

Département de géographie  
Université de Montréal

**Évaluation environnementale des stratégies d'investissement des  
producteurs agricoles de la région de Montréal en regard des  
changements climatiques.**

**Rapport de recherche**

Un projet dirigé par  
Pierre ANDRÉ et Christopher BRYANT  
professeurs, département de géographie, Université de Montréal, et membres du  
Groupe de recherche sur l'adaptation aux changements environnementaux (GRACE)

et  
financé par le  
Fonds d'action sur les changements climatiques du Canada

Mai 2001

## **Équipe de recherche et de rédaction**

### *Responsables du projet :*

Pierre André, professeur agrégé  
Christopher Bryant, professeur titulaire

### *Chercheurs collaborateurs :*

Bhawan Singh, professeur titulaire  
Jean-Pierre Thouez, professeur titulaire

### *Assistante de recherche :*

Soumaya Frej, M.Sc., candidate au doctorat

### *Auxiliaires de recherche :*

Geneviève Beaulac, B.Sc., candidat à la maîtrise  
Mikaël Berthelot, M.Sc., agent de recherche  
Jean-Philippe Brassard, B.Sc., candidat à la maîtrise  
Denis Granjon, M.Sc., candidat au doctorat

# Table des matières

<b>RÉSUMÉ EXÉCUTIF</b>	<b>III</b>
<b>INTRODUCTION</b>	<b>1</b>
<b>CHAPITRE 1</b>	<b>4</b>
<b>ÉVOLUTION DU CLIMAT LOCAL ET IMPACT SUR LES CULTURES</b>	<b>4</b>
<b>1.1 Méthodologie</b>	<b>4</b>
1.1.1 Modèles climatiques utilisés	6
1.1.2 Cultures étudiées	6
1.1.3 Modèles de culture et effet fertilisant du CO <sub>2</sub>	8
1.1.4 Période de référence	9
<b>1.2 Validation des modèles de culture</b>	<b>10</b>
<b>1.3 Nature et implication des changements induits par l'augmentation du CO<sub>2</sub> ambiant</b>	<b>10</b>
1.3.1 Changement des facteurs agroclimatiques	10
1.3.2 Changement des rendements des cultures	12
<b>1.4 Faiblesses et limites des modèles et prédictions</b>	<b>15</b>
<b>1.5 Conclusion sur l'évolution du climat et impact sur les cultures</b>	<b>17</b>
<b>CHAPITRE 2</b>	<b>18</b>
<b>PORTRAIT AGRICOLE EN MONTÉRÉGIE, SECTEUR OUEST</b>	<b>18</b>
<b>2.1 Localisation de la zone d'étude</b>	<b>18</b>
<b>2.2 Caractéristiques biophysiques</b>	<b>21</b>
<b>2.3 Profil agricole de la Montérégie ouest</b>	<b>25</b>
2.3.1 Les exploitations agricoles	25
2.3.2 La main d'œuvre agricole	26
2.3.3 Le capital agricole	26
2.3.4 La superficie des exploitations agricoles	27
2.3.5 L'irrigation et le drainage des sols	29
2.3.6 Types de productions	30
2.3.6.1 Culture céréalière	31
2.3.6.2 Culture maraîchère	34
<b>2.4 Dommages et assurances</b>	<b>38</b>

<b>CHAPITRE 3</b>	<b>43</b>
<b>LE POTENTIEL D'ADAPTATION DES PRODUCTEURS</b>	<b>43</b>
<b>3.1 Réflexions sur les indicateurs pour évaluer la capacité d'adaptation aux changements climatiques des producteurs.</b>	<b>43</b>
3.1.1 Développement des indicateurs	43
3.1.2 Présentation des indicateurs potentiels	49
<b>3.2 L'adaptation de l'agriculture aux changements et à la variabilité du climat. Stratégies d'adaptation et indicateurs d'adaptabilité</b>	<b>53</b>
3.2.1 L'adaptation et l'adaptabilité	53
3.2.2 L'adaptation de l'agriculture : approche méthodologique	54
3.2.3 Des indicateurs génériques de l'adaptabilité	54
3.2.4 Les stratégies d'investissement agricole et l'adaptabilité	55
3.2.5 L'adaptabilité des exploitants agricoles	56
<b>CONCLUSION</b>	<b>59</b>
<b>BIBLIOGRAPHIE</b>	<b>62</b>
<b>ANNEXE 1 : QUESTIONNAIRE</b>	<b>67</b>
<b>ANNEXE 2 : COMPTE-RENDU DE L'ATELIER SUR L'ADAPTATION DES PRODUCTEURS AGRICOLES AUX CHANGEMENTS CLIMATIQUES DU 22 MARS 2001</b>	<b>83</b>
<b>ANNEXE 3 : CRITÈRES DE CLASSIFICATION DES INDICATEURS SELON LEUR POTENTIEL D'ADAPTATION</b>	<b>88</b>

## Résumé exécutif

### Évaluation environnementale des stratégies d'investissement des producteurs agricoles de la région de Montréal en regard des changements climatiques.

#### INTRODUCTION

Le secteur agricole a subi de profondes transformations au cours des vingt dernières années. Celles-ci dépendent d'un ensemble de facteurs interdépendants qui constituent autant de dimensions d'un environnement décisionnel qui ne cesse de se complexifier et qui demande de la part des producteurs une adaptation continue. Les changements dans ces forces et conditions qui influencent l'agriculture se caractérisent par leur ampleur (volume, intensité...), leur fréquence, leur durée, leur imprévisibilité et leur envergure géographique. C'est en tenant compte de cette adaptation à un milieu sans cesse en mutation que nous désirons aborder la question de l'impact des changements climatiques.

#### BUT DE L'ÉTUDE

*Évaluer dans quelles mesures les stratégies d'investissement des producteurs agricoles pour les prochaines années pourraient être adaptées à la variabilité et au changement climatique anticipé.*

Les recherches précédentes menées par GRACE et d'autres chercheurs canadiens sur la question des changements climatiques, de l'agriculture et de l'adaptation ont entre autres mis en évidence :

- la multidimensionnalité de l'environnement décisionnel des producteurs agricoles,
- l'imprévisibilité des conditions climatiques dommageables,
- les efforts des producteurs afin de maintenir ou d'augmenter leur part de marché dans un monde de plus en plus compétitif,
- la faible importance de la considération climatique dans l'environnement décisionnel des producteurs malgré la grande susceptibilité de plusieurs cultures aux changements climatiques anticipés.

Les experts en agriculture et changement climatique sont conscients des modifications importantes qui affectent les climats régionaux. La littérature scientifique canadienne et internationale identifie la diversité des adaptations agricoles possibles aux impacts du climat. Leur existence et leur prise en compte dans les stratégies d'investissement dépendent des caractéristiques locales de production, du climat et du sol, mais surtout de la vision qu'ont les producteurs de l'avenir de leur entreprise et du marché qu'ils veulent occuper.

Nous postulons que, consciemment ou inconsciemment, les stratégies d'investissements des producteurs agricoles tiennent compte des conditions et des événements climatiques des dernières années, et qu'elles sont ainsi adéquates pour affronter les changements climatiques anticipés.

Ce projet contribuera de façon significative à l'étude de l'adaptation du secteur agricole aux changements climatiques, un thème jugé prioritaire par les gouvernements fédéral et provincial.

## **MÉTHODOLOGIE DE RECHERCHE**

La méthodologie proposée est basée sur le modèle conceptuel appliqué au développement communautaire local. Nous postulons que :

- l'espace géographique est un contexte social composé d'actions à multiples échelles (fédérale, provinciale, locale, de la ferme...);
- les actions entreprises par les producteurs répondent aux multiples sources de stress, contraintes et opportunités liées à leurs désirs, à l'évolution du marché et aux conditions de l'environnement;
- l'analyse de la dynamique de la ferme et du dynamisme du producteur permet de comprendre et d'évaluer les stratégies de croissance et de développement des entreprises agricoles.

Aux fins de la présente recherche, nous nous concentrerons sur la région agricole Montérégie ouest (16), reconnue comme les jardins du Québec.

