00	1.427	5.04993	3.37100	16	16.00	11	11.00	0.593	0.593	1	0.00132
50E	50	E	DEUX	ZoneAuge	1998	0.2826	1.00	3.872	13.70421	46.48857	29	29.00	6	6.00	0.829	0.829	1	0.07415
59E	59	E	DEUX	ZoneAuge	1998	0.2825	1.00	0.410	1.45256	29.52183	4	4.00	4	4.00	0.500	0.500	1	0.00317
61E	61	E	DEUX	ZoneAuge	1998	0.2825	1.00	2.846	10.07402	10.16375	20	20.00	10	10.00	0.667	0.667	1	0.01219
70E	70	E	DEUX	ZoneAuge	1998	0.2825	1.00	2.081	7.36397	0.22850	6	6.00	20	20.00	0.231	0.231	1	0.10595
72E	72	E	DEUX	ZoneAuge	1998	0.2825	1.00	0.438	1.55066	28.46539	2	2.00	2	2.00	0.500	0.500	1	0.00317
46E	46	E	DEUX	ZoneAuge	1998	0.2826	1.00	3.502	12.39297	30.32725	49	49.00	11	11.00	0.817	0.817	1	0.06781
57E	57	E	DEUX	ZoneAuge	1998	0.2825	1.00	1.765	6.24624	0.40923	10	10.00	4	4.00	0.714	0.714	1	0.02497
68E	68	E	DEUX	ZoneAuge	1998	0.2825	1.00	0.641	2.26708	21.33403	2	2.00	7	7.00	0.222	0.222	1	0.11158
66A	66	A	PREM	ZoneAuge	1998	0.2825	1.00	4.637	16.41205	90.74642	45	45.00	13	13.00	0.776	0.776	1	0.04822
75A	75	A	PREM	ZoneAuge	1998	0.2826	1.00	2.584	9.14366	5.09722	18	18.00	13	13.00	0.581	0.581	1	0.00059
53A	53	A	PREM	ZoneAuge	1998	0.2825	1.00	3.115	11.02652	17.14431	20	20.00	6	6.00	0.769	0.769	1	0.04535
55A	55	A	PREM	ZoneAuge	1998	0.2825	1.00	2.112	7.47326	0.34493	9	9.00	11	11.00	0.450	0.450	1	0.01129
42A	42	A	PREM	ZoneAuge	1998	0.2826	1.00	3.682	13.02958	37.74407	29	29.00	8	8.00	0.784	0.784	1	0.05177
44A	44	A	PREM	ZoneAuge	1998	0.2826	1.00	2.099	7.42692	0.29264	17	17.00	5	5.00	0.773	0.773	1	0.04686
62A	62	A	PREM	ZoneAuge	1998	0.2826	1.00	0.000	0.00000	47.41639	0	0.00	0	0.00			0	0.00000
64A	64	A	PREM	ZoneAuge	1998	0.2826	1.00	2.441	8.63934	3.07435	23	23.00	0	0.00	1.000	1.000	1	0.19690
44B	44	B	PREM	ZoneAuge	1998	0.2826	1.00	3.082	10.90817	16.17822	45	45.00	6	6.00	0.882	0.882	1	0.10633

55B	55	B	PREM	ZoneAuge	1998	0.2825	1.00	2.103	7.44166	0.30881	18	18.00	8	8.00	0.692	0.692	1	0.01851
66B	66	B	PREM	ZoneAuge	1998	0.2825	1.00	2.879	10.18902	10.91026	24	24.00	0	0.00	1.000	1.000	1	0.19690
75B	75	B	PREM	ZoneAuge	1998	0.2826	1.00	2.030	7.18583	0.08993	8	8.00	7	7.00	0.533	0.533	1	0.00053
51B	51	B	PREM	ZoneAuge	1998	0.0143	0.05	0.090	6.27369	0.01874	0	0.00	1	0.05	0.000	0.000	0.05	0.00077
