

DE L'OBSERVATION GLOBALE DES MUTATIONS DES SOCIÉTÉS ET DES ESPACES RURAUX

Nathalie FER (docteur) : CRESO UMR 6590 du CNRS, Université de Caen

Email : fer@mrsh.unicaen.fr

RÉSUMÉ. Cet article présente la méthode élaborée initialement pour l'étude de la friche dans le Pays d'Auge (Normandie). La variété de points de vue sur la friche montre la nécessité d'une approche globale de ce phénomène. Pour cela, la méthode utilisée intègre des sources d'information variées, des enquêtes de terrain à la télédétection satellitaire, permettant l'observation à différentes échelles, spatiales et temporelles, et sous différents angles, physiques, sociaux et économiques. Ces sources associées chacune à des outils spécifiques produisent des résultats qui se complètent. Postérieurement, cette méthode a été appliquée à l'étude de l'utilisation du sol dans le sud du Pays d'Auge. L'analyse des résultats de ces études a permis de proposer des voies d'amélioration de la méthode utilisée. Cet article a pour but de promouvoir ces travaux méthodologiques qui s'inscrivent dans le champ de l'observation des mutations des sociétés et des espaces ruraux.

ABSTRACT : This contribution presents elaborated method initially for the study of fallow land in Pays d'Auge (Normandy). The diversity of the opinions about the fallow land shows the need for a complete approach of this phenomena. The method combines different sources of information like survey and remote sensing that allow the observation at different spatial and temporal scales and in physical, social and economical aspects. By using adapted techniques it is possible to produce complementary results. Later on, this method has been put into practice for the study of the land use in the south of Pays d'Auge. The analysis of the results of these studies allowed to propose improvement of the initial method. This contribution aims at promoting this methodological works that fit in with the field of the observation of the rural area changes.

MOTS CLEFS : Télédétection, Analyse quantitative, Facteurs de mutation, Pays d'Auge (Normandie), Espace rural.

KEY WORDS: Remote sensing, Quantitative analysis, Change factors, Pays d'Auge (Normandy), Rural area.

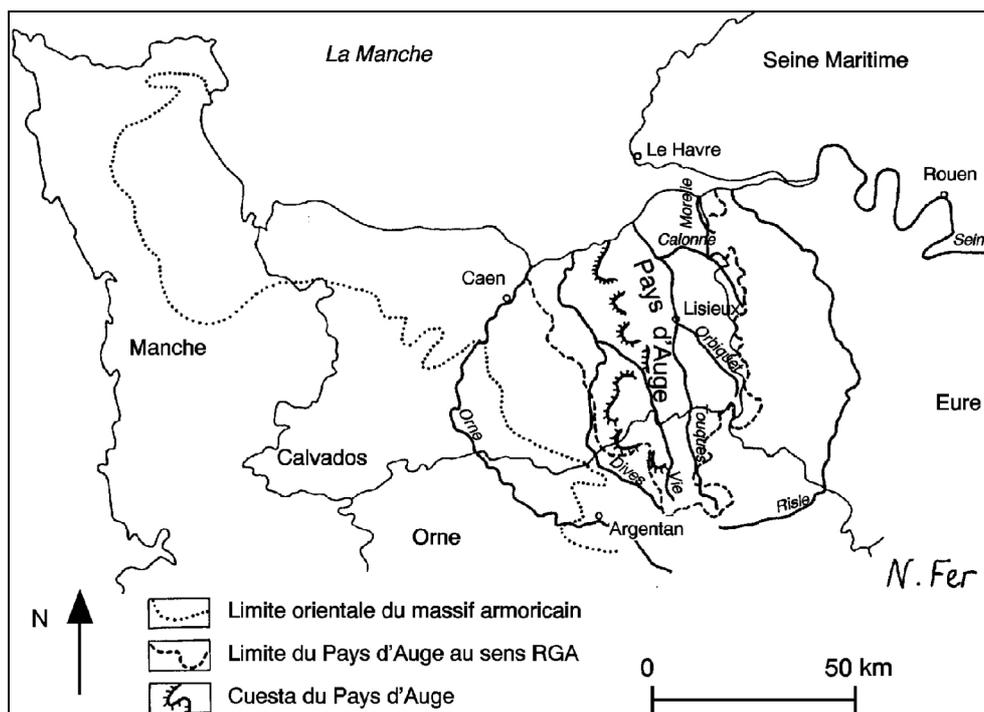
Introduction : Variété de points de vue, un obstacle à la synthèse

La méthode présentée dans cet article a été élaborée initialement pour l'étude de la friche et de sa dynamique dans le bocage augeron en Normandie (Figure 1). Elle a été appliquée à la période qui s'étale de 1947 à 1993.

