

Article

« Évaluation de quelques sources d'erreur dans un inventaire semi-automatisé de l'utilisation agricole du sol : étude de cas à Sainte-Foy »

Alain Dugas et Denis-R. Morin

Cahiers de géographie du Québec, vol. 37, n° 100, 1993, p. 35-48.

Pour citer cet article, utiliser l'information suivante :

URI: <http://id.erudit.org/iderudit/022320ar>

DOI: 10.7202/022320ar

Note : les règles d'écriture des références bibliographiques peuvent varier selon les différents domaines du savoir.

Ce document est protégé par la loi sur le droit d'auteur. L'utilisation des services d'Érudit (y compris la reproduction) est assujettie à sa politique d'utilisation que vous pouvez consulter à l'URI <https://apropos.erudit.org/fr/usagers/politique-dutilisation/>

Érudit est un consortium interuniversitaire sans but lucratif composé de l'Université de Montréal, l'Université Laval et l'Université du Québec à Montréal. Il a pour mission la promotion et la valorisation de la recherche. Érudit offre des services d'édition numérique de documents scientifiques depuis 1998.

Pour communiquer avec les responsables d'Érudit : info@erudit.org

Évaluation de quelques sources d'erreur dans un inventaire semi-automatisé de l'utilisation agricole du sol: étude de cas à Sainte-Foy (Québec)*

Alain Dugas et Denis-R. Morin
Centre d'Applications et de Recherches
Département de géographie
Université de Sherbrooke
Sherbrooke (Québec), J1K 2R1

Résumé

Un inventaire de l'occupation du sol pour chaque terrain agricole peut être produit par le croisement (automatisé) entre une image satellitaire classifiée et une image des terrains, provenant du cadastre numérisé. Trois sources d'erreur sont examinées. L'erreur planimétrique, créée par la «rasteurisation» des polygones-terrain, l'erreur dans les proportions des classes d'occupation du sol due à la résolution spatiale, et l'erreur de la classification elle-même. Les résultats démontrent que chacune de ces erreurs varie en fonction des terrains, donnant des inventaires de qualité inégale. Il est difficile de le corrélérer avec les dimensions des terrains, et de fixer ainsi des dimensions minimales nécessaires au succès de l'inventaire agricole dans un milieu péri-urbain.

Mots-clés: Inventaire d'occupation du sol, terrain, image SPOT-1, classification supervisée, résolution spatiale, superficies, milieu agricole péri-urbain, Sainte-Foy (Québec)

Abstract

Evaluation of certain error sources in the semi-automatic inventory of the agricultural land cover: a case study in Sainte-Foy (Québec)

An inventory of the land cover per individual agricultural plot can be produced by the cross-tabulation of a classified satellite image and an image of plots provided by the digitized land survey of the region. Three sources of error are examined. The planimetric error, created by the rasterization of the ground polygons, the proportional error in the land cover classes due to the spatial resolution and lastly, the classification error itself. The results show that each of these errors varies in relation to the land parcels which produces inventories of unequal quality. It is difficult to correlate them with the plot dimensions, and thus to set the minimal dimensions required to insure the success of the agricultural inventory in a suburban area.

Key Words: Land cover, inventory, plots SPOT-1 image, error, supervised classification, spatial resolution area, suburban agricultural areas, Sainte-Foy (Québec)

Malgré les études effectuées par les chercheurs en télédétection sur le milieu péri-urbain, les échanges véritables entre la communauté scientifique et les partenaires de l'aménagement et de l'urbanisme s'instaurent difficilement (Service technique de l'urbanisme, 1987 et 1989). En effet, la télédétection est souvent perçue par ces derniers comme un outil qui ne manque certes pas d'intérêt, mais dont la performance au niveau des opérations de gestion du territoire reste toujours à prouver (Le Gorgeu, 1984). La présente étude est réalisée à l'intention de, et en collaboration avec des gestionnaires du territoire de la Communauté urbaine de Québec (CUQ) et vise à examiner quelques sources d'erreur d'une méthode d'inventaire de l'occupation du sol par terrain agricole péri-urbain, produit à l'aide de moyens semi-automatisés.

Si l'urbaniste désire un inventaire de l'occupation du sol par terrain¹ agricole (pour vérifications préliminaires par rapport au zonage par exemple), il peut l'obtenir de la façon suivante:

- identification du terrain sur la matrice graphique (cadastre); le terrain s'étend souvent sur plusieurs feuillets;
- localisation du terrain sur une photo aérienne, en se servant de points de repère visibles sur le cadastre et sur la photo;
- interprétation de la photo (et visite du terrain si nécessaire) pour délimiter les classes d'occupation du sol²; ensuite, calcul des superficies par planimétrie.