53B	53	B	PREM	ZoneAuge	1998	0.2825	1.00	2.622	9.28053	5.73401	17	17.00	8	8.00	0.680	0.680	1	0.01531
64B	64	B	PREM	ZoneAuge	1998	0.2825	1.00	2.277	8.05955	1.37733	16	16.00	18	18.00	0.471	0.471	1	0.00734
73B	73	B	PREM	ZoneAuge	1998	0.2826	1.00	1.984	7.02152	0.01838	14	14.00	12	12.00	0.538	0.538	1	0.00032
44C	44	C	PREM	ZoneAuge	1998	0.2826	1.00	2.825	9.99803	9.68500	17	17.00	5	5.00	0.773	0.773	1	0.04686
55C	55	C	PREM	ZoneAuge	1998	0.2825	1.00	2.392	8.46733	2.50073	22	22.00	5	5.00	0.815	0.815	1	0.06685
66C	66	C	PREM	ZoneAuge	1998	0.2826	1.00	1.080	3.82278	9.38305	6	6.00	5	5.00	0.545	0.545	1	0.00012
73C	73	C	PREM	ZoneAuge	1998	0.0130	0.05	0.028	2.18713	1.10395	0	0.00	0	0.00			0	0.00000
75C	75	C	PREM	ZoneAuge	1998	0.2826	1.00	3.224	11.40888	20.45680	19	19.00	13	13.00	0.594	0.594	1	0.00141
42C	42	C	PREM	ZoneAuge	1998	0.2826	1.00	0.892	3.15632	13.91016	2	2.00	11	11.00	0.154	0.154	1	0.16194
51C	51	C	PREM	ZoneAuge	1998	0.0204	0.07	0.000	0.00000	3.31915	0	0.00	0	0.00			0	0.00000
53C	53	C	PREM	ZoneAuge	1998	0.2825	1.00	3.674	13.00363	37.42598	31	31.00	15	15.00	0.674	0.674	1	0.01384
62C	62	C	PREM	ZoneAuge	1998	0.2825	1.00	0.235	0.83002	36.67439	2	2.00	2	2.00	0.500	0.500	1	0.00317
64C	64	C	PREM	ZoneAuge	1998	0.2825	1.00	1.760	6.22938	0.43110	10	10.00	14	14.00	0.417	0.417	1	0.01949
44D	44	D	PREM	ZoneAuge	1998	0.2826	1.00	2.184	7.72808	0.70917	14	14.00	13	13.00	0.519	0.519	1	0.00142
42D	42	D	PREM	ZoneAuge	1998	0.2826	1.00	1.544	5.46374	2.02271	11	11.00	13	13.00	0.458	0.458	1	0.00959
73D	73	D	PREM	ZoneAuge	1998	0.2826	1.00	1.635	5.78510	1.21189	6	6.00	18	18.00	0.250	0.250	1	0.09380
75D	75	D	PREM	ZoneAuge	1998	0.2826	1.00	1.256	4.44509	5.95782	14	14.00	6	6.00	0.700	0.700	1	0.02066
62D	62	D	PREM	ZoneAuge	1998	0.2825	1.00	0.000	0.00000	47.41639	0	0.00	0	0.00			0	0.00000
64D	64	D	PREM	ZoneAuge	1998	0.2825	1.00	1.528	5.40881	2.18195	3	3.00	16	16.00	0.158	0.158	1	0.15870
66D	66	D	PREM	ZoneAuge	1998	0.2825	1.00	2.743	9.70785	7.96308	23	23.00	7	7.00	0.767	0.767	1	0.04427
51D	51	D	PREM	ZoneAuge	1998	0.2825	1.00	1.776	6.28555	0.36049	6	6.00	5	5.00	0.545	0.545	1	0.00012
53D	53	D	PREM	ZoneAuge	1998	0.2825	1.00	3.975	14.07030	51.61480	35	35.00	9	9.00	0.795	0.795	1	0.05721