Les étapes de méthodologie sont les suivantes :

- acquisition des connaissances sur l'évolution des pratiques, des investissements agricoles et des demandes d'indemnisation par les producteurs,
- entrevues structurées auprès de 30 producteurs agricoles représentant un éventail de la diversité des entreprises,
- identification (typologie) des stratégies d'investissement des producteurs par l'analyse des entrevues,
- évaluation en regard des changements climatiques des stratégies d'investissement identifiées par une méthode rapide de type groupe de travail (incluant des producteurs, des ONG, des experts du climat, des experts en agriculture...).

## **CONCLUSION ET RECOMMANDATIONS**

Les changements climatiques auront des conséquences certaines sur l'industrie agricole du Québec. Les modèles les plus récents prévoient des modifications importantes des caractéristiques agroclimatiques pour la région étudiée, notamment

une hausse de la longueur de la saison de croissance (LSC), des unités thermiques maïs (UTM) et des degrés-jours de croissance (DJC), qui se traduit par un temps de maturation plus court, et une diminution du stress hydrique sous un climat 2xCO<sub>2</sub>.

Ces changements dans les caractéristiques agroclimatiques influenceront sur les cultures. Cependant, les résultats divergent. Pour toutes les études, une augmentation du CO<sub>2</sub> devrait entraîner la diminution des rendements du tournesol et du soya. Selon El Maayar (1999), toutes les cultures devraient voir leur rendement diminuer, la pomme de terre et les céréales-C3 étant les moins affectées, les fèves et le maïs l'étant le plus. Selon Singh et Stewart (1991), Singh *et al.* (1996; 1998) et El Maayar *et al.* (1997), les rendements des céréales-C4 et de la pomme de terre devraient augmenter de façon importante, et ceux des céréales-C3, des oléagineuses, des légumineuses, des cultures spéciales et des cultures végétales augmenter de façon moins importante ou diminuer. Malgré ces divergences, il s'avère nécessaire de maximiser le potentiel d'adaptation des producteurs aux changements et à la variabilité du climat.

L'évolution du climat qui se traduit dans des changements des conditions météorologiques n'est qu'un des nombreux facteurs que le producteur doit intégrer dans son environnement décisionnel. Cette évolution demeure à ce point incertaine quant à son impact local que cet élément décisionnel semble relégué loin derrière l'évolution du marché. Cependant, compte tenu que les producteurs sont attentifs de façon continue à la météo pour choisir leurs variétés, adapter leur système d'irrigation, protéger leurs cultures et procéder à la récolte, nous avons formulé l'hypothèse que *les producteurs agricoles intègrent la variabilité du climat dans leurs stratégies d'investissement et, par conséquent, leur potentiel d'adaptation en regard de la variabilité et des changements climatiques est d'or et déjà élevé*. Nous avons donc mis au point une démarche afin de vérifier cette hypothèse, et nous l'avons appliquée à une région productrice du Québec.

La démarche développée se fonde sur l'identification d'indicateurs d'adaptation. L'adaptation comprend plusieurs processus : la reconnaissance des changements dans l'environnement décisionnel et leur évaluation en terme d'importance pour l'exploitation agricole, l'évaluation des stratégies d'adaptation pour faire face à ces changements au besoin et l'intégration de stratégies sur la ferme. Elle implique des changements dans les activités poursuivies et les façons de faire afin de maintenir ou d'améliorer les 'résultats' des activités. On l'associe de plus en plus avec la réduction de la vulnérabilité aux stress. Par ailleurs, nous référerons au terme d'adaptabilité, la capacité d'une exploitation agricole et de l'exploitant (et du système agricole en général) de s'ajuster aux stress et même de l'anticiper. L'adaptabilité est aussi multi-dimensionnelle, avec des dimensions culturelles, biophysiques, financières...

Suite à une analyse de la littérature et à la tenue d'un atelier multidisciplinaire mené auprès d'experts régionaux, plusieurs indicateurs ont été identifiés. Ceux-ci se concentrent sur les réponses potentielles des producteurs aux pressions environnementales et à l'état de l'environnement biophysique de la ferme. Ils se regroupent sous divers enjeux : la gestion de l'eau et du sol, la gestion des intrants,

ainsi que la formation et le développement des capacités. Soulignons que le potentiel d'adaptation évalué présume de la bonne santé des entreprises; une entreprise en mauvaise situation financière ou dans l'incapacité de rembourser sa dette ne peut d'office survivre aux changements climatiques qui nécessitera vraisemblablement de nouveaux investissements. Pour chacun des indicateurs, des variables ont été identifiées. Les données qualitatives ou quantitatives sont obtenues par sondage auprès des producteurs car l'adaptation dépend pour une large part des pratiques individuelles, des stratégies d'investissement passées et prévues. Un indice du potentiel d'adaptation a été élaboré. Il consiste en la somme non pondérée du potentiel de chacune des variables retenues pour décrire les indicateurs, transformée sur une échelle de 1 (faible potentiel d'adaptation) à 3 (fort potentiel d'adaptation). Nous avons tenté d'attribuer une pondération à ces variables, mais ceci s'avérait impossible dans l'état actuel des recherches. Les indices permettent de porter un jugement sur le potentiel d'adaptation d'un secteur agricole ou d'une région.

La méthodologie développée a été appliquée à titre expérimental dans la région agricole Montérégie ouest, auprès de producteurs céréaliers et maraîchers. Cette région agricole est l'une des plus importantes du Québec en matière de production et de rendements. Trente producteurs ont été interviewés, quinze par secteur. L'échantillonnage a été bâti à partir du réseau de contact auprès de l'Union des Producteurs agricoles et d'autres associations ou syndicats de producteurs. Essentiellement de type boule-de-neige, il se veut aucunement représentatif de la région; nous avons plutôt cherché à maximiser la variabilité entre les stratégies de production de façon à avoir un éventail d'adaptation.

Dans l'ensemble, les producteurs interrogés possèdent un potentiel moyen à élevé pour affronter la variabilité du climat. L'enquête démontre que l'adaptabilité est multidimensionnelle. De plus, si ce sont des préoccupations économiques et financières qui prévalent, ceci ne veut pas dire que ces mêmes stratégies soient aussi pertinentes pour accroître l'adaptabilité des exploitations aux changements et à la variabilité climatiques (ex. la diversification des productions, une meilleure gestion des intrants et des fertilisants en particulier). C'est dans ce sens que nous suggérons que l'adaptation de l'agriculture aux changements et à la variabilité climatiques doit être perçue comme une conséquence de la gestion des risques en général.

Bien que ce projet soit exploratoire, nous soutenons que l'adaptabilité varie entre les exploitants. Les indicateurs proposés suggèrent qu'il y aura certainement une variabilité entre régions agricoles dû entre autres aux conditions agroclimatiques, ainsi qu'à la culture et aux pratiques régionales.

Cette recherche comporte un certain nombre de limites. Tout d'abord, la démarche se fonde uniquement sur le volet réponse du modèle pression – état – réponse. Nous n'avons pas pris en compte l'impact de la production agricole sur l'environnement en général, ou sa contribution à l'émission de gaz à effet de serre. La prise en compte du système dans son ensemble nous semble encore inabordable. Ensuite, l'indice du potentiel d'adaptation développé ne tient compte que d'un nombre restreint de variables

et assume l'égalité quant à la contribution de chacune d'elles à l'indice. À cause des très courts délais de recherche, imposés entre autres par un automne exceptionnel qui a empêché la réalisation des entrevues auprès des producteurs dans les délais prévus, et par le fait même déplacé vers la toute fin du projet l'atelier de travail, nous n'avons pas été en mesure de pondérer chacune des indicateurs de façon satisfaisante. De plus, l'indice actuel n'est pas robuste dans la mesure où l'on ne pourrait pas le reprendre intégralement pour de futures recherches; néanmoins, nous croyons avoir entre nos mains la base conceptuelle d'un outil au fort potentiel. Finalement, ne nous pouvons pas nous servir de cette étude pour conclure au bon ou mauvais potentiel d'adaptation des producteurs, notre échantillonnage étant volontairement non représentatif des entreprises en Montérégie, mais reflétant plutôt une diversité de situations.

Force est d'admettre que de plus amples recherches sont nécessaires pour apprécier le potentiel d'adaptation des producteurs sur la base de leurs stratégies d'investissement. Nous formulons donc les recommandations suivantes :

- que la démarche élaborée soit raffinée notamment quant au choix des indicateurs pertinents et à leur pondération en un indice du potentiel d'adaptation;
- qu'une évaluation de cette démarche améliorée soit menée auprès d'un groupe conseil de chercheurs canadiens sur l'adaptation et l'agriculture;
- que soit menée une évaluation représentative d'un contexte régional spécifique afin d'apprécier la capacité d'adaptation régionale.