Cette méthode simple peut être efficace pour une quantité réduite de terrains (ou «unités d'évaluation») et si leurs limites sont visibles sur la photo aérienne. Nous pensons donc à une méthode de remplacement, soit le croisement entre une section du cadastre préalablement numérisé et une image numérique classifiée, amenant à la production d'un inventaire de l'occupation du sol pour chacun des terrains. Les résultats de cette opération sont fonction de différentes sources d'erreur, dont, entre autres, la mise en format matriciel ou «rasteurisation»³ des polygones formant les terrains du cadastre (erreur planimétrique), sa résolution spatiale (erreur dans les proportions des classes) et la classification de l'image numérique (erreur thématique). Nous nous pencherons sur ces trois sources d'erreur, afin de donner aux praticiens des outils d'évaluation de la méthode proposée, ce qui constitue l'objectif global de cette recherche.

TRAVAUX ANTÉRIEURS

Plusieurs recherches ont été effectuées sur la classification agricole au Québec et dans l'Est du Canada, souvent dans un but d'évaluation ou de comparaison des principaux capteurs commerciaux, HRV et TM (Thomson *et al.*, 1983; Bernier *et al.*, 1985; Bernier *et al.*, 1987). Certains travaux se rapprochent un peu plus de la thématique de l'inventaire agricole par terrain, sans toutefois en

traiter directement. Lafrance *et al.* (1989), ainsi que Therrien (1986), se sont servis d'une reproduction graphique du cadastre en superposition (manuelle) à une sortie papier d'image numérique comme appui visuel à l'échelle du lot. Belaid *et al.* (1989) ont intégré les informations cadastrales à une image, lors de travaux sur la segmentation. Enfin, les thèmes reliés aux sources d'erreur ont fait l'objet de nombreuses études. Certains chercheurs, dont Goodchild (1980), ont proposé des modèles pour estimer l'erreur résultant de la «rasteurisation» d'une carte en vecteurs. D'autres se sont intéressés à l'effet de la résolution spatiale sur une classification; notons l'étude de Colomb *et al.* (1985) qui démontre la grande variabilité de cette erreur, selon les classes d'occupation du sol.

SECTEUR D'ÉTUDE ET MÉTHODOLOGIE

Tous les terrains ayant la référence législative 214 de la Loi sur la fiscalité municipale et situés à Sainte-Foy au Québec, en date du 3 août 1988, forment l'échantillon de base, représentatif des terrains agricoles de la région immédiate (banque de données de la CUQ, 1988). Ce sont donc les terrains situés en zone agricole permanente et mis en valeur. Ils se trouvent tous dans le quartier Champigny-Chauveau. Le tableau 1 résume les statistiques de base de la distribution de leurs superficies et de leurs largeurs. Statistiquement, le terrain moyen a une superficie de près de 16 hectares avec une largeur de 126 mètres. La superficie est celle obtenue par planimétrie après numérisation (aire totale du ou des polygones formant l'unité d'évaluation). La largeur est la dimension linéaire d'un côté à l'autre, perpendiculairement à la longueur. Dans le cas de terrains à forme arrondie ou de largeur variable, elle est mesurée à l'endroit jugé le plus représentatif de la largeur moyenne du terrain.

Trois voies distinctes sont utilisées pour l'évaluation de la précision d'un inventaire de l'occupation du sol par terrain tel que proposé. Une première servira à isoler l'effet de la «rasteurisation» sur la superficie initiale du terrain, par catégorie de superficie et par résolution spatiale. Une seconde isolera, cette fois, l'effet de la résolution spatiale sur les proportions des classes d'occupation du sol à l'intérieur d'un terrain, toujours par catégorie de superficie. Et enfin, en troisième lieu, un inventaire par terrain est réalisé avec une image SPOT-1 classifiée.

Tableau 1 Statistiques de base des terrains (n = 165)

Indice	Superficie (ha)	Largeur (m)
Moyenne	15,85	126,36
Médiane	12,15	118,00
Écart-type	13,66	76,53
Minimum	0,06	26,00
Maximum	76,80	750,00

ISOLEMENT DE L'ERREUR PLANIMÉTRIQUE (DUE À LA «RASTEURISATION»)