55D	55	D	PREM	ZoneAuge	1998	0.2825	1.00	2.176	7.70105	0.66438	9	9.00	13	13.00	0.409	0.409	1	0.02166
55E	55	E	PREM	ZoneAuge	1998	0.2825	1.00	2.061	7.29287	0.16558	9	9.00	16	16.00	0.360	0.360	1	0.03852
66E	66	E	PREM	ZoneAuge	1998	0.2826	1.00	3.021	10.69230	14.48825	28	28.00	9	9.00	0.757	0.757	1	0.04020
75E	75	E	PREM	ZoneAuge	1998	0.2826	1.00	1.451	5.13629	3.06133	7	7.00	10	10.00	0.412	0.412	1	0.02088
44E	44	E	PREM	ZoneAuge	1998	0.2826	1.00	2.531	8.95798	4.29329	25	25.00	8	8.00	0.758	0.758	1	0.04053
53E	53	E	PREM	ZoneAuge	1998	0.2825	1.00	1.798	6.36543	0.27095	5	5.00	14	14.00	0.263	0.263	1	0.08591
62E	62	E	PREM	ZoneAuge	1998	0.2825	1.00	0.215	0.76103	37.51474	0	0.00	1	1.00	0.000	0.000	1	0.30943
64E	64	E	PREM	ZoneAuge	1998	0.2825	1.00	3.565	12.61773	32.85322	27	27.00	6	6.00	0.818	0.818	1	0.06860
73E	73	E	PREM	ZoneAuge	1998	0.0157	0.06	0.097	6.20050	0.02819	0	0.00	0	0.00			0	0.00000
42E	42	E	PREM	ZoneAuge	1998	0.2826	1.00	1.908	6.75385	0.01745	10	10.00	12	12.00	0.455	0.455	1	0.01035
41A	41	A	QUAT	ZoneAuge	1998	0.2826	1.00	0.154	0.54517	40.20551	0	0.00	2	2.00	0.000	0.000	1	0.30943
45A	45	A	QUAT	ZoneAuge	1998	0.2826	1.00	1.475	5.22183	2.76932	4	4.00	15	15.00	0.211	0.211	1	0.11953
47A	47	A	QUAT	ZoneAuge	1998	0.2826	1.00	1.884	6.66933	0.04693	8	8.00	3	3.00	0.727	0.727	1	0.02924
49A	49	A	QUAT	ZoneAuge	1998	0.2826	1.00	3.153	11.15854	18.25496	31	31.00	7	7.00	0.816	0.816	1	0.06735
58A	58	A	QUAT	ZoneAuge	1998	0.2825	1.00	2.465	8.72386	3.37791	19	19.00	3	3.00	0.864	0.864	1	0.09448
60A	60	A	QUAT	ZoneAuge	1998	0.2825	1.00	1.510	5.34283	2.38123	11	11.00	6	6.00	0.647	0.647	1	0.00824
69A	69	A	QUAT	ZoneAuge	1998	0.2825	1.00	3.092	10.94363	16.46472	37	37.00	11	11.00	0.771	0.771	1	0.04604
71A	71	A	QUAT	ZoneAuge	1998	0.2825	1.00	2.482	8.78604	3.61030	22	22.00	15	15.00	0.595	0.595	1	0.00147
69B	69	B	QUAT	ZoneAuge	1998	0.2825	1.00	3.452	12.21812	28.43198	28	28.00	14	14.00	0.667	0.667	1	0.01219
71B	71	B	QUAT	ZoneAuge	1998	0.2825	1.00	2.993	10.59356	13.74635	37	37.00	1	1.00	0.974	0.974	1	0.17424
41B	41	B	QUAT	ZoneAuge	1998	0.2826	1.00	0.899	3.18107	13.72619	1	1.00	15	15.00	0.063	0.063	1	0.24380
47B	47	B	QUAT	ZoneAuge	1998	0.2826	1.00	2.784	9.85364	8.80716	23	23.00	13	13.00	0.639	0.639	1	0.00683