Dans cette optique, il nous apparaît que de miser dans la recherche future sur l'identification et la validation des indicateurs d'adaptabilité, et l'analyse de la variation régionale, voire entre communautés agricoles, représente une des avenues de recherche les plus prometteuses; elle permettrait d'anticiper des situations caractérisées par un haut niveau de vulnérabilité et de cibler les interventions pour réduire la vulnérabilité de l'agriculture face aux conditions changeantes.

## Introduction

Depuis l'ère pré-industrielle, les concentrations atmosphériques du CO<sub>2</sub> et des autres gaz à effet de serre (GES - méthane, oxyde nitreux, CFC, etc.) ont augmenté de façon inquiétante. Depuis la fin du 18<sup>e</sup> siècle, où elle atteignait 280 ppm, la concentration de CO<sub>2</sub> s'est accrue de 31% (IPCC 2001). Les principaux responsables de cette augmentation rapide des concentrations de GES sont les activités industrielles, principalement l'émission de combustibles fossiles, et les changements d'utilisation du territoire, en particulier la déforestation. Selon les meilleurs estimés, la concentration de CO<sub>2</sub> devrait atteindre 540 à 970 ppm en 2100 (IPCC 2001).

Cette augmentation des concentrations des GES devrait produire un forçage radiatif qui aura pour effet de réchauffer le climat. Ce réchauffement devrait être, à l'échelle de la planète, de 1,4 °C à 5,8 °C en 2100 (IPCC 2001). Le réchauffement devrait être plus important en hiver dans les latitudes moyennes, et il devrait entraîner d'autres changements climatiques comme une augmentation des précipitations à l'échelle globale de 15% en hiver et 5% en été (Jaeger, 1988). Ces changements du climat devraient provoquer des modifications des facteurs agroclimatiques comme les unités thermique maïs (UTM), les degrés jours de croissance (DJC), la longueur de la saison de croissance (LSC) et les ressources hydriques (Singh et Stewart, 1991).

Puisque l'agriculture est sensible au climat (Smit, 1993) et aux conditions environnementales (Singh *et al.* 1996), de tels changements climatiques, provoqués par une hausse du CO<sub>2</sub> et des GES, devraient entraîner des modifications de la croissance et du rendement des cultures. L'effet des changements climatiques sur les cultures peut se faire de façon indirecte, par la modification des facteurs agroclimatiques, ou direct, par l'effet fertilisant associé à une hausse du CO<sub>2</sub> ambiant. En effet, une augmentation du CO<sub>2</sub> devrait avoir pour effet de stimuler la photosynthèse, réduire la respiration, réduire l'ouverture stomatique et changer le mécanisme de répartition des assimilats. Globalement, la combinaison de ces effets de l'augmentation du CO<sub>2</sub> aurait pour conséquences une augmentation des rendements des cultures (El Maayar, 1999).

Le secteur agricole a subi de profondes transformations au cours des vingt dernières années, l'évolution du climat n'en étant qu'une parmi tant d'autres. Ces transformations dépendent d'un ensemble de facteurs inter-reliés qui constituent autant de dimensions d'un environnement décisionnel qui ne cesse de se complexifier et qui demande de la part des producteurs une adaptation continue. Les changements dans ces forces et conditions qui influencent l'agriculture se caractérisent par leur ampleur (volume, intensité...), leur fréquence, leur durée, leur imprévisibilité et leur envergure géographique. C'est en tenant compte de cette adaptation à un milieu sans cesse en mutation que nous désirons aborder la question de l'impact des changements climatiques.

Les recherches précédentes menées par le Groupe de recherche sur l'adaptation aux changements environnementaux (GRACE) de l'Université de Montréal et d'autres

chercheurs canadiens sur la question des changements climatiques, de l'agriculture et de l'adaptation ont entre autres mis en évidence :

- la multidimensionnalité de l'environnement décisionnel des producteurs agricoles,
- l'imprévisibilité des conditions climatiques dommageables,
- les efforts des producteurs afin de maintenir ou d'augmenter leur part de marché dans un monde de plus en plus compétitif,
- la faible importance de la prise en compte explicite du climat dans l'environnement décisionnel des producteurs malgré la grande susceptibilité de plusieurs cultures aux changements climatiques anticipés.

C'est fort de ces constats et reconnaissant le fait que les conditions climatiques font partie de la gestion annuelle et quotidienne des producteurs que nous avons formulé l'**hypothèse** suivante : *les producteurs agricoles intègrent la variabilité du climat dans leurs stratégies d'investissement et, par conséquent, leur potentiel d'adaptation en regard de la variabilité et des changements climatiques est d'or et déjà élevé.* Nous croyons que, consciemment ou inconsciemment, les stratégies d'investissements des producteurs agricoles tiennent compte des conditions et des événements climatiques des dernières années ce qui leur permet de s'adapter aux éventuels changements du climat. Nous vérifierons cette hypothèse en nous concentrant sur une région agricole du Québec, la Montérégie secteur ouest, une région de haute production agricole situé au sud-ouest de Montréal.

Cette étude a pour **but** *d'évaluer dans quelles mesures les stratégies d'investissement des producteurs agricoles pour les prochaines années pourraient être adaptées à la variabilité et au changement climatique anticipé.* Les experts en agriculture et changement climatique sont conscients des modifications importantes qui affectent les climats régionaux. La littérature scientifique canadienne et internationale identifie la diversité des adaptations agricoles possibles aux impacts du climat. L'existence de tels impacts et leur prise en compte dans les stratégies d'investissement dépendent des caractéristiques locales de production, du climat et du sol, mais surtout de la vision qu'ont les producteurs de l'avenir de leur entreprise et du marché qu'ils veulent occuper.

Ce rapport est structuré en quatre parties. Premièrement, nous résumons les travaux effectués jusqu'à maintenant dans la région Montérégie ouest sur les changements climatiques anticipés et leur impact sur les cultures (chapitre 1). Deuxièmement, nous dressons un portrait agricole de la région d'étude (chapitre 2) : qualité des terres et caractéristiques biophysiques de la région, caractéristiques des fermes, production et rendements céréaliers et maraîchers, situation en regard de l'assurance. Troisièmement, nous présentons un modèle de type pression – état – réponse sur la base duquel sont identifiés des indicateurs (chapitre 3) qui tient compte des réflexions menées au Canada et ailleurs sur la question; nous identifions les enjeux majeurs et proposons quelques indicateurs qui permettraient de mieux cerner le potentiel d'adaptation des producteurs. Quatrièmement, nous évaluons le potentiel d'adaptation

de producteurs céréaliers et maraîchers de la Montérégie ouest. Pour mener cette évaluation, nous avons élaboré un questionnaire et mener une enquête auprès de 30 producteurs de la région. L'analyse de l'information recueillie, jointe aux résultats d'un atelier regroupant une dizaine d'experts régionaux aux compétences variées, nous a permis d'apprécier le potentiel d'adaptation des divers producteurs, à partir de leur stratégie d'investissement. Nous compléterons le travail par une conclusion qui mettra en exergue les principales observations et quelques recommandations en regard de la poursuite des travaux sur l'adaptation des producteurs agricoles aux changements climatiques.

# Chapitre 1

## Évolution du climat local et impact sur les cultures

Ce chapitre passe en revue dles principaux résultats des études menées au Québec pour les changements des facteurs agroclimatiques et de rendement des diverses cultures pour la région de la Montérégie secteur ouest. Cette région a une agriculture diversifiée et est considérée comme la région agricole la plus riche du Québec (cf. chapitre 2). Tout d'abord, les méthodologies employées dans les différentes études sont présentées. Ensuite, nous exposons les principaux résultats obtenus, et decrivons les principales faiblesses et limites de la méthodologie et des résultats.

### 1.1 Méthodologie

La figure 1 présente un schéma simplifié de la méthodologie employée dans la réalisation des études québécoises sur la question. Il s'agit d'abord d'utiliser un modèle climatique pour simuler l'état du climat sous un scénario de doublement effectif du CO<sub>2</sub> (2x CO<sub>2</sub>). Le doublement effectif du CO<sub>2</sub> se produit lorsque l'augmentation des concentrations du CO<sub>2</sub> et des autres GES produit un forçage radiatif total égal à celui que produirait un doublement de la concentration de CO<sub>2</sub> alors que les autres gaz restent à leur niveau actuel.

