

## OBSERVATOIRE DE LA QUALITÉ DES SOLS AGRICOLES DU QUÉBEC

MICHEL ROMPRÉ<sup>1</sup>

## RÉSUMÉ

L'inventaire des problèmes de dégradation des sols agricoles du Québec a permis de constater que la monoculture en continue de plantes annuelles, selon les régions actuelles, impose des contraintes au sol occasionnant différentes formes de dégradation. L'Observatoire de la qualité des sols agricoles du Québec donne suite à cet inventaire; à l'intérieur d'un réseau de sites protégés et permanents, on étudie différents systèmes de production et de régions qui sont le fruit d'une réflexion régionale et traduisent un besoin à combler en assurant un suivi de la qualité des sols, du rendement, de la qualité des récoltes ainsi que de la qualité des eaux de drainage.

L'Observatoire opère à travers des sites d'une superficie minimale d'un hectare permettant la réalisation de parcelles de grande dimension (minimum 0.25 hectare) pouvant être travaillées avec de la machinerie conventionnelle, utilisée à l'échelle des champs. À chacun des sites, une prairie permanente sert de traitement de référence pour fins de comparaison avec les systèmes de production mis sous observation durant l'expérience.

Mots clés: Observatoire, sites, qualité des sols

## INTRODUCTION

Le sol est un milieu vivant, une ressource naturelle non renouvelable qu'il faut utiliser de façon rationnelle. Plusieurs organismes s'intéressent aux sols et aux moyens de les protéger, de les conserver, de les exploiter de façon optimale. Selon Robert, 1992 environ 22% des sols de la planète sont cultivables; les autres sont trop chauds, trop secs, trop froids, gelés ou encore trop accidentés. Selon ARDA (1961-1967), il y a au Québec 2,36 millions d'hectares de sols de catégorie A (classe 1,2 et 3) c'est-à-dire des sols aptes à produire des grandes cultures sans trop de limitations. Le recensement de 1991 donne 1,6 million d'hectares en culture pour le Québec dont environ 500,000 hectares (excluant les sols organiques) sont consacrés à la monoculture.

Certaines régions de culture et systèmes culturaux appliqués au Québec créent des problèmes environnementaux et dégradent le sol. Le concept d'une agriculture durable et soucieuse de son environnement, une plus grande conscientisation du milieu à cet égard et la publication des résultats de l'inventaire des problèmes de dégradation des sols agricoles (Tabi et al., 1990) qui a permis de constater que la monoculture impose des contraintes au sol occasionnant une détérioration de la structure, une diminution de la

matière organique, de l'acidification, de l'érosion, de la surfertilisation et de la pollution par les métaux lourds, sont autant de facteurs qui ont éveillé l'intérêt de la communauté qui est aujourd'hui consciente de l'importance d'assurer un suivi de l'évolution de la qualité des sols sous diverses conditions agro-climatiques.

**Mais, qu'est-ce qu'un sol de bonne qualité ?** Il peut y avoir autant de réponses qu'il y a d'intervenants et de centres d'intérêts. Selon Moen et al., 1986, un sol de bonne qualité n'implique pas de contrainte d'utilisation par l'homme, la plante et l'animal... Angers, 1993 rapporte les définitions de l'institut Rodale de Pennsylvanie et de Larson et Pierce et, assoie la définition de la qualité des sols sur trois concepts fondamentaux qui sont la productivité, la durabilité et la capacité du sol à servir de filtre ou tampon environnemental; il admet cependant qu'il est difficile d'obtenir un consensus sur une liste de propriétés minimales pour l'évaluation de la qualité des sols.

Pour toutes ces raisons, un projet devait être mis en place non seulement pour évaluer la qualité des sols mais, suivre l'évolution dans le temps de cette dernière. L'approche développée et retenue à cet fin, c'est l'Observatoire de la qualité des sols agricoles du Québec.

## DÉFINITION ET OBJECTIFS

L'observatoire c'est un réseau de sites protégés, établis et maintenus en permanence dans les diverses régions agricoles du Québec sur des sols représentatifs. Les objectifs sont de suivre l'évolution de la qualité des sols cultivés sous l'influence des activités humaines propres à chaque région incluant principalement les pratiques et régions agricoles et, proposer des correctifs appropriés aux diverses situations. L'étude consiste pour l'essentiel dans la prise à intervalles réguliers de mesures permettant d'évaluer les propriétés physiques, chimiques et biologiques du sol, les rendements des cultures, la qualité des récoltes ainsi que l'effet sur l'environnement de certaines pratiques. L'évolution des caractéristiques du milieu dans le temps permet de juger de la valeur et de la durabilité des systèmes étudiés. Cette étude devrait aussi permettre l'énoncé de solutions correctrices aux problèmes ou difficultés observés.