49B	49	B	QUAT	ZoneAuge	1998	0.2826	1.00	3.987	14.10925	52.17601	43	43.00	5	5.00	0.896	0.896	1	0.11531
58B	58	B	QUAT	ZoneAuge	1998	0.2825	1.00	2.576	9.11745	4.97956	16	16.00	14	14.00	0.533	0.533	1	0.00053
60B	60	B	QUAT	ZoneAuge	1998	0.2825	1.00	2.965	10.49475	13.02342	19	19.00	16	16.00	0.543	0.543	1	0.00018
45B	45	B	QUAT	ZoneAuge	1998	0.0791	0.28	0.071	0.90210	10.02584	0	0.00	1	0.28	0.000	0.000	0.28	0.02426
69C	69	C	QUAT	ZoneAuge	1998	0.2825	1.00	1.229	4.34972	6.43247	7	7.00	1	1.00	0.875	0.875	1	0.10159
71C	71	C	QUAT	ZoneAuge	1998	0.2825	1.00	1.880	6.65326	0.05415	16	16.00	12	12.00	0.571	0.571	1	0.00023
41C	41	C	QUAT	ZoneAuge	1998	0.2826	1.00	1.891	6.69311	0.03719	6	6.00	19	19.00	0.240	0.240	1	0.10002
47C	47	C	QUAT	ZoneAuge	1998	0.2826	1.00	2.009	7.11091	0.05060	14	14.00	7	7.00	0.667	0.667	1	0.01219
49C	49	C	QUAT	ZoneAuge	1998	0.2826	1.00	1.516	5.36665	2.30828	7	7.00	4	4.00	0.636	0.636	1	0.00642
58C	58	C	QUAT	ZoneAuge	1998	0.2825	1.00	1.605	5.67890	1.45698	10	10.00	14	14.00	0.417	0.417	1	0.01949
60C	60	C	QUAT	ZoneAuge	1998	0.2825	1.00	2.203	7.79869	0.83309	16	16.00	3	3.00	0.842	0.842	1	0.08171
45C	45	C	QUAT	ZoneAuge	1998	0.2826	1.00	2.112	7.47537	0.34741	7	7.00	12	12.00	0.368	0.368	1	0.03528
41D	41	D	QUAT	ZoneAuge	1998	0.2826	1.00	0.000	0.00000	47.41639	0	0.00	0	0.00			0	0.00000
47D	47	D	QUAT	ZoneAuge	1998	0.2826	1.00	2.273	8.04446	1.34213	17	17.00	3	3.00	0.850	0.850	1	0.08628
49D	49	D	QUAT	ZoneAuge	1998	0.2826	1.00	2.656	9.40040	6.32243	23	23.00	16	16.00	0.590	0.590	1	0.00112

58D	58	D	QUAT	ZoneAuge	1998	0.2825	1.00	2.510	8.88369	3.99094	25	25.00	7	7.00	0.781	0.781	1	0.05062
60D	60	D	QUAT	ZoneAuge	1998	0.2825	1.00	0.286	1.01360	34.48459	1	1.00	3	3.00	0.250	0.250	1	0.09380
69D	69	D	QUAT	ZoneAuge	1998	0.2825	1.00	3.089	10.93215	16.37172	24	24.00	14	14.00	0.632	0.632	1	0.00567
71D	71	D	QUAT	ZoneAuge	1998	0.2825	1.00	1.111	3.93141	8.72935	4	4.00	6	6.00	0.400	0.400	1	0.02442
45D	45	D	QUAT	ZoneAuge	1998	0.2826	1.00	1.324	4.68596	4.84000	5	5.00	15	15.00	0.250	0.250	1	0.09380
41E	41	E	QUAT	ZoneAuge	1998	0.2826	1.00	1.644	5.81684	1.14301	11	11.00	12	12.00	0.478	0.478	1	0.00608
49E	49	E	QUAT	ZoneAuge	1998	0.2826	1.00	1.059	3.74639	9.85690	4	4.00	9	9.00	0.308	0.308	1	0.06179