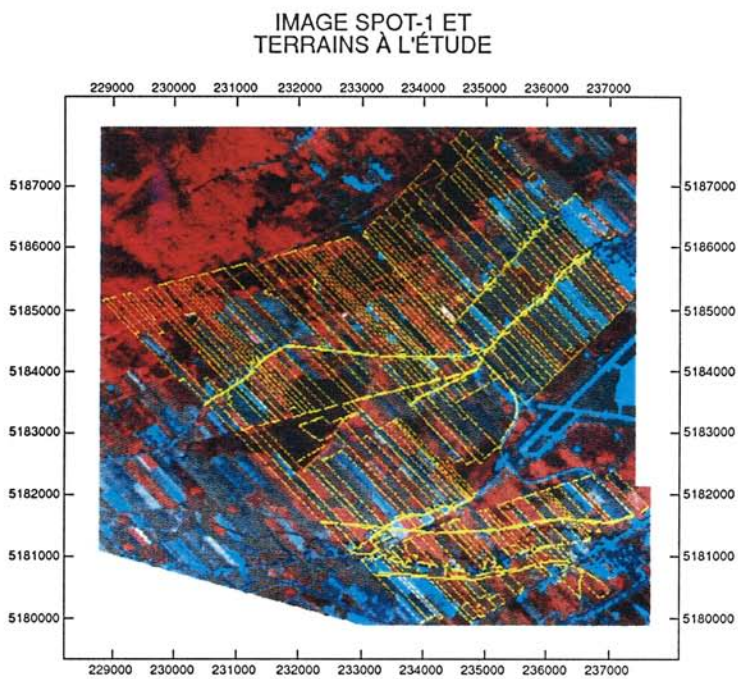
Les limites des 165 unités d'évaluation à l'étude ont été saisies en polygones sur micro-ordinateur. Elles proviennent de 60 feuillets de la matrice graphique de la Communauté urbaine de Québec. Les polygones furent par la suite mis en format image, ou «rasteurisés», aux résolutions spatiales de 4, 12,5, 15, 20 et 25 mètres. Le programme de «rasteurisation» traite les polygones de façon séquentielle, dans le même ordre qu'ils ont été numérisés. Si une frontière est commune, les pixels qui la forment seront assignés au dernier polygone numérisé (ERDAS inc., 1990). Une série de statistiques est produite, donnant les superficies de chacun des 165 terrains après «rasteurisation». Deux variables en sont tirées. La première est la différence en hectares et mise en valeur absolue, entre la superficie d'un terrain après «rasteurisation» et sa superficie originale. La seconde est la même différence, mais en pourcentage. Par exemple, si la superficie d'un terrain de 20 hectares est modifiée de 1 hectare après avoir été «rasteurisée» à une résolution donnée, la variation de superficie en hectares pour ce terrain est de 1 et la variation de superficie en pourcentage est de 5 % (1/20).

ISOLEMENT DE L'ERREUR DANS LES PROPORTIONS DES CLASSES (DUE À LA RÉOLUTION SPATIALE)

Production de la carte d'occupation du sol

Tous les terrains numérisés (polygones) ont été imprimés sur papier, un à un, et envoyés par la poste à leurs propriétaires respectifs, à l'été de 1989. Il était demandé, à chacun des destinataires, de schématiser sur la représentation graphique de leur(s) terrain(s) l'occupation du sol de l'été 1989. Le taux de réponse a avoisiné les 35 % et des visites subséquentes sur les lieux ont permis de valider les informations données par les cultivateurs. Parallèlement à cela, des photographies aériennes en couleurs de notre territoire, à l'échelle 1:20 000 et prises le 24 juin 1989, ont été numérisées avec une caméra vidéo dans les trois canaux de base du spectre visible (rouge, vert et bleu). Les images résultantes ont été corrigées géométriquement dans la même projection que la matrice graphique (Mercator Transverse Modifiée) et assemblées en mosaïque; le pixel correspond à quatre mètres au sol. Cette image a par la suite été saisie sur film par procédé photographique de grande précision, puis imprimée en agrandissement. Le résultat est donc une seule et unique «photographie» aérienne en couleurs corrigée géométriquement, qui servira par la suite de fond cartographique. À l'aide des

Figure 1



Coordonnées MTM (en mètres)