La nécessité de proposer une méthode est apparue lors de la revue critique des études sur la friche déjà réalisées. La multitude de réflexions sur ce thème a montré une variété de points de vue, sans que pour autant se dégage d'explication globale des évolutions observées. Trop souvent, le sujet n'est abordé que sous un seul aspect (physique, humain, social, économique). De plus, la terminologie, fluctuante ou imprécise, permet rarement de faire le lien entre les études, qui pourraient être complémentaires. Les échelles des études sont variables, de la parcelle à la région, mais les tentatives d'intégration sont encore timides. Les aspects dynamiques de la friche semblent souffrir du même manque d'intégration. Le très long terme (historique) et le court terme (facteurs identifiés) sont souvent disjoints. L'effet des causes sur les évolutions manque de quantification, par exemple en superficie, en temps moyen d'abandon, en degré de délaissement. Enfin, la possibilité de généraliser, avec mesure de la qualité du résultat obtenu, est généralement absente des méthodes proposées. Cette mesure de qualité est le parent pauvre de ces méthodes.

Ces problèmes ont permis de fixer les objectifs (ambitieux) de l'approche à utiliser. Des amendements méthodologiques et techniques sont proposés pour améliorer la compréhension des phénomènes et perfectionner leur suivi. La méthode offre des perspectives encourageantes pour appréhender les mutations des sociétés et des espaces ruraux.

Figure 1 : Situation du Pays d'Auge dans la Normandie



1 Approche proposée

L'approche utilisée propose d'exploiter les complémentarités dans les sources d'information pour appréhender globalement le problème des friches et de leur dynamique et pour évaluer la fiabilité des résultats obtenus.

1.1 Objectifs de la méthode

La méthode doit être globale, c'est à dire couvrir tous les aspects de la friche et leur importance dynamique. Elle doit en outre offrir des ouvertures, des possibilités d'extension homogène ou comparable.

1.1.1 *Globalité*

Les objectifs relatifs à la globalité peuvent se décomposer en quatre branches, non indépendantes. Il s'agit de traiter simultanément les différents aspects, en intégrant les échelles spatiales et les échelles temporelles, et de dégager les dynamiques à l'œuvre.

La considération simultanée des aspects physiques et des aspects humains se traduit ainsi. Parmi les aspects physiques se trouvent les capacités agronomiques des zones en friche, mais aussi leur position géographique, laquelle peut conditionner des reconversions, et encore les capacités non agronomiques, comme la constructibilité (en terme géotechnique). Les aspects humains recouvrent les domaines démographiques, sociaux, économiques, politiques, réglementaires, voire psychologiques ou sociologiques.

L'intégration des échelles se fait à chaque instant selon la composante spatiale. Les cortèges botaniques peuvent varier dans la parcelle, celle-ci occupe une place déterminée au sein d'un lot, d'une exploitation agricole ou d'une propriété, l'ampleur du phénomène est aussi intéressant au niveau de la région.

Les échelles temporelles sont multiples. L'orientation de l'étude ne permet pas de considérer les tendances séculaires (exemple : évolution du climat auvergnat ou des habitudes agricoles). Cependant, les tendances générales sur quelques décennies doivent être accessibles, les accidents (à l'échelle annuelle) plus ou moins visibles, et des intermédiaires peuvent apparaître.

Par cette multiplicité d'aspects et d'échelles, l'étude doit aider à la compréhension des dynamiques sous-jacentes et de leurs combinaisons. Ces moteurs sont donc locaux, relatifs à la parcelle, plus large, relatifs à un groupe de parcelles, voire régionaux ou nationaux. Ils jouent à court terme ou bien à long terme. Leur cause est physique ou humaine, ou le résultat de combinaisons plus ou moins complexes, et plus ou moins consciemment perçues.

1.1.2 *Extensibilité*

L'extensibilité comporte deux facettes principales :

- s'appuyer sur des données et des outils qui en permettent la répétition dans d'autres régions ou à d'autres dates, offrant des possibilités de prolongements des observations ou de comparaisons des résultats,
- offrir des moyens de mesurer la fiabilité des résultats, et dans le meilleur des cas une mesure numérique de cette fiabilité.