## MISE EN OPÉRATION ET FONCTIONNEMENT

Le projet "Observatoire de la qualité des sols agricoles du Québec" a été amenée par le Dr. Marton

<sup>1</sup> Service des Sols, MAPAQ, 2700, rue Einstein Sainte-Foy, Québec G1P 3W8

Tabi, directeur du Service des sols au MAPAQ pour donner suite à l'inventaire des problèmes de dégradation des sols agricoles du Québec (Tabi et al., 1990). Initié par des réunions informelles avec des intervenants de différents milieux et l'étude de systèmes en opération en Europe et plus particulièrement en France (Martin, 1989), l'Observatoire a vraiment pris son envol avec l'élaboration des "statut et structure" en septembre 1991.

L'Observatoire compte 14 sites répartis dans six régions agricoles du Québec (figure 1). Les organismes participants et quelques caractéristiques de chacun des sites sont donnés au tableau 1. Ce projet à long terme repose sur la participation active et intéressée des collaborateurs et, la diversité des organismes participants assurent une multidisciplinarité essentielle au bon fonctionnement du projet.

La figure 2 décrit de façon schématique l'organisation et le fonctionnement de l'Observatoire: un coordonnateur provincial assure la coordination du projet; un comité scientifique et technique établit les critères pour le choix des sites, détermine le programme minimum de mesures et d'observations à

réaliser, exerce une fonction de consultation et d'interlocuteur auprès du coordonnateur provincial et aide les coordonnateurs régionaux dans l'orientation des travaux; ces derniers ont la gérance des sites au niveau régional; ils sont à la tête d'une équipe régio-

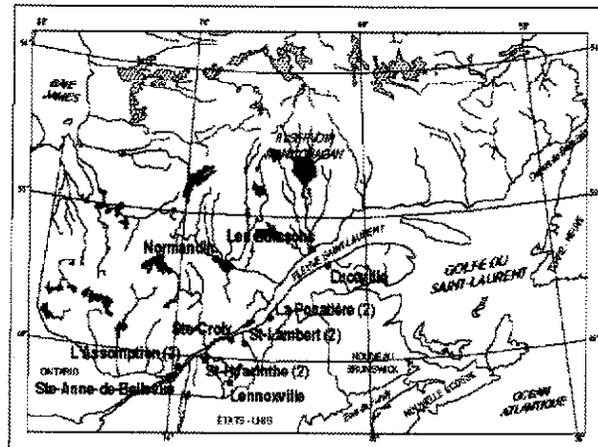


Figure 1: Localisation des sites de l'Observatoire de la qualité des sols agricoles du Québec (décembre 1994)

Tableau 1 : Observatoire de la qualité des sols agricoles du Québec (localisations, organismes et quelques caractéristiques)