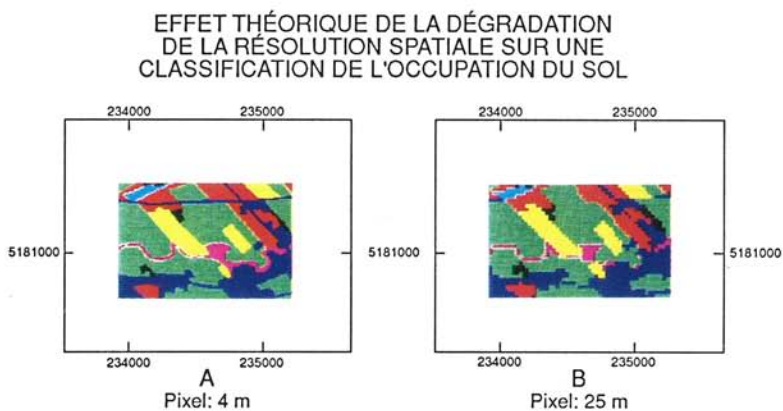
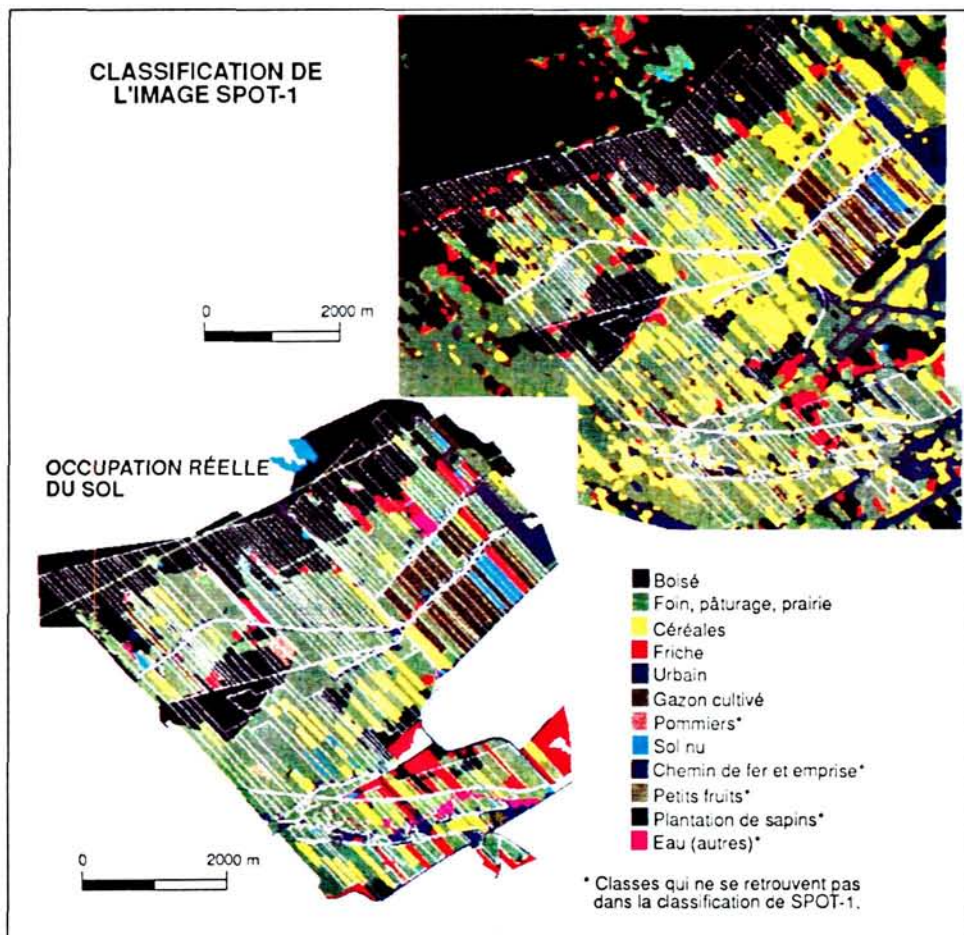


Figure 2



résultats de l'enquête postale, de relevés de terrain et de la photo-interprétation, une carte d'occupation du sol comprenant 12 classes est produite. La carte d'occupation du sol est numérisée, puis «rasteurisée» aux résolutions spatiales de 4, 12.5, 15, 20 et 25 mètres. Sous ce format image, elle représente ce que serait la classification d'une image numérique, comme SPOT-1, avec un taux de bonne classification de 100 % (bas de la figure 1).

Production des données à analyser

Un inventaire de l'occupation du sol par terrain est produit par le croisement (*cross tabulation*) entre cette «classification parfaite» et l'image obtenue par la rasteurisation des 165 terrains, pour chacune des résolutions spatiales ci-haut mentionnées. L'inventaire à quatre mètres étant considéré comme le plus précis, ses statistiques serviront de données de référence pour comparaison avec les inventaires des quatre autres résolutions spatiales. Ce ne sont pas les différences dans les superficies des classes qui seront prises en compte, mais plutôt les différences dans leurs proportions. Nous calculons donc, pour chacun des 165 inventaires, et pour chacune des résolutions spatiales, les moyennes des erreurs de proportion et leurs écarts-types associés. Plus les valeurs de ces variables pour un terrain seront fortes à une résolution donnée, plus l'inventaire de l'occupation de son sol sera biaisé.

Occupation du sol par terrain avec une image SPOT-1

Une image SPOT-1, dont les principales caractéristiques sont présentées au tableau 2, est utilisée pour réaliser l'inventaire de l'occupation du sol par terrain. L'algorithme de l'interpolation bilinéaire a été utilisé pour rééchantillonner la sous-image du territoire étudié à une résolution de 15 mètres par pixel. Les six points de contrôle proviennent du cadastre dans la projection Mercator Transverse Modifiée. L'erreur quadratique moyenne de la correction géométrique est de trois mètres. Enfin, la stratégie et les paramètres de classification de l'image sont présentés à la figure 1. Le choix des classes a été déterminé de concert avec celles de la carte d'occupation du sol déjà réalisée. L'occupation du sol par terrain est produite par l'intersection entre la carte numérique des terrains du cadastre à 15 mètres de résolution (déjà produite), et l'image SPOT-1 classifiée.