La partie spatiale de la première facette, l'aptitude à être répétée, conduit à des contraintes sur les données et sur les outils, amenant à des combinaisons et des exclusions, et la complémentarité d'échelles entre les sources d'information joue un rôle important. Des problèmes de cohérence, voire de compatibilité, peuvent surgir.

La partie temporelle de cette première facette s'explique notamment par l'étude de la dynamique. Pour étudier les dynamiques, des observations étalées dans le temps sont souhaitables. Pour pouvoir comparer les résultats de chaque date, les conditions doivent être analogues. Aussi est-il indispensable que la méthode utilisée pour l'observation à une date soit reproductible, sinon parfaitement, tout au moins dans une large mesure.

La deuxième facette, la possibilité de mesurer la fiabilité, est liée à la première. Une répétition dans le temps n'est fructueuse que s'il est possible de comparer les résultats et leurs incertitudes, au moins relativement aux conditions de leur obtention. De même, une généralisation spatiale dont la qualité est complètement inconnue perd beaucoup d'intérêt. Enfin, la capacité à mesurer la fiabilité des résultats permet de faire des choix lors de l'utilisation de nouvelles données (dates, clichés, capteurs) ou de nouveaux algorithmes (traitement d'image, statistique, reconnaissance de forme).

1.2 *Principes de la méthode*

Pour atteindre les objectifs, la méthode s'articule autour de quatre grands principes qui exploitent la complémentarité dans les échelles spatiales et temporelles, sans oublier pour autant l'intégration des aspects économiques et humains.

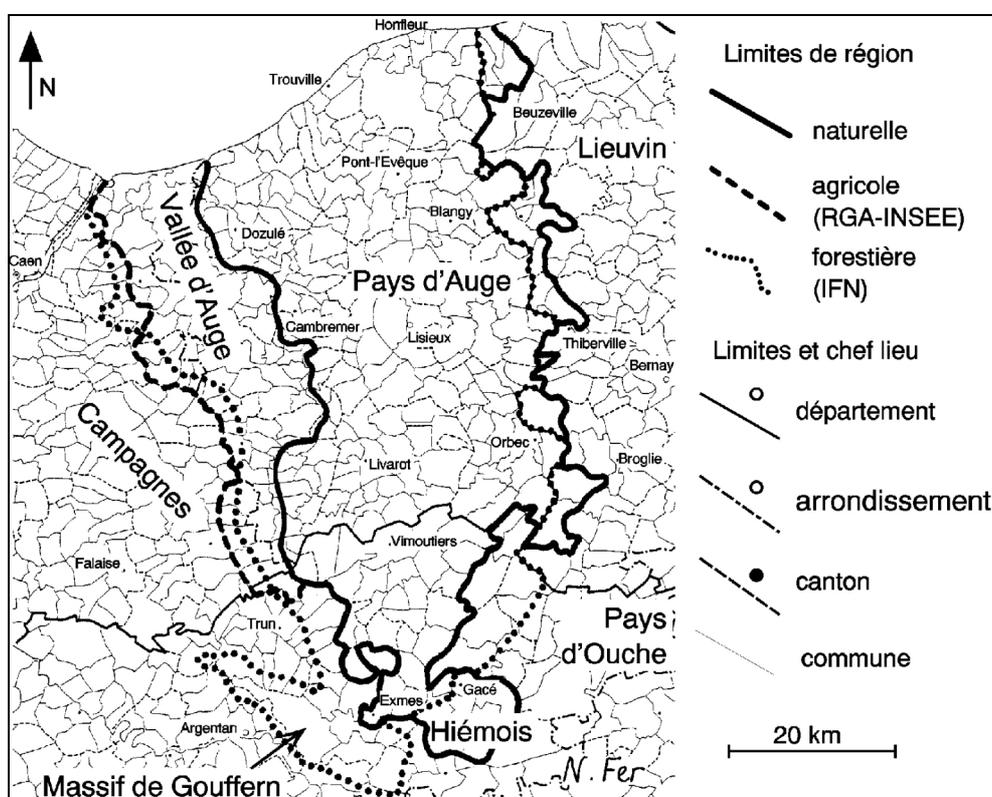
1.2.1 Exploiter au mieux toutes les données

L'exploitation des données qui permet la plus grande cohérence commence par une clarification des termes employés, et une définition précise des unités de référence.

Sur ces bases, certaines sources d'information sont utilisables, d'autres sont écartées. Les motifs d'une telle sélection peuvent être les suivants :

- le point commun qui permet les mises en correspondance n'existe pas dans toutes les données,
- le filtrage par une nomenclature (inventaires ou recensements publics) ne permet pas de retrouver les informations relatives à un objet,
- les limites géographiques ne coïncident pas (Figure 2),
- les dates sont incompatibles...