60E	60	E	QUAT	ZoneAuge	1998	0.2825	1.00	3.042	10.76813	15.07130	23	23.00	13	13.00	0.639	0.639	1	0.00683
71E	71	E	QUAT	ZoneAuge	1998	0.2825	1.00	1.364	4.82856	4.23287	4	4.00	14	14.00	0.222	0.222	1	0.11158
45E	45	E	QUAT	ZoneAuge	1998	0.2337	0.83	1.156	4.94912	3.11362	3	2.49	7	5.81	0.300	0.249	0.83	0.04524
47E	47	E	QUAT	ZoneAuge	1998	0.2826	1.00	1.078	3.81402	9.43677	11	11.00	2	2.00	0.846	0.846	1	0.08404
58E	58	E	QUAT	ZoneAuge	1998	0.2825	1.00	0.755	2.67043	17.77069	3	3.00	12	12.00	0.200	0.200	1	0.12692
69E	69	E	QUAT	ZoneAuge	1998	0.2825	1.00	2.124	7.51880	0.40049	10	10.00	1	1.00	0.909	0.909	1	0.12449
63A	63	A	TROI	ZoneAuge	1998	0.2826	1.00	0.536	1.89745	24.88519	1	1.00	1	1.00	0.500	0.500	1	0.00317
65A	65	A	TROI	ZoneAuge	1998	0.2825	1.00	0.000	0.00000	47.41639	0	0.00	0	0.00			0	0.00000
43A	43	A	TROI	ZoneAuge	1998	0.2826	1.00	0.000	0.00000	47.41639	0	0.00	0	0.00			0	0.00000
52A	52	A	TROI	ZoneAuge	1998	0.2825	1.00	2.256	7.98557	1.20915	11	11.00	3	3.00	0.786	0.786	1	0.05265
54A	54	A	TROI	ZoneAuge	1998	0.2825	1.00	1.213	4.29409	6.71779	3	3.00	12	12.00	0.200	0.200	1	0.12692
56A	56	A	TROI	ZoneAuge	1998	0.2825	1.00	2.034	7.20034	0.09884	16	16.00	10	10.00	0.615	0.615	1	0.00350
74A	74	A	TROI	ZoneAuge	1998	0.2826	1.00	2.982	10.55292	13.44664	30	30.00	6	6.00	0.833	0.833	1	0.07677
43B	43	B	TROI	ZoneAuge	1998	0.2826	1.00	0.000	0.00000	47.41639	0	0.00	0	0.00			0	0.00000
52B	52	B	TROI	ZoneAuge	1998	0.2825	1.00	1.023	3.62014	10.66558	1	1.00	11	11.00	0.083	0.083	1	0.22366
54B	54	B	TROI	ZoneAuge	1998	0.2825	1.00	1.365	4.83100	4.22284	7	7.00	18	18.00	0.280	0.280	1	0.07632
56B	56	B	TROI	ZoneAuge	1998	0.2825	1.00	1.598	5.65548	1.51408	9	9.00	7	7.00	0.563	0.563	1	0.00004
63B	63	B	TROI	ZoneAuge	1998	0.2825	1.00	1.162	4.11166	7.69670	5	5.00	5	5.00	0.500	0.500	1	0.00317
65B	65	B	TROI	ZoneAuge	1998	0.2825	1.00	2.845	10.06951	10.13502	28	28.00	9	9.00	0.757	0.757	1	0.04020
67B	67	B	TROI	ZoneAuge	1998	0.2674	0.95	1.107	4.14100	7.15802	10	9.50	5	4.75	0.667	0.633	0.95	0.01100
74B	74	B	TROI	ZoneAuge	1998	0.2826	1.00	0.992	3.51218	11.38235	3	3.00	5	5.00	0.375	0.375	1	0.03286
76B	76	B	TROI	ZoneAuge	1998	0.2826	1.00	1.421	5.02826	3.45103	7	7.00	7	7.00	0.500	0.500	1	0.00317