Tableau 2 Caractéristiques de l'image SPOT-1

Date	3 juillet 1989
Heure	12h05 (H.A.E.)
Conditions climatiques	ciel clair, 20° C
Capteur	HRV 2
Angle de visée	+17,87°
Bandes	- vert (.50-.59 μm) - rouge (.61-.69 μm) - pr. infra-rouge (.79-.90 μm)
Résolution spatiale brute au sol	20m x 20m approx. tableau 3

RÉSULTATS

Erreur planimétrique (due à la «rasteurisation»)

La «rasteurisation» des polygones-terrains engendre une erreur planimétrique. Le graphique de la figure 2 nous montre que la variation relative moyenne des superficies des 165 terrains à l'étude augmente d'une façon linéaire quasi parfaite, en fonction de la résolution spatiale. Cette variation n'est toutefois pas très importante, se situant sous les 9 % pour les résolutions auxquelles on s'attend d'utiliser les images satellitaires courantes. Notre objectif est maintenant de vérifier s'il y a un lien entre cette source d'erreur et les dimensions des terrains. La figure 3a montre la relation, à 15 mètres, entre la superficie originale des 165 terrains (en x) et la variation de superficie en hectares (en y) de ces mêmes terrains après «rasteurisation». Et à la figure 3b, c'est la largeur des terrains qui est mise en relation avec cette même variation de superficie en hectares. Les coefficients de corrélation respectifs ($r=.27$ et $r=.08$) appuient la démonstration visuelle de liens respectivement faible et inexistant entre les variables. Le seuil de signification de r à une probabilité de 95 %, pour 165 observations et pour 2 variables, est de $r=.154$. Notons que les corrélations demeurent à peu près semblables pour les autres résolutions. Les résultats présentés ci-dessus représentent une source d'erreur qui est inévitable en mode «rasteur» et facilement isolable, même si elle varie beaucoup.

Erreur dans les proportions des classes (due à la résolution spatiale)

Pour isoler l'effet de la résolution spatiale sur les proportions des classes dans l'inventaire de l'occupation du sol d'un terrain, nous tenons constante la performance de la classification. La carte numérique de vérité-terrain représente exactement ce que serait une image bien classifiée à 100 %. Nous postulons ici que la dégradation de la résolution spatiale à 4, 12,5, 15, 20 et 25 mètres par la «rasteurisation» du fichier-polygones d'occupation du sol a le même effet qu'il aurait sur les classifications d'images prises simultanément par le même capteur à ces résolutions, en maintenant l'hypothèse que ces classifications seraient parfaites⁴. Dans les inventaires d'occupation du sol, la différence n'est pas forte

statistiquement (tableau 3). On remarque que, globalement, la moyenne des 165 erreurs moyennes de proportion des classes augmente avec la dégradation du pixel, mais reste faible à toutes les résolutions; même avec un pixel de 25 mètres, elle ne dépasse pas 3 %. L'écart-type devient plus élevé à mesure que la résolution se dégrade, traduisant tout de même un écart croissant dans les pourcentages des classes entre les données de terrain et les données de la classification simulée. Notre objectif est ici de vérifier s'il y a un lien entre les dimensions des terrains et cette deuxième source d'erreur. Outre les dimensions des terrains (superficie et largeur), nous introduisons une autre variable indépendante qui pourrait être explicative, soit le nombre de classes d'occupation du sol à l'intérieur des terrains⁵. Les résultats à 15 mètres, démontrent que les terrains ayant les plus petites superficies sont généralement ceux dont l'erreur moyenne dans les proportions des classes est la plus élevée; $r = -0.322$. Mais il n'y a pas de lien entre l'écart-type de cette erreur et la superficie des terrains, avec $r = -0.109$.

Tableau 3 Erreur moyenne et écart-type moyen dans les proportions des classes, par résolution spatiale (n = 165 terrains)

Résolution (m)	12,5	15	20	25
Variable				
Erreur moyenne	1,40	1,61	2,22	2,96
Écart-type moyen	0,68	0,76	1,15	1,55

Occupation du sol par terrain (image SPOT-1)

Un inventaire de l'occupation du sol a été produit, pour chaque terrain, à l'aide d'une image SPOT-1 classifiée; la superposition des couches d'information (image satellite et image des terrains) s'est avérée très précise. Notre objectif est de peser l'ampleur de la classification comme source d'erreur, dans le contexte d'un inventaire par terrain. Les meilleurs résultats de classification ont été obtenus avec l'utilisation de l'algorithme du maximum de vraisemblance avec probabilités a priori ajustées, et un filtre post-classification modal de dimension 7x7 (le pixel est assigné à la classe dominante, s'il y en a une, d'une fenêtre de 7x7 pixels dont il est le centre). Pour comparaison, les taux de classification exacte obtenus avec d'autres approches sont regroupés dans le tableau 4. La matrice de confusion (tableau 5) nous montre un taux de classification exacte de 64,8 % sur l'ensemble du territoire (figure 1). À remarquer que certaines classes d'occupation réelle du sol n'ont pas leur équivalent dans la classification, mais elles couvrent une superficie minime (2,4 % du territoire): ce sont les classes «pommiers», «chemin de fer + emprise», «petits fruits», «plantation de sapins» et «autres». La classification des céréales contribue spécialement à cette mauvaise performance. Les zones céréalières ne couvrent en réalité que 5,3 % du territoire, mais elles ont été surestimées par la classification à 14,9 %; un ajustement trop à la baisse des probabilités a priori (fixées à 4 %) avait pour conséquence d'éliminer les céréales aux mauvais endroits. Les céréales, à la date où l'image a été prise (3 juillet), sont fraîchement levées dans