Figure 2 : Variations dans les limites du Pays d'Auge



Mais la règle de base reste la non-exclusion de toute donnée qui ne souffrirait pas d'une incompatibilité sur la base d'un de ces critères de sélection. En effet, dans l'optique d'une étude approfondie, il n'est pas envisageable d'exclure *a priori* une ou plusieurs sources d'information.

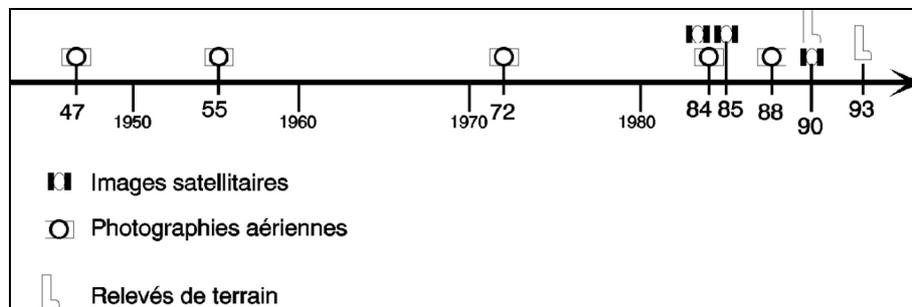
Pour l'exploitation des données retenues, certains outils sont nécessaires, et dans une gamme d'outils, des choix sont possibles. Ces choix sont faits *a priori* sur le domaine de validité de l'outil, si les qualités, en regard des attentes, sont connues. Sinon des essais sont nécessaires. Dans ce dernier cas, le tri parmi les outils n'est plus préliminaire, mais peut se faire au cours de l'étude de tel ou tel aspect.

Les trois phases, plus ou moins préliminaires, sont donc :

- le travail sur la terminologie,
- la sélection des données de base (Figure 3),
- la sélection des outils adéquats.

Les deux premières opérations préparent à répondre aux objectifs de globalité, et la troisième est orientée vers la fiabilité, élément indispensable pour l'extensibilité.

Figure 3 : Disponibilité et origine des données de base



1.2.2 Etudier simultanément les différents aspects

La globalité de l'étude ne se traduit pas seulement par la prise en compte des aspects physique, humain, économique, pris séparément, mais aussi par leur étude simultanée.

Cette simultanéité implique l'utilisation du terrain, seul moyen d'accéder aux informations économiques et humaines. Les caractères physiques servent de lien entre les différentes sources. Ce lien est plus fort si les dates de collecte de données par les différentes sources coïncident. Une contrainte temporelle apparaît pour la sélection des données.

L'étude simultanée doit permettre de mesurer les interférences entre les facteurs identifiés, ainsi que leurs poids relatifs, à un instant donné. Ces interférences sont de différentes natures :

- un facteur peut en cacher un autre car il en dépend, et se perçoit plus facilement,
- deux facteurs peuvent aller dans le même sens, de manière coopérative, ou, au contraire, concurrentielle,
- ils peuvent aussi s'opposer dans leurs effets.

Ainsi, les objectifs relatifs à la globalité doivent être atteints, ou, de manière plus réaliste, approchés.

1.2.3 Englober la dynamique

L'étude des aspects dynamiques se fait à différentes échelles. L'étude des mécanismes physiques et de la propagation se place au niveau de la parcelle ou de la parcelle et de ses voisines. Les causes sociales et économiques jouent souvent au niveau d'un groupe de parcelles, d'une exploitation agricole ou d'une propriété.

Pour les deux niveaux précédents, les enquêtes de terrain, si elles sont réitérées, donnent une série d'instantanés. Cette série est analysable à une échelle temporelle plus longue, afin d'en extraire des tendances. En effet, les enquêtes constituent un moyen répétable de collecte d'information, qu'il convient, pour créer la série, de réitérer.

De manière plus globale, les différents inventaires et recensements publics, permettent de tracer des courbes d'évolution de différents paramètres. La démographie, l'activité économique, au niveau communal ou de la région agricole, sont ainsi mesurées par des indicateurs calculés périodiquement.

La photographie aérienne permet de retracer l'histoire de la physionomie des parcelles étudiées, mais avec une moindre régularité. Cette moindre régularité ne signifie pas systématiquement une périodicité moyenne plus grande que celle des recensements, mais seulement un intervalle de temps variable entre deux missions de photographie aérienne.