Localisation (région)	Organisme*	Série	Texture	Drainage	Classification	Topographie	Matériau originel	Superficie (ha)
Sainte-Anne de la Pocatière (01)	MAPAQ	Kamouraska	A-Ao	Mal drainé	GHO	Plat ou presque plat	Marin	30 000
Sainte-Anne de la Pocatière (01)	AAAC	Saint-André	LSgr	Bien à très rapidement drainé	PHFO	Pente très douce à modérée (vaionnée)	Glacio marin	47 000
Sainte-Luce (01)	MFO	Luce et Saint-Pacôme	L-LS	Mauvais à très mauvais	GH	Pente très faible	Alluvion de cordons littoraux	500
			SL-LS	Rapidement à très rapidement	C	Pente très douce (inclinaée)	Fluvio marin	10 000
Saint-Lambert (02) 2 sites	MAPAQ	Le Bras	L-LI	Mal drainé	GO	Plat ou presque plat	Marin	2 000
Sainte-Croix (02)	Univ. Laval	Joly et Pleton	A-LLA	Imparfaitement drainé	BGO	Plat à pente très douce	Résiduel	6 500
			LA-A	Mal drainé	GHO	Plat	Résiduel	3 000
Lennoxville (05)	AAAC	Sheldon et Coaticook	LS-LLI	Moderément bien à imparfaitement drainé	PHFO	Pente douce ou modérée (vaionnée)	Fluviale, lacustre	23 000
			L-LA	Bien à imparfaitement drainé	PHFG	Plat à pente douce	Lacustre	16 000
Saint-Hyacinthe (06)	MAPAQ	Du Jour	L-LA	Mal drainé	GO	Presque plat à pente douce	Cordon glaciaire ou fluviale	7 000
Saint-Hyacinthe (06)	MAPAQ	Du Contour	LS-L	Mal drainé	GHO	Presque plat à pente très douce	Cordon glaciaire ou fluviale	5 000
L'Assomption (10)	MAPAQ	Saint-Laurent	LLA-LA	Imparfaitement drainé	LBGG	Plat à pente très douce	Fluvio lacustre	18 000
L'Assomption (10)	MAPAQ	Soulanges et Saint-Damase	LS-S	Imparfaitement drainé à mal drainé	PHFG	Plat	Fluviale	14 000
			SL-LS	Imparfaitement drainé	PHFG	Pente très douce	Fluvio marin	40 000
Sainte-Anne de Bellevue (10)	Univ. McGill	Saint-Bernard et Châteauguay	LS-L	Bien à imparfaitement drainé	BMO	Presque plat à pente douce (vaionnée)	Till remanié	46 000
			LA-LLA	Moderément à imparfaitement drainé	BMEG	Plat à pente très douce (vaionnée)	Till remanié	17 000
Normandin (12)	AAAC	Alma et Taillon	L	Imparfaitement drainé	GLO	Presque plat à plat	Lacustre	25 000
			L	Bien drainé	BDE	Pente modérée à très douce (vaionnée)	Lacustre	42 000
Les Buissons (12)	MAPAQ	Les Buissons	LS-SL	Bien à modérément bien drainé	Nd	Presque plat	Détaché	Nc

\* : MAPAQ : Ministère de l'Agriculture, des Pêches et de l'Alimentation

: AAAC : Agriculture et Agroalimentaire Canada

: MFO : Ministère des Forêts du Québec

Nd : non disponible

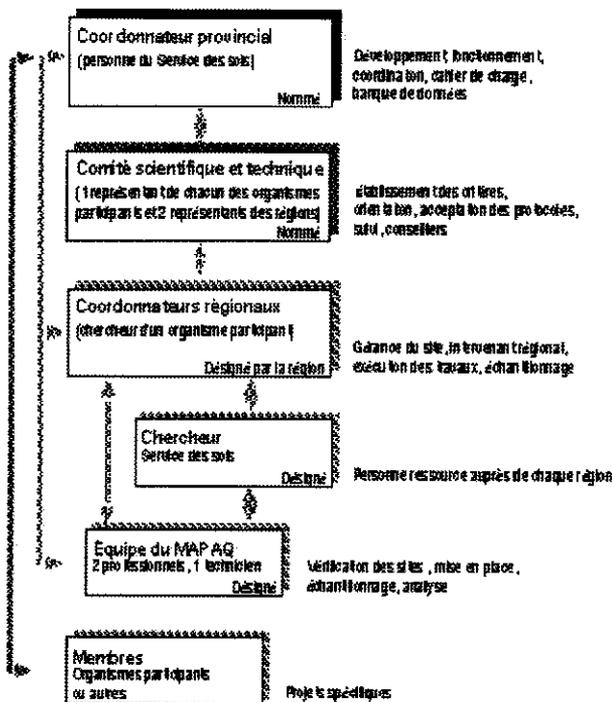


Figure 2: Les intervenants et leurs rôles dans l'Observatoire de la qualité des sols agricoles du Québec.

nale qui a élaboré les protocoles expérimentaux et qui veille à la bonne marche des travaux, leur publicité et leur diffusion auprès de la clientèle; les chercheurs sont des membres des organismes participants et agissent comme consultants et interlocuteurs auprès des coordonnateurs régionaux; les membres, ce sont les personnes ci-haut mentionnées et toutes autres personnes qui veulent réaliser un ou des projets spécifiques dans le cadre de l'Observatoire en autant que les dits projets soient présentés et acceptés par le comité scientifique et technique.