la majorité des cas. Leurs signatures spectrales sont très proches de celle du foin le plus immature (qui comprend le pâturage) et de celle du gazon cultivé, rendant la classification très mauvaise à plusieurs endroits.

Tableau 4 Résultats de la classification selon diverses techniques

Algorithme	Filtre modal (dimensions)	Taux de bonne classification (en %)
Max. vrais.(a)	3x3	62,2
Max. vrais.(a)	5x5	64,0
Max. vrais.(a)	7x7	64,8
Max. vrais.(a)	9x9	64,6
Distance minimum	7x7	54,2
Dist. mahalanobis	7x7	55,5
Max. vrais.(b)	7x7	54,9

(a): maximum de vraisemblance, probabilités a priori ajustées
(b): probabilités a priori égales pour toutes les classes

Les résultats de la classification à l'intérieur de chaque terrain sont très variables, allant d'une précision de 0 % à 100 % selon les cas avec un écart-type de 26,6 %. Trois raisons peuvent expliquer le résultat d'inventaires à précision nulle (6 terrains sur 165). La première: les dimensions sont vraiment trop petites; c'est le cas de deux terrains couverts seulement par un ou quelques pixels, qui, même s'ils sont bien classés au départ, sont éliminés par le filtre post-classification (selon les cas). La deuxième: la classification est très mauvaise à ces endroits. Et la troisième: il s'y trouve un type d'occupation du sol pour lequel on n'a pas créé de classe (ex: petits fruits dans la vérité-terrain n'a pas d'équivalent dans la classification).

DISCUSSION

Impact des erreurs sur l'inventaire de l'occupation du sol par terrain

Les trois sources d'erreur examinées dans le cadre de cette étude ont un impact fort inégal sur l'inventaire de l'occupation du sol par terrain. La première, la «rasteurisation» des polygones-terrains du cadastre, entraîne une erreur planimétrique inévitable (à moins d'utiliser un système en mode quadtree⁶). Nous avons démontré qu'elle est très variable et peut être considérable dans certains cas. Toutefois, même si cela constitue une étape supplémentaire dans la réalisation de l'inventaire de l'occupation du sol, il est possible d'effectuer un réajustement approximatif des superficies des classes pour chaque terrain, puisque les superficies des polygones-terrains avant «rasteurisation» sont disponibles.

Tableau 5 Matrice de confusion de la classification de l'image SPOT-1

Classification	Boi	F/pât/pr	Cér	Fri	Urb	Gazon	Sol nu	Eau	Total
Vérité-terrain									
Boisé	,241	,012	,001	,011	,000	,001	—	—	,266
F/pât/pr*	,014	,297	,079	,008	,004	,029	—	,000	,431
Céréales	,001	,019	,029	,000	,002	,002	—	—	,053
Friche	,003	,040	,005	,013	,001	,003	,000	—	,065
Urbain	,003	,025	,013	,001	,030	,004	,000	—	,076
Gazon cultivé	,000	,011	,015	—	,001	,033	—	—	,060
Sol nu	,002	,011	,001	,000	,004	,002	,005	—	,025
Pommiers	,000	,002	,003	—	—	,000	—	—	,005
Cf/emp*	—	,003	,001	—	,000	,001	—	—	,005
Petits fruits	—	,001	,000	—	,000	,000	—	—	,001
Sapins cultivés	,000	,001	—	,000	—	—	—	—	,001
Autres	,002	,004	,002	,001	,002	,001	—	,000	,012
Total	,266	,426	,149	,034	,044	,076	,005	,000	1,000

*F/pât/pr : foin, pâturage, prairie

*Cf/emp : chemin de fer + emprise cadastrale

Bien classé : $,241 + ,297 + ,029 + ,013 + ,030 + ,033 + ,005 = ,648 = 64,8 \%$

La deuxième source d'erreur étudiée, soit l'erreur dans les proportions des classes (due à la résolution spatiale), est négligeable si on prend pour acquis que la simulation effectuée rend bien compte de la réalité. Ainsi, quelle que soit la résolution spatiale de l'image à classer entre 4 et 25 mètres, les classes d'occupation du sol devraient être représentées sensiblement dans les mêmes proportions, dans l'inventaire d'un terrain.