Ces données sur le nouveau climat sont ensuite intégrées à un modèle de culture qui calcule les facteurs agroclimatiques et les utilise pour déterminer la croissance et le rendement de différentes cultures. Ces calculs sont effectués à partir de données sur les caractéristiques (variables) du climat (e.g. radiation solaire, température, précipitations), des cultures (e.g. type de culture, phénologie) et du sol (e.g. type, humidité). Finalement, l'importance des changements des facteurs.

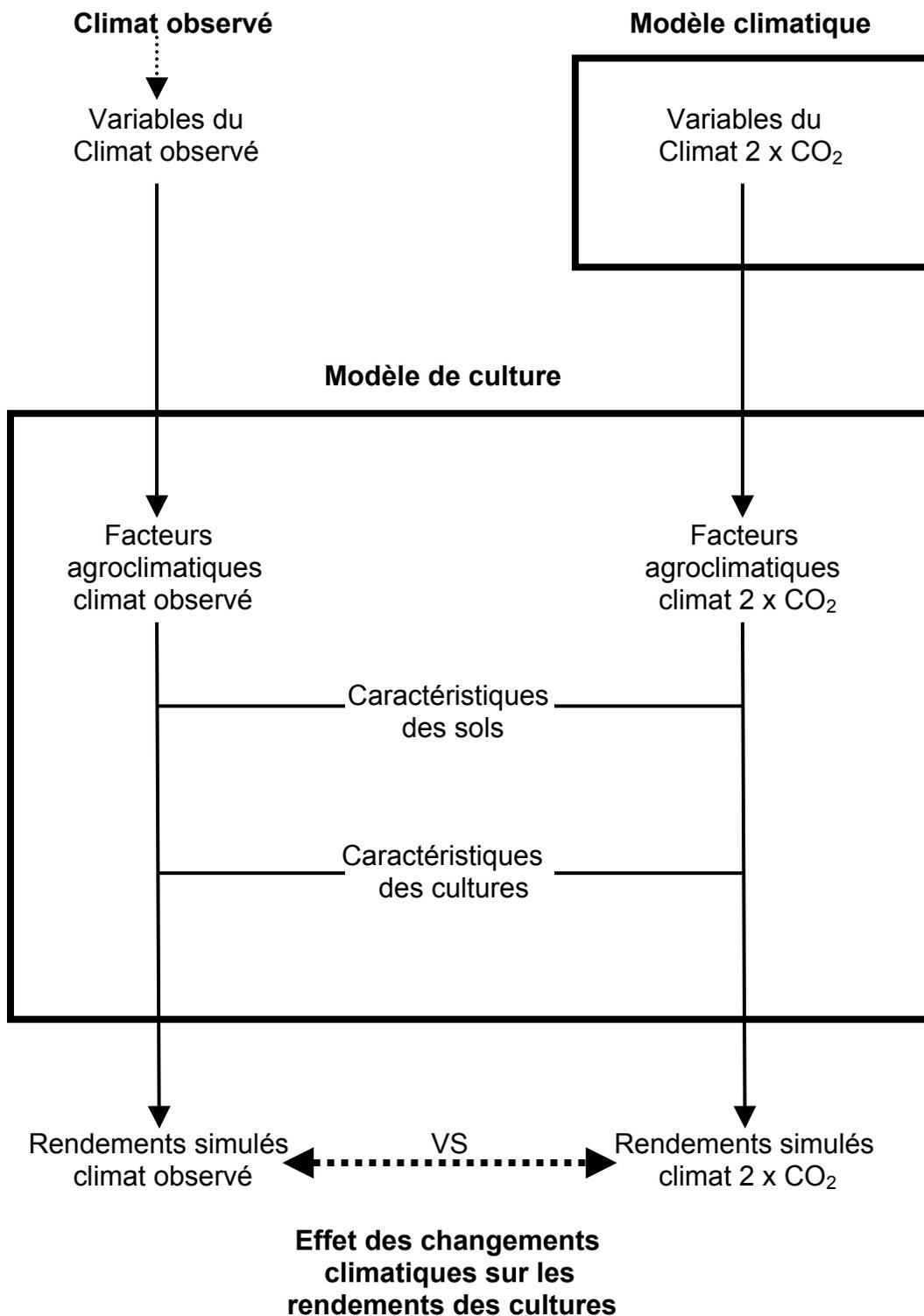


Figure 1 : Schéma simplifié de la méthodologie employée pour déterminer l'effet des changements climatiques sur les rendements des cultures.

agroclimatiques et des rendements des diverses cultures dus à l'augmentation du CO<sub>2</sub> est évaluée en comparant les résultats obtenus pour le scénario 2x CO<sub>2</sub> aux valeurs calculées à partir des données climatiques observées pour la période actuelle (période de référence).

### 1.1.1 Modèles climatiques utilisés

Bien qu'utilisant une même méthodologie de base, les études présentées ici diffèrent quant au modèle climatique utilisé, aux cultures testées, au modèle de culture employé, à la considération de l'effet fertilisant du CO<sub>2</sub> et à la période de référence. Toutes les études utilisent un modèle de circulation générale (MCG) comme modèle climatique. Actuellement, les MCG sont les modèles climatiques les plus développés et donnant la simulation la plus fiable du climat terrestre. Malgré tout, ils ne sont pas parfaits et sont affligés de plusieurs imperfections, qui seront discutées plus tard. Singh et Stewart (1991) utilisent les données du MCG du Goddard Institute for Space Studies (GISS), qui a une résolution de 4° latitude par 5° longitude. Les trois autres études utilisent des données du MCG du Centre Canadien du Climat (CCC) qui ont été régionalisées par une procédure d'interpolation (Louis, 1993) qui donne une résolution de 1° latitude par 1° longitude (Singh *et al.*, 1996/1998; El Maayar *et al.*, 1997; El Maayar, 1999).

### 1.1.2 Cultures étudiées

Le tableau 1 donne une liste des différentes cultures étudiées et de leurs caractéristiques pertinentes à la modélisation. Ces cultures peuvent être classées selon diverses catégories : les céréales de type C4 (maïs, sorgho), les céréales de type C3 (avoine, orge, blé), les oléagineuses (colza, tournesol), les légumineuses (pois verts, fèves, soya), les cultures spéciales (pomme de terre, tabac), les cultures végétales (tomate, chou vert, oignon) et autres (betterave). Le choix de ces cultures est fondé sur trois critères. L'évaluation de leur importance relative dans l'économie agricole québécoise, l'évaluation de leur susceptibilité potentielle aux changements climatiques et aux changements de pratique, et la disponibilité et la pertinence de données pour les rendements actuels, pour une période de temps suffisante (André P., Bryant C. et Thouez J.-P.; communication personnelle).

Tableau 1. Caractéristiques des différentes cultures testées, et études dans lesquelles elles sont présentes. Tiré de Singh *et al.* (1998).