La télédétection, par sa production quasi continue de données, permet de suivre l'évolution des friches à long terme mais aussi à court terme. Même les variations saisonnières sont décelables avec cet outil.

La combinaison de ces informations et la compréhension des différents facteurs d'évolution permet d'apprécier globalement la dynamique sur plusieurs échelles de temps : vers le passé et vers l'avenir, à court terme et à long terme. Elle permet également de mesurer l'évolution spatiale et physionomique des friches.

La prise en compte de la dynamique, ou, plus probablement, des dynamiques, impose des contraintes sur les sources d'information et nécessite une intégration des échelles dans l'espace comme dans le temps. Les critères d'extensibilité sont alors renforcés. Le surcroît d'information a un coût.

1.2.4 Extrapoler prudemment

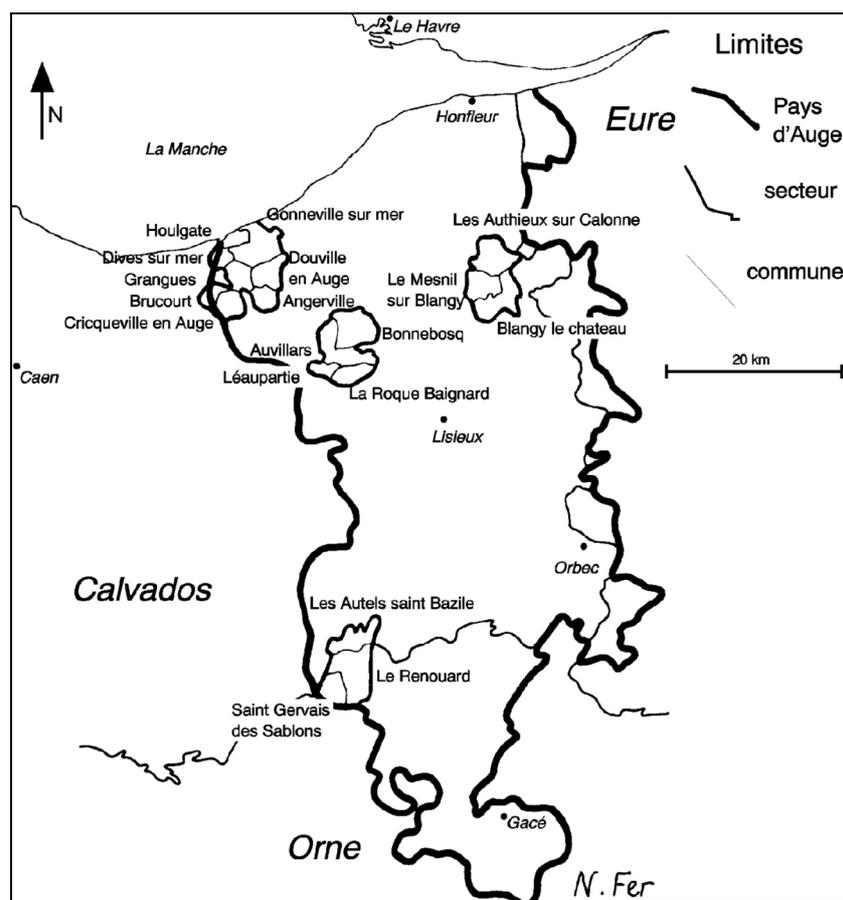
Comme il n'est pas envisageable de parcourir toute une région agricole pour étudier exhaustivement les friches et leurs dynamiques, la recherche met l'accent sur un échantillon, et s'efforce de généraliser à l'ensemble de la région.

Trois phases caractérisent cette approche:

- l'apprentissage sur un échantillon,
- la généralisation à un espace plus large,
- la vérification et la mesure de la qualité du résultat.

L'idéal statistique voudrait que l'échantillon soit obtenu par tirage aléatoire parmi toute la population. Lorsqu'il s'agit de pixels extraits d'une image satellite, cette solution est envisageable. Par contre, le tirage aléatoire de parcelles et d'exploitations agricoles, en vue de la réalisation d'enquêtes de terrain, s'il porte sur l'ensemble du Pays d'Auge, induit des temps de déplacement prohibitifs. Un regroupement par secteurs sera admis, en essayant de refléter toutes les situations qu'offre le Pays d'Auge (Figure 4).