### PROTOCOLES EXPÉRIMENTAUX

Les sites retenus et décrits brièvement au tableau 1 sont tous situés sur des fermes expérimentales et/ou des stations de recherche provinciales, fédérales ou universitaires. La possibilité d'opérer des sites sur des terres de la couronne et/ou des particuliers est écartée pour l'instant en raison de considérations liées à la facilité d'exécution des travaux, la disponibilité de personnel, la protection des sites, la réalisation à moindre coûts et autres contraintes liées à l'exploitation de tels sites.

Dans un premier temps, des pédologues du Service des sols se sont assurés de l'homogénéité des sites par une visite sur le terrain et un échantillonnage. Les sites devaient avoir une superficie minimale d'un hectare et les parcelles constituantes assez grandes pour être travaillées avec de la machinerie agricole utilisée à l'échelle réelle; de plus, chaque

site devait nécessairement inclure une prairie permanente (fumure minérale d'entretien) servant à la fois de traitement de référence et de témoin pour fins de comparaisons. L'énumération qui suit décrit brièvement les protocoles à l'essai dans les différents sites de l'Observatoire de la qualité des sols agricoles du Québec. Dans la majorité des cas, les antécédents cultureux sont des productions fourragères ou céréalières cultivées en rotation, exception faite des sites de Sainte-Luce et de Les Buissons où les sols n'ont connu d'autres cultures que celles qui y sont pratiquées présentement.

1. Les deux sites de La Pocatière ont le même protocole. Il s'agit de deux sites d'agriculture biologique où on étudie dans un système de prairies (rotation de 4 ans) différents apports de fumures organiques (purin, fumier, compost).
2. La pépinière de Sainte-Luce produit des plants d'épinettes blanches (rotation 2 ans). On cherche à valoriser un sol sableux plus ou moins grossier tout en conservant une bonne qualité de plants par des traitements tels que: fumure minérale, tourbe aux deux ans, tourbe et compost, compost et argile, compost et BRF (bois raméaux fragmentés), BRF.
3. À la station de Saint-Lambert, un site est consacré à un système de prairies (rotation 4 ans) avec différents apports de fumures organiques (fumier de bovins laitiers, lisier de porcs, lisier de bovins) et l'autre site cultivé selon une rotation de céréales d'automne et de céréales de printemps fertilisées avec différentes fumures organiques (lisier de porcs, lisier de bovins, fumier de bovins) et exposés à un travail du sol complet ou au passage d'une charrue du type chisel.
4. À la ferme Joseph Rhéaume de Sainte-Croix de Lotbinière, un site sera opérationnel à partir du printemps 95. L'évolution des propriétés du sol lors d'une rotation typique de maïs sucré où on intervient avec une fumure minérale courante et des boues de désencrage fraîches et compostées sera étudiée.
5. À la station de Lennoxville, les monocultures de maïs grain et de céréales (rotation de 4 ans) sur un retour de prairie de 1, 2, 3 et 4 ans avec une combinaison fumure minérale et organique (lisier) sont réalisées en situation de travail complet du sol et de semis direct.
6. À la station de Saint-Hyacinthe, deux essais sont en cours. Le premier compare dans une rotation de cinq ans (maïs grain, maïs grain, soya, céréale) certains travaux du sol après la récolte (charrue à versoir, charrue sclarifcatrice, charrue sclarifcatrice en alternance avec un travail avec la charrue à versoir) et la pratique culturale sur billon. Le second étudie avec la même séquence culturale, différents apports de fumure organo-miné-

rale; il s'agit de fumier de bovins, de lisier de porcs, de fumure minérale et une séquence boue d'usine d'épuration, compost, pulpe de pommes et engrais verts.

7. À la station de l'Assomption, deux projets sont en cours. Pour un, dans un système de rotation de six ans (maïs grain, maïs grain, orge, blé d'automne, soya), on compare le semis direct avec le mode de travail conventionnel (labour à l'automne et préparation du lit de semence au printemps) sous un régime de fertilisation suivant les recommandations du CPVQ (comportant 170 Kg et 140 Kg de N/ha). Pour l'autre, une séquence typique de producteur laitier (maïs grain, maïs grain, orge, orge-luzerne, luzerne, luzerne-mil, mil-luzerne) est étudiée; la période d'application des fumures organiques (pré semis au printemps, post levée, à l'automne...) de même que la gestion des résidus de récolte (récoltés, enfouis...) sont considérées dans l'étude.
8. À la station agricole du Campus MacDonald, on compare l'effet sur les sols d'une monoculture de maïs dans des conditions de travail complet du sol à celui d'une monoculture de maïs et d'une rotation courte maïs-soya, réalisées sans travail du sol (semis direct).
9. À la station de recherche de Normandin, on s'intéresse à la production de céréales (orge) en continue et en rotation (orge, orge-luzerne, mil) combinée à des fumures minérales ou organiques et différentes régies des résidus de récoltes.
10. À la station Les Buissons sur la Côte Nord, une étude est réalisée avec cinq types différents de rotation dans la culture de la pomme de terre.