Culture	HI	LSCmin	LSCmax	Ky	DMMP	Études
Maïs-V1	0,45	2200 UTM	180 j	1,25	0,85	a, b, c, d
Maïs-V2	0,45	2500 UTM	180 j	1,25	0,85	b
Maïs-V3	0,45	2700 UTM	180 j	1,25	0,85	b
Soya-V1	0,30	2000 UTM	130 j	1,20	0,85	a, b, c, d
Soya-V2	0,30	2400 UTM	180 j	1,20	0,85	b
Pomme de Terre	0,60	85 j	140 j	1,10	0,32	a, b, c, d
Blé	0,52	B.T.M.1	-	1,15	0,85	a, b, c, d
Fèves-V1	0,30	1000 DJC <sub>5</sub>	120 j	1,15	0,85	a, b, c, d
Fèves-V2	0,30	1600 DJC <sub>5</sub>	180 j	1,15	0,85	b
Orge	0,46	B.T.M.2	-	1,05	0,85	a, b, c, d
Avoine	0,46	1000 DJC <sub>5</sub>	120 j	1,20	0,85	a, b, c, d
Tomate	0,35	1000 DJC <sub>6</sub>	140 j	1,05	0,20	b, c, d
Tournesol	0,30	90 j	130 j	0,95	0,85	a, b, c, d
Sorgho	0,42	2200 UTM	180 j	0,90	0,85	a, b, c
Colza	0,34	90 j	120 j	1,25	0,85	a, b, c
Chou Vert	0,70	100 j	150 j	0,95	0,10	b, c
Oignon	0,80	100 j	140 j	1,10	0,15	b, c
Pois Verts	0,40	1200 DJC <sub>5,5</sub>	100 j	1,15	0,20	b, c, d
Betterave	0,45	2500 DJC <sub>5,5</sub>	200 j	1,00	0,32	b
Tabac	0,60	90 j	120 j	0,90	0,85	b, c

B.T.M.1: Biometeorological Time Scale (Robertson, 1968); la maturation est fonction de la température et de la photopériode. B.T.M.2: Biometeorological Time Scale (Williams, 1974); la maturation est fonction de la température et de la photopériode. HI: Indice de récolte (Doorenbos et Kassam, 1979). LSCmin: Longueur minimale de la saison de croissance. LSCmax: Longueur maximale de la saison de croissance UTM: Unités thermiques maïs. DJC<sub>t</sub>: Degrés jours de croissance, où t est la température de base. Ky: Coefficient de rendement (Doorenbos et Kassam, 1979). DMMP: % de matière sèche contenue dans la production principale.

a: Singh et Stewart (1991). b: Singh et al. (1996; 1998). c: El Maayar et al. (1997). d: El Maayar (1999).

### 1.1.3 Modèles de culture et effet fertilisant du CO<sub>2</sub>

Singh et Stewart (1991), Singh *et al.* (1996; 1998) et El Maayar *et al.* (1997) utilisent, pour le calcul des rendements, le modèle de culture élaboré par la FAO (1978) qui utilise les résultats du modèle de photosynthèse de De Wit (1965). Ce modèle a été modifié par Stewart (1983) pour utilisation sous les conditions canadiennes. Les données d'entrée sont les moyennes mensuelles des températures maximales, moyennes et minimales, des précipitations (pluie et neige), du rayonnement solaire, de la pression de vapeur d'eau, de la vitesse du vent et de l'humidité du sol. Le modèle calcul le rendement sous forme de tonnes de matière sèche par hectare. Les rendements sont pondérés en fonction de la qualité du sol. Une description détaillée de la procédure est donnée dans Stewart (1983) et dans les trois études utilisant ce modèle.

Normalement, le modèle de la FAO modifié (FAOm) ne considère pas l'effet de la variation des concentrations de CO<sub>2</sub> atmosphérique. Cependant, El Maayar *et al.* (1997) adoptent une méthode, développée par Okamoto *et al.* (1991), qui consiste en un ajustement des rendements finaux des cultures qui intègre les effets et interactions de l'augmentation du CO<sub>2</sub> sur le développement et la croissance des cultures étudiées. Vu la grande incertitude associée au temps de doublement effectif du CO<sub>2</sub>, il est très difficile de calculer la concentration réelle de CO<sub>2</sub> dans l'atmosphère pour le scénario 2xCO<sub>2</sub>. El Maayar *et al.* (1997) se basent sur le postulat de Houghton *et al.* (1990) d'une concentration atmosphérique du CO<sub>2</sub> de 353 ppm en 1990 et d'une augmentation de 1,8 ppm an<sup>-1</sup> pour faire ce calcul. Ils soumettent trois hypothèses, soit que le doublement effectif se fera en 2030, en 2050 ou en 2080, et calculent les concentrations de CO<sub>2</sub> correspondantes. Ces concentrations sont de 425 ppm pour 2030, 461 ppm pour 2050 et 515 ppm pour 2080. À partir de ces concentrations et de la méthode d'Okamoto *et al.* (1991), ils calculent l'augmentation des rendements des cultures due à l'effet fertilisant du CO<sub>2</sub> (tableau 2).

El Maayar (1999) utilise quant à lui un modèle de sa propre conception nommé CYSS (Crop Yield Simulation System). Ce modèle simule, en un pas de temps égal au jour, la photosynthèse, la respiration et l'évapotranspiration des cultures en fonction de la concentration du CO<sub>2</sub> ambiant, de la compétition CO<sub>2</sub>/O<sub>2</sub>, de la compétition CO<sub>2</sub> - rayonnement solaire/température, des caractéristiques photosynthétiques de la culture, et des caractéristiques climatiques de la région d'étude. Il a été élaboré en réponse aux défauts du modèle FAOm (Stewart, 1983), notamment une sous-estimation du taux d'assimilation du couvert et l'absence de considération de l'effet de la variation du CO<sub>2</sub> ambiant (El Maayar, 1999; Spitters, 1986). Pour cette étude, la concentration atmosphérique doublée du CO<sub>2</sub> a été établie à 550 ppm.

Tableau 2. Augmentation des rendements (en % de changement) des différentes cultures par l'effet fertilisant du CO<sub>2</sub>, selon les différents scénarios de doublement effectif du CO<sub>2</sub>. Tiré de El Maayar *et al.* (1997).

Culture	2030 <sup>a</sup>	2050 <sup>b</sup>	2080 <sup>c</sup>
Maïs	2,8	4,1	5,7
Sorgho	7,9	8,7	8,9
Blé	10,7	15,3	20,8
Orge	10,6	15,1	20,4
Avoine	10,8	15,5	21,2
Soya	11,3	16,6	23,5
Fèves	16,6	24,3	33,8
Pois Verts	16,6	24,3	33,8
Chou Vert	11,4	17,0	24,3
Tomate	4,7	7,2	10,6
Oignon	16,4	23,9	33,1
Tournesol	11,1	16,2	22,5
Colza	11,1	16,2	22,5
Pomme de terre	32,2	42,9	53,0
Tabac	11,1	16,2	22,5
Betterave	34,5	42,6	48,3

a: concentration de CO<sub>2</sub> = 425 ppm. b: concentration de CO<sub>2</sub> = 461 ppm. c: concentration de CO<sub>2</sub> = 515 ppm.

#### 1.1.4 Période de référence

Pour l'étude de Singh et Stewart (1991), la période de référence va de 1951 à 1980. Les données climatiques proviennent d'Environnement Canada (1982), et ont été converties selon la procédure décrite par Stewart (1981) pour couvrir les différentes régions agricoles du Québec. Pour les autres études, la période de référence va de 1960 à 1990, et les variables climatiques sont données par Environnement Canada (1993) (Singh *et al.*, 1996/1998; El Maayar *et al.*, 1997; El Maayar, 1999).

## 1.2 Validation des modèles de culture

Pour s'assurer que les changements de rendement prévus pour un scénario 2x CO<sub>2</sub> sont de bons indicateurs de ce qui pourrait arriver en réalité, il convient de procéder à la validation des modèles de cultures, qui consiste à vérifier si les modèles simulent bien les rendements actuels. Singh et Stewart (1991) ne testent pas eux-même la validité du modèle FAOm, mais ils se basent plutôt sur les travaux de Dumanski et Stewart (1983) et Halstead (1978) pour conclure que les écarts entre les rendements issus du modèle et les rendements réels se comparent favorablement à la variabilité des rendements réels à long terme.

Pour les études de Singh *et al.* (1996; 1998), El Maayar *et al.* (1997) et El Maayar (1999), la validation des modèles se base sur la prémisse que les rendements simulés pour une culture donnée et une unité cartographique du sol représente le rendement à long terme que l'on peut avoir. Suivant cela, les rendements simulés par le modèle FAOm et basés sur le climat actuel (1960-1990) sont comparés aux rendements observés du blé et de l'avoine pour la période de 1985 - 1991 pour chacune des régions agricoles du Québec. Les rendements sont aussi comparés, pour l'ensemble du Québec, aux rendements de l'orge (1981 - 1990), de l'oignon (1983 - 1990), du chou vert et de la tomate (1985 - 1990 pour les deux). Ces comparaisons montrent que les rendements simulés sont inférieurs aux rendements réels, mais que les modèles représentent la réalité de façon jugée satisfaisante (Singh *et al.*, 1996/1998; El Maayar *et al.*, 1997). Cependant, il faut noter que la région étudiée ici, la Montérégie secteur ouest, est l'une de celles pour lesquels il y a le plus grand écart entre les rendements simulés par le modèle FAOm et ceux observés.