Figure 4 : Situation des secteurs d'étude au sein du Pays d'Auge



La télédétection spatiale est le moyen de prédilection pour la généralisation à toute la région. Le pivot pour généraliser est l'aspect physique des friches (Figure 5).

A une date donnée, la généralisation ne doit pas être « aveugle ». Le résultat doit avoir une certaine qualité. La vérification a posteriori, sur le terrain ou par photo-interprétation, est une solution pour mesurer la fiabilité (Figure 5). Une autre solution consiste à utiliser des méthodes qui calculent un « taux de confiance » dans le résultat de la généralisation.

Une surveillance des friches par le satellite (phase d'exploitation de la télédétection) n'est fiable qu'à la saison voisine de celle retenue pour l'apprentissage. Une surveillance continûment fiable nécessiterait des relevés saisonniers sur le terrain couvrant tout le cycle de la végétation. Une telle entreprise dépasse le cadre de l'étude.

Si le découpage proposé s'adapte aux opérations de localisation par télédétection, il est plus difficile à mettre en œuvre, surtout dans sa dernière partie (vérification), pour l'étude des aspects humains. Dans la plupart des cas, la prudence sera la seule accompagnatrice de la généralisation.

Figure 5 : Etapes pour la discrimination des utilisations du sol et des friches par télédétection

Etapes	Réalizations			
Préparation de l'image	Délignage, amélioration du contraste, normalisation, indices			
Apprentissage Constitution d'un échantillon	Direct a priori	Supervisé a priori	Mixte réunion de ces 2 échantillons	Statistique calcul de taille, tirage aléatoire maillé
Classement des pixels de l'échantillon	a priori	a priori	Nuées dynamiques et formes fortes	
Création de règles de classement	Observation d'histogrammes	Analyse discriminante		
Généralisation	Seuils	Fonction discriminante		
Evaluation Vérifications	Photo aérienne en 1984 Terrain en 1990			
Améliorations	Traitements spatiaux sur image classée			
Cartographie				

2 Prolongements méthodologiques et techniques

Après ces grands principes, la méthode ainsi élaborée a dû être confrontée aux difficultés de mise en œuvre pour en apprécier la faisabilité. Si la prise en compte simultanée des aspects et des échelles s'est révélée fructueuse, l'objectif d'extensibilité n'a pas été parfaitement atteint.

Malgré les réflexions et les précautions prises dans l'utilisation des données et de leur traitement, la reproductibilité de la démarche concrète n'est pas garantie. Des limitations dans les outils ont été compensées par la connaissance du terrain. En particulier, les images de généralisation obtenues grâce à la télédétection voient leurs confusions souvent résolues par l'interprète. L'amélioration des techniques permettra peut-être de concrétiser les projets d'extension de l'étude du phénomène friche à des régions agricoles comparables, comme le Perche à l'est du département de l'Orne (Figure 1).

Le travail initial sur la friche est une étape vers des perspectives variées. La compréhension des phénomènes s'améliorera par des amendements méthodologiques. Leur suivi sera perfectionné par la mise en œuvre de techniques plus sophistiquées. Les points de méthode sur lesquels des améliorations sont préconisées résultent des évaluations des procédés employés.

2.1 Méthode d'échantillonnage et enquêtes de terrain

La limitation à des communes où la friche est abondante biaise l'extrapolation à la région. Un sondage plus aléatoire serait certes plus coûteux, mais donnerait des résultats plus réalistes.

Lors des relevés de terrain, la prise en compte exclusive de parcelles abandonnées ou sous-exploitées ne permet pas d'observer l'évolution de parcelles initialement saines, ni de comparer les conditions d'installation et de non-

installation de la friche. Il est donc difficile de déduire des traits caractéristiques de la friche, ni même d'affirmer leur existence. L'ajout de parcelles saines permettrait de mesurer l'impact réel de la pente, de l'hydromorphie, etc.

Cette modification d'échantillons ne suffit pas. Pour saisir les changements de projets, provoqués par les facteurs à court terme dont le rôle est apparu comme important, les entrevues devraient être répétées assez souvent, et sur une période assez longue. L'obstacle majeur risque d'être la lassitude des personnes interrogées. Une campagne de sensibilisation devrait alors être entreprise.

2.2 Télédétection satellitaire

Un regard sur les traitements utilisés met en relief l'imperfection des rapprochements entre échelles. La composition colorée est en fait traitée par l'œil et le cerveau humain. Ces derniers extraient les structures, font les découpages en zones ou en parcelles, analysent la texture lorsque cela est possible, travaillent à plusieurs échelles à la fois et utilisent leurs expériences antérieures. Il faudrait faire appel aux informaticiens spécialistes de la vision artificielle pour disposer d'outils capables de réaliser économiquement le même travail sur les données satellitaires.