La troisième source d'erreur, enfin, est de loin la plus importante: la classification de l'image numérique. La seule image disponible sans nuage et presque simultanément avec les photos aériennes, a été prise à une date (3 juillet) se situant en dehors du créneau temporel idéal pour l'identification des principales cultures au Québec par télédétection (Bernier *et al.*, 1986, l'ont estimé comme s'étendant entre la mi-juillet et la fin août). On a tout de même obtenu des taux de classification exacte de 80 à 100 % sur l'inventaire de 61 terrains sur 165. Cela laisse deviner qu'inversement, même si on avait une très bonne classification d'ensemble avec une autre image prise à une date plus favorable, l'inventaire de certains terrains serait imprécis. Il y a toujours des thèmes qui sont moins bien classés que les autres. Il suffit que des terrains regroupent une bonne proportion de ces derniers, et les inventaires auront à nouveau une précision inégale.

Dimensions des terrains: quelles sont les limites?

Nous avons pu établir une légère corrélation entre la superficie (mais pas la largeur) des terrains et les sources d'erreur étudiées. Il serait donc difficile de justifier scientifiquement l'exclusion d'une classe de superficies de terrains d'un inventaire, sur le seul critère des erreurs de superficies engendrées par la

«rasteurisation», et des erreurs de proportions des classes dues à la résolution spatiale. Toutefois, certains éléments dans le processus même de classification suggèrent des limites logiques. Par exemple, le niveau de confiance pour l'inventaire de l'occupation du sol d'un terrain qui n'est couvert que par un seul pixel est extrêmement bas, puisque la nature de ce pixel sera tributaire de son environnement. Le filtre post-classification (si on en applique un, et peu importe sa dimension) pourrait changer la classe de ce pixel si elle est différente de celle des pixels qui l'entourent.

CONCLUSION

Il serait hasardeux de réaliser des inventaires fiables de l'occupation du sol par terrain agricole avec, comme moyen unique, une image satellitaire classifiée. La performance de la classification, même si elle était excellente dans l'ensemble, devrait aussi et surtout être de qualité égale pour tous les thèmes d'occupation du sol; sinon, il y a risque de retrouver les thèmes moins bien classés en forte concentration dans quelques terrains, biaisant ainsi leur inventaire d'occupation du sol. La qualité et l'exactitude des inventaires deviennent donc fort inégales.

Deux autres sources d'erreur sont aussi à prendre en considération. Une erreur planimétrique est créée par la mise en format image des polygones-terrains, nécessaire à la production semi-automatisée de l'inventaire. Nous avons vu qu'elle varie passablement d'un terrain à l'autre (faiblement corrélée avec la superficie des terrains), mais elle augmente en moyenne linéairement avec la dégradation de la résolution spatiale à laquelle on réalise les inventaires. L'autre source d'erreur qui a été examinée est associée à la résolution spatiale de l'image. Une simulation nous a démontré que les proportions des classes dans l'inventaire de l'occupation du sol d'un terrain ne changent que très peu, en moyenne, avec la dégradation de la résolution spatiale, de l'image avant classification. Encore une fois, il est difficile de corrélérer cette erreur avec les superficies des terrains; nous avons tenté de découvrir un lien avec la largeur des terrains et le nombre de classes d'occupation du sol qu'ils contiennent, mais sans plus de succès. Il existe donc quelques obstacles à la réalisation d'inventaires fiables d'occupation du sol par terrain agricole avec la méthode proposée, mais la superficie des terrains n'en est pas un. Il n'y a pas de raison valable d'exclure les petites superficies (de l'ordre d'un quart d'hectare) de l'inventaire.

NOTES

* Nous remercions le Conseil de recherches en sciences naturelles et génie (CRSNG, projet OGP0005252) pour l'aide financière apportée. Merci également au Service d'aménagement du territoire de la Communauté urbaine de Québec, qui a collaboré étroitement à ce projet, à l'Union des producteurs agricoles (syndicat de Fossambault) et, enfin, à madame Lise Charbonneau de l'Université de Sherbrooke.

1 Tout «terrain» qui fait l'objet d'une évaluation foncière est nommé comme tel. En aménagement et urbanisme, il est aussi appelé «unité d'évaluation». Ne pas confondre ces