El Maayar (1999), en comparant les rendements issus des modèles CYSS et FAOm pour le climat actuel (1960-1990) aux rendements observés du maïs, du blé, de l'avoine, de l'orge, du soya et de la pomme de terre, en arrive à la conclusion que son modèle reproduit les rendements réels plus fidèlement que le FAOm.

## 1.3 Nature et implication des changements induits par l'augmentation du CO<sub>2</sub> ambiant

### 1.3.1 Changement des facteurs agroclimatiques

L'importance du changement des principales variables agroclimatiques, qui déterminent la croissance et le rendement des cultures, est illustrée au tableau 3. Les changements sont indiqués sous forme de pourcentage de changement ((valeur 2xCO<sub>2</sub> - valeur période de référence)/valeur période de référence), à l'exception des températures, qui sont données en degrés Celsius. Pour les UTM, les DJC et la LSC, le MCG-GISS et le MCG-CCC prévoient des augmentations relativement élevées. Bien que ces augmentations soient plus importantes pour le MCG-GISS, on constate cependant qu'elles sont de même nature (augmentation DJC > augmentation UTM >>

augmentation LSC). Le fait que ces facteurs augmentent de la même façon pour les deux MCG donne une certaine confiance dans ces résultats. Ces augmentations impliquent principalement une diminution du temps de maturation des cultures, qui est causée par une accumulation plus rapide des UTM et DJC, et la possibilité, dans l'hypothèse d'une augmentation de la LSC et d'une diminution du temps de maturation suffisantes, d'effectuer plus de récoltes à chaque saison de croissance.

Tableau 3. Changements (en % de changement) des principaux facteurs agroclimatiques prévus par les quatre études pour un climat 2x CO<sub>2</sub>, par rapport au climat de la période de référence, pour la région agricole de la Montérégie secteur ouest.

Facteurs agroclimatiques	Singh et Stewart (1991) MCG-GISS	Singh et al. (1996; 1998); El Maayar et al. (1997); El Maayar (1999) MCG-CCC
UTM	63 %	42,9 %
DJC	67,1 %	50,8 %
LSC	42,5 %	22,7 %
P	29,6 % *	22,8 % **
EP	53,5 % *	5,0 % **
EA	23,0 % *	16,9 % **
P - EA	56,7 % *	122,1 % **
T (°C)	5,3 <sup>a</sup>	2,7 <sup>b</sup>

UTM: Unités thermiques maïs; DJC: Degrés jour de croissance; LSC: Longueur de la saison de croissance. P: Précipitation; EP: Évaporation potentielle; EA: Évaporation actuelle. T: Température; a: température extrême minimum en janvier; b: température moyenne de la saison de croissance. \*: Total de la saison de croissance. \*\*: Moyenne de la saison de croissance.

Pour les précipitations (P) et l'évapotranspiration (EP et EA), il semble que les deux augmenteront pour les deux modèles, et que l'augmentation des précipitations sera plus importante que celle de l'évapotranspiration actuelle. De là l'augmentation de la différence P - EA, qui est un indicateur du stress hydrique. Si P - EA augmente, comme c'est le cas ici, cela veut dire qu'il y a plus d'eau disponible, donc que le stress hydrique est diminué. Le MCG-CCC prévoit une diminution du stress hydrique plus importante que le MCG-GISS.

Les deux modèles prévoient une augmentation de la température.

Deux études réalisées en Ontario ont obtenu des résultats suivants les mêmes tendances. Tant pour les régions du centre et du sud-ouest de cette province, les MCG du GFDL et du GISS prévoient un accroissement des unités thermiques maïs, de la

longueur de la saison de croissance, des précipitations, de l'évapotranspiration et de la température. Cependant, bien que ces hausses soient semblables à celles anticipées par le MCG-CCC pour la Montérégie secteur ouest pour les UTM et les précipitations, elles devraient être supérieures pour l'évapotranspiration et moins importantes pour la LSC et la température (Land evaluation group, 1985; Smit, 1987).

### 1.3.2 Changement des rendements des cultures

Les changements des rendements des cultures causés par les effets directs (fertilisation par le CO<sub>2</sub> - El Maayar *et al.* (1997) et El Maayar (1999)) et indirects (changements climatiques - toutes les études) de l'augmentation du CO<sub>2</sub> atmosphérique sont présentés au tableau 4. Ils sont exprimés en pourcentage de changement ((rendement 2xCO<sub>2</sub> - rendement période de référence)/rendement période de référence). Les cases grises sont celles où l'on retrouve des changements négatifs.

Les quatre études obtiennent des résultats divergeant quant à l'effet d'un doublement effectif du CO<sub>2</sub> sur les rendements des différentes cultures testées. Ces différences dans les changements de rendements naissent de différences de méthodologie, soit des modèles climatiques, des modèles de culture et une période de référence différents, et la considération ou non de l'effet direct de l'accroissement du CO<sub>2</sub> ambiant. Aussi, dans l'étude de Singh et Stewart (1991), la région d'étude est plus grandes que celle des autres études, puisqu'elle inclut les régions de Richelieu-Saint-Hyacinthe, les Bois Francs et l'Estrie.

Malgré ces divergences, les quatre études s'accordent sur deux cultures. Toutes prévoient une baisse des rendements du tournesol (de -1% à -21%) et du soya (de -4% à -28%).

Tableau 4. Changements (en % de changement) des rendements des différentes cultures prévus par les quatre études pour un climat 2xCO<sub>2</sub>, par rapport au climat de la période de référence, pour la région agricole de la Montérégie secteur ouest.

Cultures	Type	Singh et Stewart (1991)	Singh <i>et al.</i> (1996; 1998)	El Maayar <i>et al.</i> (1997) <sup>a</sup>	El Maayar (1999) <sup>a</sup>
Maïs-V1	Céréale-C4	176	38	41	- 28 <sup>b</sup>
Maïs-V2	Céréale-C4	na	0	na	na
Maïs-V3	Céréale-C4	na	11	na	na
Sorgho	Céréale-C4	71	28	36	na
Avoine	Céréale-C3	- 29	16	27	- 7 <sup>b</sup>
Orge	Céréale-C3	- 25	20	31	- 11 <sup>c</sup>
Blé	Céréale-C3	- 37	6	17	- 10 <sup>c</sup>
Colza	Oléagineuse	- 7	9	20	na
Tournesol	Oléagineuse	- 18	- 10	- 1	- 21 <sup>c</sup>
Pois Verts	Légumineuse	na	12	29	- 13 <sup>b</sup>
Fèves-V1	Légumineuse	15	- 7	10	- 37 <sup>b</sup>
Fèves-V2	Légumineuse	na	- 10	na	na
Soya-V1	Légumineuse	- 13	- 15	- 4	- 28 <sup>c</sup>
Soya-V2	Légumineuse	na	- 6	na	na
Pomme de terre	Culture spéciale	31	33	65	- 7 <sup>c</sup>
Tabac	Culture spéciale	na	9	20	na
Tomate	Culture végétale	na	18	23	- 12 <sup>b</sup>
Chou Vert	Culture végétale	na	18	29	na
Oignons	Culture végétale	na	6	22	na

a: Résultats combinant l'effet des changements climatiques et de l'augmentation du CO<sub>2</sub> atmosphérique; pour El Maayar *et al.* (1997), la concentration de CO<sub>2</sub> atmosphérique est de 425 ppm (atteint en 2030); pour El Maayar (1999), la concentration de CO<sub>2</sub> atmosphérique est de 550 ppm.

b: précis à ± 2,5 %.

c: précis à ± 1,25 %.

na: ne s'applique pas.

Pour les autres cultures, les études de Singh et Stewart (1991), Singh *et al.* (1996; 1998) et El Maayar *et al.* (1997) semblent présenter un certain patron général. Selon ces études, les céréales-C4 (maïs et sorgho) et la pomme de terre sont les cultures dont les rendements seront les plus favorisées par les changements climatiques, alors

que les céréales-C3, les oléagineuses et les légumineuses auront des changements de rendement moins importants, et parfois même négatifs (céréales-C3 et colza pour Singh et Stewart (1991); fèves pour Singh *et al.* (1996; 1998)). La différence entre les céréales-C4 et les C3 s'explique principalement du fait que ces dernières sont plus affectées par le temps de maturation plus court que les C4, pour qui les conditions sous un climat  $2xCO_2$  sont plus proches des conditions de croissance idéales (Singh *et al.* (1996)).