## ÉCHANTILLONNAGE ET TRAITEMENTS STATISTIQUES

Les parcelles sont suffisamment grandes pour procéder à la prise de mesures, et la réalisation d'échantillonnages permettant de suivre l'évolution des propriétés physiques, chimiques et biologiques du sol à l'intérieur de chacune des parcelles. Des comparaisons peuvent ensuite être faites entre les parcelles. Les places-échantillons sont distantes d'au moins 20 mètres ce qui permet de les considérer comme des répétitions c'est-à-dire, des données spatialement indépendantes les une des autres en ce qui concerne les propriétés physiques, chimiques et biologiques du sol (Cipra et al., 1972, Vauclin, 1982). La figure 3 illustre un dispositif expérimental et montre la répartition des places-échantillons; il y en a au moins quatre par parcelle et elles sont échantillonnées à trois profondeurs: 0-20cm dans quel cas, on n'échantillonne que le matériau se référant à la couche de labour; 20-40cm qui comprend le matériau immédiatement sous la couche de labour jusqu'à une profondeur

possible de 40cm et, 40-60cm qui est échantillonnée de façon systématique sans distinction de couche.

Une analyse de variance des propriétés (teneur en sable, limon et argile) est faite afin de vérifier si les sols sont semblables et forment des populations homogènes. Lorsque les parcelles sont homogènes, elles peuvent servir pour fins de comparaisons des divers traitements considérés par une analyse de variance univariée (ANOVA). Un écart type égal ou supérieur à  $2\mu$  pour une probabilité égale ou inférieure à 5 pour cent sera retenu comme base du rejet des données à valeur extrême afin d'éviter que leur présence dans un groupe restreint ait un poids anormalement élevé sur les conclusions (Lison, 1968, Snedecor et Cochran, 1971). Pour connaître la variation très locale et tester l'homogénéité des variances, un sur-échantillonnage au niveau 0-20 cm est fait dans 3 des 4 places-échantillons. Une zone tampon de 5 mètres entre les parcelles est respectée pour éviter l'effet de bordure sur les traitements. L'échantillonnage est effectué lorsque le projet est initié (temps 0) et répété à tous les 5 ans par la suite afin de suivre l'évolution des propriétés dans le temps. La mesure des rendements est effectuée aux mêmes

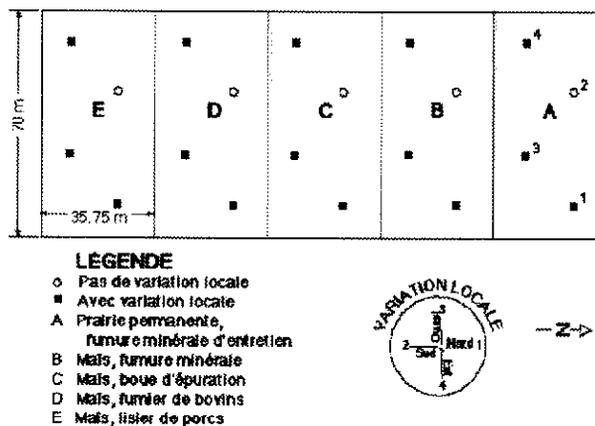


Figure 3: Observatoire de la qualité des sols agricoles du Québec (site de Saint-Hyacinthe, série du Contour).

places-échantillons et selon la méthode préconisée par la Régie de l'assurance récolte du Québec (RARQ). À chaque année, on prélève un échantillon de sol composite des parcelles témoins (prairies permanentes) lesquelles nécessitent une fertilisation minérale d'entretien calculée à l'aide du progiciel SILAC.