- deux synonymes avec la parcelle d'occupation du sol, qui est une portion de terrain de même culture ou de même nature. Un terrain abrite, dans la majorité des cas, plusieurs parcelles.
- 2 L'occupation du sol, ou couverture du sol, fait référence à l'aspect physique du terrain, à sa nature même et non à son utilisation qui, elle, demande une interprétation (Bonn *et al.*, 1989). Par exemple, le boisé, qui couvre le sol en un endroit, peut être utilisé comme aire de coupe, comme érablière, ou à des fins touristiques, etc.
 - 3 Le terme «rasteurisation» : *gridding* ne fait toujours pas partie de la langue française, même s'il est utilisé fréquemment dans les publications francophones. Nous l'employons pour désigner la mise en format matriciel, ou en «rasteur», de données vectorielles.
 - 4 Cette situation est créée (artificiellement) uniquement dans le but de maintenir le résultat de classification constant.
 - 5 Le nombre de classes par terrain est pris comme indicatif du nombre de parcelles d'occupation du sol par terrain.
 - 6 Le *quadtree*, ou «structure de données en arbres quadratiques», redivise les pixels dans les zones hétérogènes, diminuant ainsi l'effet d'escalier sur la frontière entre deux polygones «rasteurisés». N'est utilisé que dans certains SIG. (systèmes d'information géographique). Ne s'applique pas au traitement d'images.

BIBLIOGRAPHIE

- BELAID, M. A., THOMSON, K.P.B., EDWARDS, G. et BEAULIEU, J.-M. (1989) Segmentation d'image SPOT intégrée à l'information cartographique en vue de l'établissement de la carte d'utilisation du sol au Maroc. *Comptes rendus: IGARSS/12^e Symposium canadien de télédétection*, Vancouver, 10-14 juillet, pp. 56-59.
- BONN, F., CHARBONNEAU, L. et BROCHU, R. (1989) Analyse de l'utilisation du sol à partir des données SPOT et TM: aspects méthodologiques. *Télédétection en francophonie*, éd. AUPELF-UREF, John Libbey Eurotext, Paris, pp. 83-92.
- BERNIER, M., THERRIEN, M., DESMARAIS, C. et LAFRAMBOISE, P. (1985) Évaluation des données de l'instrument thématique (*thematic mapper*) à des fins d'utilisation en agriculture au Québec. *Comptes rendus du 5^e Congrès de l'Association québécoise de télédétection*, Chicoutimi, 22-24 mai, pp. 87-104.
- BERNIER, M., THERRIEN, M. et DUPONT, O. (1986) Les données de l'instrument thématique (TM) de Landsat: des outils valables pour la cartographie du milieu agricole du Québec. *Comptes rendus du 10^e Symposium canadien de télédétection*, Edmonton, 5-8 mai, pp. 661-672.
- BERNIER, M., DUPONT, O., CARIGNAN, M. et CIHLAR, J. (1987) Évaluation des données de SPOT pour l'agriculture au Québec. *Comptes rendus du 11^e Symposium canadien sur la télédétection*, Waterloo, 22-25 juin, pp. 155-163.
- COLOMB, R.G., KENNARD, W.C. et CIVCO, D.L. (1985) The effect of spatial resolution on automated classification of land use and cover. *Comptes rendus du 5^e Congrès de l'Association québécoise de télédétection*, Chicoutimi, 22-24 mai, pp. 503-525.
- COMMUNAUTÉ URBAINE DE QUÉBEC (1988) Banque de données informatisée.
- ERDAS Inc. (1990) *Erdas Core vol. 1*, Atlanta (Ga.), 258 p.
- ERDAS Inc. (1990) *Field Guide*, Atlanta (Ga.), 410 p.
- GOODCHILD, M. F. (1978) Statistical aspects of the polygon overlay problem. *Harvard papers on geographic information systems*, vol. 6, Addison-Wesley, Reading (Mass.)
- LE GORGEU, J.-P. (1984) Applications potentielles du satellite SPOT en aménagement et urbanisme. *Métropolis 84; Symposium international des grandes métropoles*, Paris, 10-12 octobre.
- LAFRANCE, P., DUBOIS, J.-M. et CARIGNAN, M. (1989) Méthode efficace et peu coûteuse de cartographie des cultures par télédétection satellitaire. *Comptes rendus: IGARSS/12^e Symposium canadien de télédétection*, Vancouver, 10-14 juillet, pp. 813-815.

-
- QUÉBEC (1989) *Loi sur la fiscalité municipale*, Publications CCH/FM, 370 p.
- SERVICE TECHNIQUE DE L'URBANISME (1989) *Téledétection Satellitaire en Urbanisme et Aménagement*, Centre National d'Études Spatiales, Paris, 59 p.
- SERVICE TECHNIQUE DE L'URBANISME (1987) *Urbanisme et Téledétection Satellitaire*. Centre National d'Études Spatiales, Paris, 75 p.
- THERRIEN, M. (1986) *Quelques applications de la téledétection à l'agriculture*. Document interne, ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation du Québec, Québec, 12 p.
- THOMSON, K.P.B., BERNIER, M., TEILLET, P., HORLER, D. et GOSSELIN, C. (1983) Évaluation des capteurs TM, MSS et HRV pour estimer la superficie du maïs dans le contexte canadien. *Comptes rendus du 8^e Symposium canadien de téledétection et du 4^e Congrès de l'Association québécoise de téledétection*, Montréal, 3-6 mai, pp. 343-352.

(Acceptation finale en avril 1992)