L'étude de El Maayar (1999) est très différente des trois autres puisqu'elle prévoit une diminution du rendement de toutes les cultures sous un climat  $2xCO_2$ . Dans cette étude, ce sont les fèves et le maïs qui connaissent les plus grandes diminutions de rendement, alors que les céréales-C3, les pois verts, la pomme de terre et la tomate ont des baisses plus faibles. Dans le cas des fèves et de la pomme de terre, ces résultats s'accordent aux tendances des autres études.

Dans l'étude de Singh et Stewart (1991), plus de cultures voient leur rendement diminuer que dans l'étude de Singh *et al.* (1996; 1998). Cela pourrait s'expliquer par le fait que pour le MCG-GISS, la diminution du temps de maturation serait plus importante et la réduction du stress hydrique le serait moins que pour le MCG-CCC.

La comparaison des études de Singh *et al.* (1996; 1998) et El Maayar *et al.* (1997), qui utilisent les mêmes MCG et modèle de culture (FAOm), nous permet d'évaluer l'importance de l'effet fertilisant du  $CO_2$ , qui est considéré dans la deuxième et non dans la première. Il est alors possible de faire deux constatations. Tout d'abord, l'effet direct fertilisant de la hausse du  $CO_2$  semble suffisamment important pour compenser les faibles augmentations (ou diminutions) et accroître significativement les rendements. Dans son étude, El Maayar (1999) conclut aussi à un effet positif de l'augmentation du  $CO_2$  ambiant, mais il juge que cet effet demeure faible puisque la hausse des rendements n'est en général que de 5%. La deuxième constatation est que l'effet fertilisant du  $CO_2$  est moins prononcé chez les céréales-C4 que chez les autres cultures. Cela s'explique du fait que les plantes C4 atteignent presque leur rendement maximum au taux de  $CO_2$  atmosphérique actuel (El Maayar, 1999).

Selon Singh *et al.* (1996; 1998), il sera possible, sous un climat  $2xCO_2$ , de cultiver la betterave dans la région agricole de la Montérégie secteur ouest. Les rendements prévus seraient de l'ordre de 8 tonnes de matière sèche par hectare.

Deux études, celles du Land evaluation group (1985) et de Smit *et al.* (1989), ont tenté de prédire quels seront les rendements de diverses cultures en Ontario sous un climat  $2xCO_2$ , généré par les MCG du GFDL et du GISS. De façon générale, ces deux études montrent que pour le maïs, le blé, l'avoine, l'orge, le soya et la pomme de terre, des diminutions de rendements sont attendues pour le centre et le sud-ouest de la province. Par contre, Smit *et al.* (1989) prévoient que les rendements des céréales devraient augmenter sous l'effet des changements climatiques pour le centre de l'Ontario.

## 1.4 Faiblesses et limites des modèles et prédictions

Les modèles climatiques et les modèles de culture sont des représentations de la réalité gérées par des ordinateurs. La fiabilité et l'exactitude de ces représentations dépend donc de l'étendue des connaissances des processus et mécanismes qui gouvernent le climat et la croissance des cultures, et de la puissance des ordinateurs qui servent à faire rouler les modèles. Comme les connaissances actuelles des grands phénomènes climatiques sont limitées, et comme les ordinateurs disponibles n'ont pas une puissance infinie, les modèles utilisés ne représentent la réalité que de façon imparfaite. Le tableau 5 donne un aperçu des principales faiblesses et limites des modèles climatiques et de culture qui ont été employés pour prédire le climat et les rendements futurs. À cause de ces faiblesses, limites et incertitudes, les projections des conditions agroclimatiques et des changements des rendements des diverses cultures pour un climat 2xCO<sub>2</sub> ont une grande incertitude et doivent être regardées avec prudence.

Comme ce fut mentionné plus haut, les MCG sont les modèles climatiques les plus fiables, et ils simulent de façon très acceptable le climat actuel (IPCC, 2001). Malgré cela, ils ont des lacunes importantes qui minent la fiabilité de leurs projections. Principalement, ces lacunes sont dues à un manque de connaissance qui rend imparfaite la modélisation de certains grands processus, notamment ceux gouvernant la dynamique des nuages et des précipitations. Un autre responsable est la puissance insuffisante des ordinateurs d'aujourd'hui, qui limite la résolution spatiale et temporelle des modèles. Singh *et al.* (1998), identifient deux lacunes principales des MCG qui sont particulièrement importantes pour les études sur l'effet des changements climatiques sur l'agriculture : l'existence d'une forte incertitude reliée à l'importance et à l'étendue des précipitations et l'incapacité des modèles à simuler l'actuelle et la future variabilité journalière des températures et précipitations. Or, El Maayar (1999) a montré qu'une augmentation de la variabilité de la température pourrait exacerber la diminution des rendements moyens, alors que l'augmentation de la variabilité des précipitations aurait un effet positif. De même, il a montré que des changements dans la variabilité climatique pourraient augmenter la variabilité des rendements, et ainsi augmenter les risques agricoles.

Pour les modèles de culture, le problème est plutôt du au fait qu'ils considèrent que plusieurs variables importantes pour le rendement et la croissance des plantes ne sont pas affectés par le changement des conditions climatiques. C'est le cas notamment des pestes (insectes ravageurs, agents pathogènes, compétiteurs, etc.) et des caractéristiques du sol. Or, dans ce deuxième cas, Jenny (1980) a démontré qu'une hausse de la température du sol de 3 °C amènerait une diminution du rapport C/N dans

Tableau 5. Principales faiblesses, incertitudes et limites associées aux modèles climatiques et de culture.

Modèle	Faiblesses, incertitudes et limites	Références	
Modèles climatiques (MCG)	Modélisation imparfaite des processus des nuages et de leur interaction avec les aérosols.	Mitchell et Quingcun (1991), IPCC (2001).	
	Modélisation imparfaite des processus de mélange verticale de la chaleur dans l'océan profond	Mitchell et Quingcun (1991).	
	Modélisation imparfaite des processus et mécanismes de rétroaction actifs à la surface des terres	Mitchell et Quingcun (1991).	
	Incertitudes quant au cycle du carbone	Mitchell et Quingcun (1991).	
	Incertitudes quant au rôle des glaciers	Mitchell et Quingcun (1991).	
	Faible résolution spatiale		
	Forte incertitudes quant à l'importance et à l'étendu des précipitations futures	Singh et al. (1998).	
	Incapacité de simuler l'actuelle et future variabilité journalière des températures et précipitations	Singh et al. (1998).	
	Modèles de culture (FAO et CYSS)	Ne considère pas l'effet fertilisant CO <sub>2</sub> (FAO) ou surestime son importance (CYSS)	Singh et Stewart (1991), Singh <i>et al.</i> (1996; 1998), El Maayar <i>et al.</i> (1997) et El Maayar (1999).
		Difficultés à déterminer le temps exact de doublement effectif du CO <sub>2</sub>	Singh et Stewart (1991), Singh <i>et al.</i> (1996; 1998), El Maayar <i>et al.</i> (1997) et El Maayar (1999).
Présument que les changements climatiques n'affecte pas les caractéristiques du sol		El Maayar <i>et al.</i> (1997), Jenny (1980).	
Présument que les nutriment ne sont pas limitant		El Maayar <i>et al.</i> (1997), Jenny (1980).	
Ne considèrent pas l'effet des changements climatiques sur les pestes (insectes, maladies, etc.)		Singh <i>et al.</i> (1996; 1998).	
Présument des pratiques agricoles constantes		Singh <i>et al.</i> (1996; 1998).	

les sols. Ces prémisses sont cependant inévitables, soit à cause d'un manque de connaissances, soit à cause de la difficulté de modéliser certains éléments subjectifs comme les décisions de l'agriculteurs en matière des pratiques agricoles adoptées dans un climat changeant.