## ANALYSES

La cartographie des sols de chaque site est effectuée à partir des échantillonnages de sols prélevés et des observations effectuées sur le terrain; elle correspond approximativement à une carte à l'échelle de 1:5000 e. Une description détaillée d'un profil de

sol est faite ainsi qu'un plan topographique de chacun des sites. Le comité scientifique et technique a établi une liste d'analyses à effectuer obligatoirement à chaque site:

**analyses physiques:** Granulométrie, densité, porosité, % d'humidité, stabilité des agrégats, DMP

**analyses chimiques:** pH (H<sub>2</sub>O, CaCl<sub>2</sub>, NaF), pH tampon, éléments assimilables (K, Ca, Mg...) Mélich 3, carbone organique, N total, NH<sub>3</sub> & NO<sub>3</sub> (KCl 2N) P, K... totaux, métaux lourds (totaux)

**analyses biologiques:** arginine, carbone de la biomasse, potentiel de minéralisation, activité enzymatique: phosphatase alcaline et acide, uréase.

La plupart des méthodes d'analyses utilisées sont décrites dans le cahier des méthodes d'analyse du CPVQ (AGDEX 533); pour les autres, les décisions sont à prendre. Le Service des sols est responsable des analyses considérées comme essentielles alors que le chercheur et/ou l'organisme dont il fait parti prend à sa charge les analyses plus spécifiques nécessitées par un projet particulier. Certaines de ces analyses se feront sur une base annuelle pendant que d'autres ne seront répétées qu'à tous les cinq ans.

## CONCLUSION

L'inventaire des problèmes de dégradation des sols agricoles du Québec (Tabi et al., 1990) a démontré à quel point nos sols étaient fragiles. Comment évaluer, maintenir et relever la qualité des sols que l'on exploite? Voilà l'objet de l'Observatoire de la qualité des sols agricoles du Québec qui à l'intérieur de régions et de pratiques culturelles représentatives de la réalité régionale examinera dans le temps l'interrelation entre le sol, son milieu et les façons culturelles.

Depuis le printemps 93, l'Observatoire n'a pas cessé de progresser; à ce jour, il compte quatorze sites réparti dans six régions agricoles. Les séries de sol sur lesquelles les différents sites sont établis représentent quelques 350,000 hectares de terres en culture au Québec. L'Observatoire est un projet "participatif", multidisciplinaire qui offre aux chercheurs un réseau intéressant pour des projets plus spécifiques qui pourraient graviter autour de la qualité des eaux de drainage, du suivi des herbicides, pesticides..., des phénomènes d'érosion, de la vie dans le sol, de la qualité de l'environnement, etc..

Assurer une qualité aux sols, c'est assurer la pérennité de cette ressource non renouvelable et en ce sens, les années à venir seront garantes de l'importance de ce projet.

## RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- Angers, D. 1993. La qualité des sols : définition et concepts. Agrosol, décembre. vol. 6, no 2.
- ARDA, 1965. Inventaire des terres du Canada. Rapport no 2.
- Cipra, J. E. et al., 1972. Variation with distance in selected fertility measurements of pedons of Western Kansas Ustoll. Soil Sci. Soc. Am. J., vol. 36(111-118).
- CPVQ, 1993. Méthodes d'analyse des sols, des fumiers et des tissus végétaux. AGDEX 533.
- Lison, L., 1968. Statistique appliquée à la biologie expérimentale. J. Soil Water Con. 30:283-286.
- Martin, S., 1989. Observatoire de la qualité des sols. Objectifs et modalités d'action.
- Moen, JET, J. P. Cornet and CWA Evers, 1986. Soil protection and remedial actions : criteria for decision making and standardization of requirements. IN : Contaminated Soil, JW Assink and WJ van den Brink (eds), Dordrecht. Martinus Nijhoff publ.
- Observatoire de la qualité des sols agricoles du Québec. Statut et structure, 1991. Service de recherche en sols, MAPAQ.
- Robert, M. 1992. Le sol ressource naturelle à préserver pour la production et l'environnement. Cahier Agriculture, 1:20-34.
- Snedecor, G. W. et W. G. Cochran, 1971. Méthodes statistiques, Association de coordination. Fond National de développement agricole, 149 rue de Berry - 75 Paris 12e, 650 pp.
- Tabi, M. et al., 1990. Inventaire des problèmes de dégradation des sols agricoles du Québec. Rapport synthèse. MAPAQ. Publ. No 90-130156, 71 pp.
- Vauclin, M., 1982. Méthodes d'étude de la variabilité spatiale des propriétés d'un sol. INRA Publ. 1983. (Les Colloques de l'INRA, no 15) pp 8-45.