74C	74	C	TROI	ZoneAuge	1998	0.2826	1.00	2.599	9.19831	5.34699	13	13.00	8	8.00	0.619	0.619	1	0.00394
43C	43	C	TROI	ZoneAuge	1998	0.2826	1.00	0.000	0.00000	47.41639	0	0.00	0	0.00			0	0.00000
52C	52	C	TROI	ZoneAuge	1998	0.2825	1.00	1.895	6.70772	0.03177	13	13.00	4	4.00	0.765	0.765	1	0.04345
54C	54	C	TROI	ZoneAuge	1998	0.2825	1.00	2.345	8.30083	2.00188	12	12.00	11	11.00	0.522	0.522	1	0.00119
63C	63	C	TROI	ZoneAuge	1998	0.2825	1.00	0.650	2.30079	21.02371	3	3.00	7	7.00	0.300	0.300	1	0.06567
65C	65	C	TROI	ZoneAuge	1998	0.2826	1.00	1.484	5.25365	2.66444	5	5.00	7	7.00	0.417	0.417	1	0.01949
63D	63	D	TROI	ZoneAuge	1998	0.2825	1.00	1.648	5.83330	1.10809	5	5.00	17	17.00	0.227	0.227	1	0.10824
65D	65	D	TROI	ZoneAuge	1998	0.2825	1.00	0.906	3.20744	13.53148	4	4.00	3	3.00	0.571	0.571	1	0.00023
43D	43	D	TROI	ZoneAuge	1998	0.2826	1.00	2.541	8.99198	4.43533	18	18.00	23	23.00	0.439	0.439	1	0.01375
52D	52	D	TROI	ZoneAuge	1998	0.2825	1.00	3.446	12.19779	28.21556	27	27.00	5	5.00	0.844	0.844	1	0.08265
54D	54	D	TROI	ZoneAuge	1998	0.2825	1.00	3.453	12.22235	28.47714	30	30.00	6	6.00	0.833	0.833	1	0.07677
74D	74	D	TROI	ZoneAuge	1998	0.2826	1.00	2.461	8.70850	3.32166	14	14.00	20	20.00	0.412	0.412	1	0.02088
74E	74	E	TROI	ZoneAuge	1998	0.2826	1.00	2.891	10.23037	11.18512	25	25.00	5	5.00	0.833	0.833	1	0.07677
76E	76	E	TROI	ZoneAuge	1998	0.2169	0.77	1.311	6.04400	0.54585	4	3.08	5	3.85	0.444	0.342	0.77	0.00741
43E	43	E	TROI	ZoneAuge	1998	0.2826	1.00	1.781	6.30290	0.33996	11	11.00	15	15.00	0.423	0.423	1	0.01774
52E	52	E	TROI	ZoneAuge	1998	0.2825	1.00	1.676	5.93366	0.90686	6	6.00	7	7.00	0.462	0.462	1	0.00897
54E	54	E	TROI	ZoneAuge	1998	0.2825	1.00	2.719	9.62449	7.49954	21	21.00	7	7.00	0.750	0.750	1	0.03753
56E	56	E	TROI	ZoneAuge	1998	0.2825	1.00	1.651	5.84199	1.08987	8	8.00	7	7.00	0.533	0.533	1	0.00053
63E	63	E	TROI	ZoneAuge	1998	0.2825	1.00	0.064	0.22511	44.36682	1	1.00	2	2.00	0.333	0.333	1	0.04970
65E	65	E	TROI	ZoneAuge	1998	0.2825	1.00	1.507	5.33514	2.40504	9	9.00	11	11.00	0.450	0.450	1	0.01129
67E	67	E	TROI	ZoneAuge	1998	0.0541	0.19	0.544	10.05464	1.90770	6	1.14	2	0.38	0.750	0.143	0.19	0.00135

Sommes colonnes	45.8188	162.17	315.506		2186.75636	2256	2240.43	1360	1345.95			152.99	7.99635