

Détermination de la taille de l'unité d'échantillonnage à l'aide de l'imagerie satellitaire et de l'analyse variographique dans le cadre des inventaires d'occupation du sol en milieu agricole et forestier

FOURNIER Ph.¹, GEROYANNIS H.² & GODARD V.³

Mots clefs : Analyse spatiale ; Échantillons ; Inventaires ; Occupation du sol ; Sondages spatiaux ; Télédétection ; Variogrammes

Depuis le milieu des années 80, un grand nombre d'inventaires régionaux de statistiques agricoles utilisent les sondages spatiaux associés aux données satellitaires. Celles-ci sont utilisées pour améliorer les résultats d'estimation de superficie et/ou pour les cartographier. Dans le cadre des sondages spatiaux, l'unité d'échantillonnage est appelée segment. Elle a une taille non nulle, qui doit être définie en fonction de l'hétérogénéité du paysage. En milieu agricole, l'expérimentation (FOURNIER *et al.* 1988) a montré qu'un segment calé sur la taille moyenne des exploitations assurait un compromis satisfaisant entre : représentativité des différentes cultures, temps d'enquête et précision des estimations. En revanche, en milieux forestiers ou en milieux faiblement anthropisés, il n'existe pas d'information analogue permettant de calibrer le segment sur une quelconque organisation des paysages. Toutefois, certaines caractéristiques des secteurs à inventorier peuvent être perçues grâce à une analyse variographique des données télédéteçtées.

¹Direction Régionale de l'Agriculture et de la Forêt d'Ile de France - 18, avenue Carnot, 94234 Cachan Cedex, France

²Centre d'Analyse et de Mathématique Sociale (CAMS) de l'École des Hautes Études en Sciences Sociales (EHESS) - 54, boulevard Raspail, 75270 Paris Cedex 06, France

³Université de Paris 8 & Centre de Biogéographie-Écologie URA 1514 CNRS - Le Parc, 92211 Saint Cloud Cedex, France

Le variogramme et la dépendance spatiale

Présente depuis les années 70 dans les Sciences de la Terre, l'analyse variographique est un des outils de la géostatistique utilisé pour analyser la dépendance spatiale des échantillons entre eux. Son utilisation sur des données satellitaires est plus récente, elle date des années 80. Elle a essentiellement servi à calibrer l'espacement des unités d'échantillonnage (CURRAN 88). Rappelons que les données satellitaires sont spatialement corrélées. Cela signifie que les voisins immédiats d'un pixel tiré au hasard lui sont en général plus ressemblant que des voisins plus lointains. Cette dépendance spatiale reflète l'extension des zones homogènes qui marquent les paysages à inventorier, son étude doit donc permettre de calibrer les segments d'enquête. Pour connaître les distances caractérisant les changements de paysage, on tire un échantillon de points et l'on compare chaque point à son voisinage immédiat puis sur des distances de plus en plus grandes et cela dans un certain nombre de directions. On en tire une variance par distance et par direction que l'on représente en général à l'aide d'une courbe, le variogramme. La formule pour calculer cette variance est la suivante :

$$\gamma (D,d) = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \frac{(y_{i+d} - y_i)^2}{2}$$

où y_i est la valeur radiométrique du premier point tiré au hasard, y_{i+d} la valeur radiométrique du deuxième point du couple pris à une distance "d" de y_i dans la direction "D". La recherche des points d'inflexions sur la courbe informe des ruptures dans la dépendance spatiale, et donc dans la continuité des paysages. Des segments dont la taille est calée sur ces distances doivent permettre une prise en compte satisfaisante des paysages de la zone d'étude.

Les données d'étude

Les milieux sur lesquels ont été réalisés les variogrammes se situent en France au Sud du Bassin Parisien sur quatre sites : deux à dominante agricole et deux à dominante forestière. Pour chaque site

de cinq kilomètres de côté, nous avons étudié les données numériques des trois canaux bruts du capteur HRV de SPOT (KJ 40-252, 1er mai 1986) ainsi que deux néo-canaux, l'indice de végétation et l'indice de brillance. Nous avons retenu cette image d'archive pour comparer la taille des segments estimée par analyse variographique, avec celle utilisée par le SCEES avec ces mêmes données (FOURNIER *et al.* 1988). Pour calculer les variogrammes, la dépendance spatiale est analysée sur quatre directions (N-S, E-W, NW-SE et NE-SW) et sur des distances qui n'excèdent pas la moitié des sites d'étude.

Résultats et discussion

Dans un premier temps, pour chaque site et par canal nous avons réalisé le variogramme global des quatre directions. Celui-ci permet d'éliminer rapidement les canaux inutilisables car aspatiaux ou au contraire dotés d'une variance continue et croissante (CURRAN 88). Une analyse plus fine par direction peut être entreprise si la dépendance spatiale se révèle nettement anisotropique. Il ressort de l'analyse du variogramme global que pour les quatre sites, l'indice de végétation est le canal le plus systématiquement exploitable, car après une croissance rapide à l'origine, la courbe s'infléchit et décrit un plateau. Cela signifie que la diversité radiométrique et donc thématique croît rapidement sur les premières dizaines voire centaines de mètres et qu'ensuite cette diversité s'estompe. Continuer de s'éloigner du point origine n'apporte plus d'informations supplémentaires significatives. La rupture de pente sur le variogramme marque ainsi la dimension moyenne du parcellaire agricole ou des peuplements homogènes forestiers. C'est donc une taille pertinente pour caler le segment. Comme on pouvait s'y attendre, il existe une différence assez nette entre les points d'inflexions des milieux forestiers et ceux des milieux agricoles. La distance significative est d'environ 400 à 450 m sur les secteurs agricoles, alors qu'elle ne varie que de 140 à 260 m sur les secteurs forestiers.

Conclusion

L'analyse variographique a porté sur deux secteurs agricoles et deux secteurs forestiers du sud du Bassin Parisien en France. Les distances, lues sur les variogrammes, sont logiquement différentes d'un paysage à l'autre et, à titre de comparaison, elles indiquent que la taille des unités d'échantillonnage (720 m de côté), utilisée en 1986 par le Service Centrale des Enquêtes et Études Statistiques français lors d'un inventaire agricole, est surdimensionnée (de + de 300m) dans cette région par rapport à la diversité des paysages. Par ailleurs, une évaluation, également à la baisse, de la taille du segment a été constatée lors d'une précédente étude en milieu naturel tropical (GODARD 1994). Il convient maintenant d'affiner par d'autres études les possibilités de l'analyse variographique en matière d'optimisation de l'ajustement de la taille des unités d'enquête aux caractéristiques des paysages.

Références bibliographiques

- CURRAN (PJ) - 1988 - The Semivariogram in Remote Sensing: An Introduction. *Remote Sensing of Environment*. 24 : 493-507.
- FOURNIER (Ph), GEROYANNIS (H), GILG (JP) - 1988 - Évaluation des surfaces des cultures annuelles et inventaire du territoire dans le Bassin Parisien par combinaison des enquêtes statistiques classiques et des données SPOT (PEPS 127). SPOT-1. Utilisation des images, Bilan, Résultats. Paris 23-27 novembre 1987. Toulouse, Cépadués éd. : 251-259.
- GODARD V. - forthcoming - Apport de l'analyse variographique pour déterminer la taille et l'espacement des unités d'échantillonnage lors d'un inventaire d'occupation du sol en milieu naturel. *Bulletin de la SFPT*. 94-4 (136).