Un raisonnement sur la parcelle en télédétection serait plus cohérent avec la démarche suivie sur le terrain. La résolution des clichés de photographie aérienne et celle de la vision au sol permettent de délimiter assez parfaitement une parcelle et de raisonner à ce niveau. La résolution spatiale du satellite est de 30 mètres (Landsat T.M.), et le balayage est « aveugle » : des pixels chevauchent les parcelles, et sont donc impurs. La première conséquence est l'impossibilité de délimiter avec précision une parcelle sur une scène satellitaire. Une extraction automatique de la structure bocagère sur les images satellitaires serait nécessaire.

Une telle extraction serait profitable à plus d'un titre. Premièrement, des éléments seraient déjà reconnus comme haies, routes ou cours d'eau, et une partie des confusions faites par les classifications serait alors sans incidence. Deuxièmement, l'extraction de la structure ouvre la voie à la cartographie automatique des résultats des divers traitements. Enfin, elle permettrait de raisonner sur des parcelles délimitées, ou plutôt sur des portions de celles-ci, excluant les pixels impurs.

La classification statistique fait son apprentissage sur des pixels puis classe des pixels. Ceci explique en partie le résultat déconcertant du traitement. La classification supervisée apprend sur des parcelles, en ce sens que tous les pixels d'une parcelle d'apprentissage sont affectés au même type d'utilisation du sol. L'interprétation automatique classe chaque pixel indépendamment de ses voisins, donc de la structure parcellaire. La retouche des lissages majoritaires marque une tentative pour raisonner au niveau de la parcelle (Figure 6). D'autres tentatives pourraient être l'utilisation de la logique floue lors de la phase de généralisation. Si un pixel est classé dans différentes utilisations du sol avec des probabilités différentes, un traitement ultérieur permettrait de tenir compte des cas des voisins pour statuer définitivement.

Pour raisonner purement au niveau des parcelles, il manque donc une reconnaissance et une séparation automatique de celles-ci. Il faudrait ensuite trouver des représentations pertinentes de la parcelle, sur le plan spectral, mais aussi sur le plan spatial. Ces représentations devraient s'appliquer tant pour l'apprentissage que pour la généralisation.

Enfin, l'utilisation simultanée de scènes de plusieurs dates dans le même cycle de végétation pourrait permettre une meilleure discrimination. Dans l'étude sur la friche, les confusions du printemps se sont révélées être très différentes de celles de l'été. Le choix des dates doit se baser sur une étude préalable du calendrier agricole et du cycle de la végétation.

La comparaison entre la richesse spectrale et la richesse spatiale est une voie de recherche intéressante. Si Spot offre une meilleure résolution spatiale, et autorise des analyses de texture, la richesse spectrale en souffre. La combinaison de dates pourrait être un palliatif dans une optique « tout Spot ».

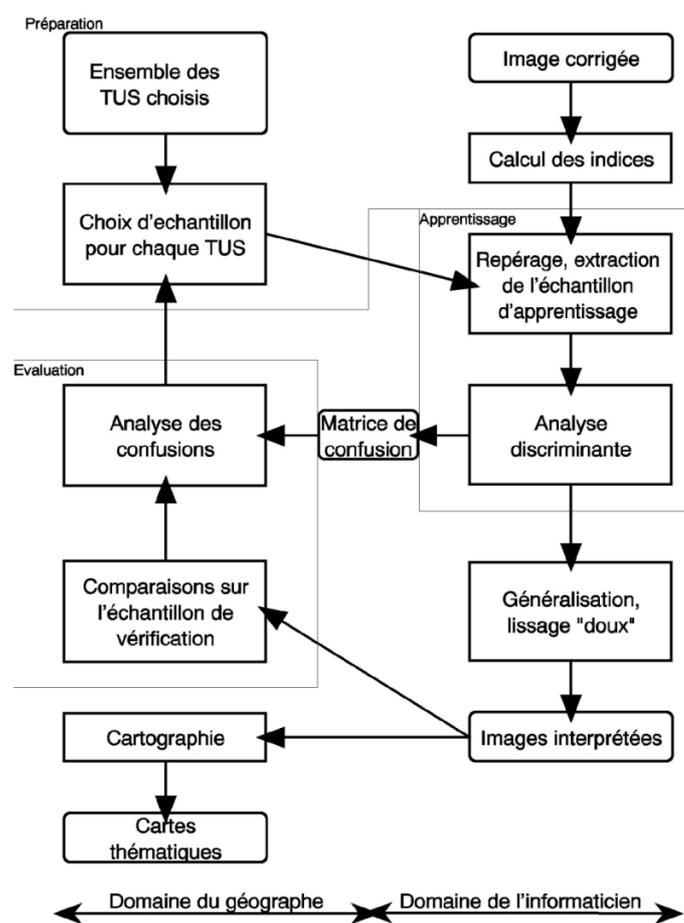
La combinaison Landsat-Spot pourrait permettre une recherche de structure sur ce dernier et une exploitation de la richesse spectrale du premier. D'autres combinaisons peuvent être étudiées avec les nouvelles générations de capteurs.

Sur le plan technique,

- l'extraction des structures permettrait de limiter les confusions entre éléments linéaires et non linéaires, comme il est expliqué plus haut,
- le nombre de taxons n'est peut-être pas optimal, mais comment le faire varier ?
- l'ajout d'une classe de rejet dans la classification supervisée faciliterait la localisation de cas aberrants.

Mais, le nombre de combinaisons de traitement double chaque fois qu'un procédé est ajouté, ce qui rend les recherches exhaustives irréalistes.

Figure 6 : Méthode proposée pour la localisation des friches par télédétection satellitaire



Conclusion : participer à l'observation globale des mutations de l'espace rural

L'étude de l'utilisation du sol et de son évolution (1947 à 1997) dans le sud du Pays d'Auge, engagée postérieurement, constitue un « terrain » d'application de la méthode. Cette étude a permis de dresser un bilan sur l'utilisation de la photographie aérienne et du terrain, et sur le choix de l'unité spatiale de référence. La parcelle cadastrale choisie en raison du lien avec les travaux des historiens¹ ne correspond pas avec la parcelle d'exploitation contemporaine. Celle-ci permettrait une cartographie plus précise (suppression des parcelles mixtes) et une analyse spatiale des évolutions des utilisations du sol (modification des limites par l'exploitant). Le nombre de missions de photographie aérienne est trop faible (périodicité de 12 ans) pour d'une part saisir les phénomènes transitoires (dans un intervalle de deux missions) et d'autre part dater finement les changements. L'analyse des évolutions est donc biaisée. La télédétection satellitaire permettrait de pallier ces manques. Cependant, l'analyse diachronique des utilisations du sol suggère des explications (processus à l'œuvre) qui recourent les résultats précédemment obtenus. La méthode proposée conduit donc à l'identification de facteurs physiques et humains, agissant à plusieurs échelles d'espaces et de temps, concurrents ou coopérants. Au travers des scénarios esquissés, il apparaît que l'évolution de l'utilisation des terres ne s'inscrit pas seulement dans le cadre de l'espace agricole, mais s'insère plus largement parmi les mutations de l'espace rural. Les facteurs et

¹ Recherche interdisciplinaire « Camembert en Pays d'Auge de l'An Mil à l'an 2000 » dans laquelle s'inscrit l'étude sur l'utilisation du sol, pôle « Sociétés et Espaces ruraux », MRSR, Université de Caen.

leurs combinaisons permettent de faire de la prospective, et servent à la gestion de l'espace rural. La méthode s'adapte à l'observation des mutations des sociétés et des espaces ruraux.

BIBLIOGRAPHIE

CALMÈS R., MORICEAU J-M. (1996), Un pôle de référence sur la ruralité, Enquêtes Rurales, n°1, p. 5-7.

FER N. (1993), Friches et télédétection spatiale, Actes de la 2^{ème} réunion du GSTS (Groupement Scientifique de Télédétection Spatiale) sur les changements d'échelle dans les modèles de l'environnement et de la télédétection, Strasbourg, 17-19 mai 1993, p.113-116.

FER N. (1994), La dynamique de la friche dans l'utilisation de l'espace agricole : méthode et résultats (le cas du Pays d'Auge), Thèse de doctorat (2 volumes), Université de Caen.

FER N. (1994), Processus de diffusion de la friche et télédétection, Norois, n°164, p. 657-666.

FER N. (1999), L'utilisation du sol à Camembert de 1947 à 1997, Enquêtes Rurales, n°6, p. 151-158.

MORICEAU J-M., CALMÈS R. (1999), Camembert : un village-observatoire, Enquêtes Rurales, n°6, p.7-14.