## 1.5 Conclusion sur l'évolution du climat et impact sur les cultures

En utilisant des modèles climatiques (les MCG) et des modèles de culture, il est possible de prévoir les changements des conditions agroclimatiques et des rendements des cultures qu'entraînerait un doublement effectif du CO<sub>2</sub>. Au Québec, quatre études ont été réalisées dans ce sens. Il s'agit des études de Singh et Stewart (1991), utilisant le MCG du GISS et le modèle de culture FAOm, Singh *et al.* (1996; 1998), utilisant le MCG du CCC et le modèle FAOm, El Maayar *et al.* (1997), qui utilise aussi le MCG du CCC et le modèle FAOm, mais en plus qui tient compte de l'effet fertilisant du CO<sub>2</sub>, et El Maayar (1999), qui utilise les données du MCG du CCC et un modèle de culture de sa conception, le CYSS.

Pour la région agricole qui nous intéresse, la Montérégie secteur ouest, ces études prévoient, pour les facteurs agroclimatiques, une hausse de la longueur de la saison de croissance (LSC), des unités thermiques maïs (UTM) et des degrés-jours de croissance (DJC), qui se traduit par un temps de maturation plus court, et une diminution du stress hydrique sous un climat 2xCO<sub>2</sub>. En ce qui concerne les changements de rendement des cultures, les résultats divergent. Pour toutes les études, une augmentation du CO<sub>2</sub> devrait entraîner la diminution des rendements du tournesol et du soya. Selon El Maayar (1999), toutes les cultures devraient voir leur rendement diminuer, la pomme de terre et les céréales-C3 étant les moins affectées, les fèves et le maïs l'étant le plus. Selon Singh et Stewart (1991), Singh *et al.* (1996; 1998) et El Maayar *et al.* (1997), les rendements des céréales-C4 et de la pomme de terre devraient augmenter de façon importante, et ceux des céréales-C3, des oléagineuses, des légumineuses, des cultures spéciales et des cultures végétales augmenter de façon moins importante ou diminuer.

Cependant, les modèles climatiques et de cultures sont affligés de nombreuses déficiences qui limitent les prédictions qui en sont issues. Pour les MCG, il s'agit d'incertitudes liées à la modélisation de certains grands processus, notamment les nuages et précipitations et la variabilité journalière. Pour les modèles de culture, il s'agit plutôt de facteurs importants qui ne sont pas considérés, comme l'influence des changements climatiques sur les ravageurs et les pratiques agricoles.

Suivant cela, il est difficile, voir impossible, de dire quelle étude il faut considérer dans une perspective d'adaptation aux changements climatiques. L'étude d'El Maayar (1999) est la plus récente, et le modèle qu'elle utilise (CYSS) a été conçu pour pallier aux défauts du modèle FAOm. Malgré cela, on ne peut affirmer que les prédictions de cette étude sont exactes, ou même meilleures que celles des autres. En fait, le modèle CYSS n'a pas subi d'évaluation externe, alors que celui de la FAO est largement utilisé dans le milieu scientifique. Ce dernier pourrait donc être considéré plus fiable pour la simulation des rendements. Mais, à cause des nombreuses incertitudes inhérentes à tous ces modèles, il est préférable de se fier aux tendances générales plutôt qu'aux chiffres spécifiques.

## **Chapitre 2**

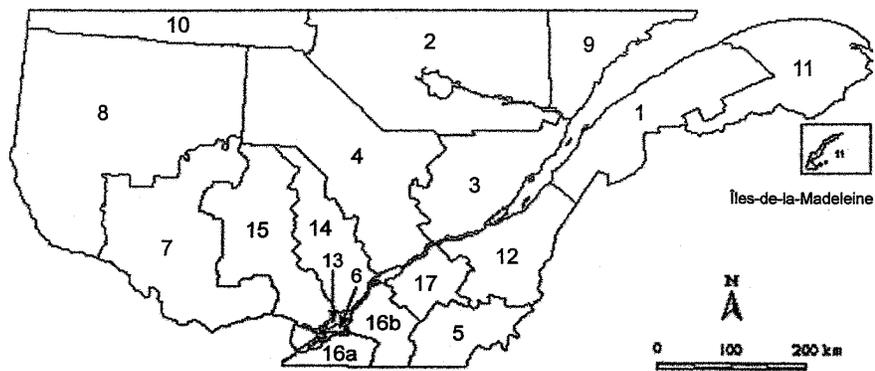
### **Portrait agricole en Montérégie, secteur ouest**

Ce chapitre dresse un portrait agricole de la région Montérégie secteur ouest et de son dynamisme. Après avoir situé géographiquement la région, nous décrivons les caractéristiques biophysiques en insistant sur le climat, la géomorphologie, l'hydrographie et la pédologie. Nous présentons ensuite un survol du potentiel agricole régional en analysant le profil des entreprises agricoles, son capital agricole, la superficie agricole exploitée et les sols irrigués et drainés. Finalement, nous traitons des productions céréalières et maraîchères, dominantes dans la région, en évoquant leur évolution récente, ainsi que l'importance des superficies assurées et indemnisées.

#### **2.1 Localisation de la zone d'étude**

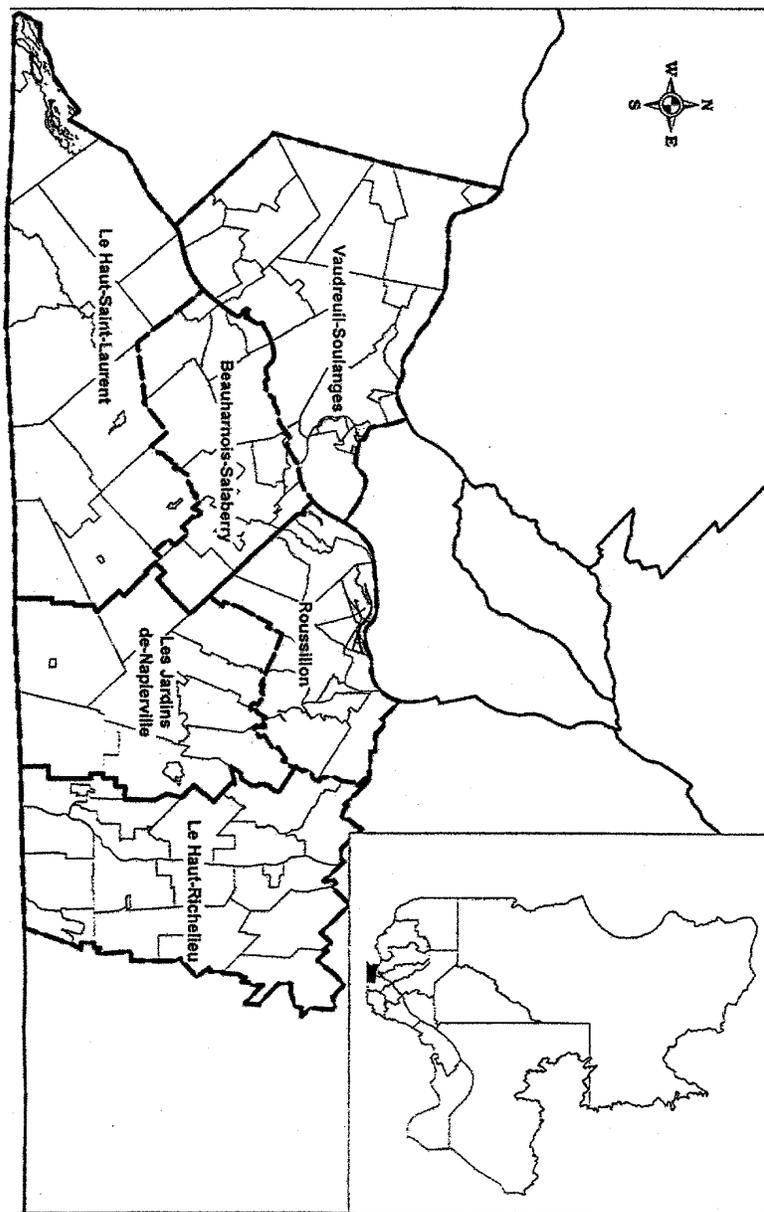
Le Québec agricole, situé au dessous du 51<sup>e</sup> parallèle, jouit d'un climat humide caractérisé par une forte amplitude de températures avec un été chaud, un hiver rigoureux et des précipitations réparties sur toute l'année. Cet espace a été subdivisé en 17 régions agricoles lesquelles, depuis 1997, suivent d'assez près le découpage des régions administratives. La Montérégie secteur ouest (région 16) (notre zone d'étude) était nommée avant 1997, Sud-Ouest-de-Montréal (région 07) Elle inclut de nombreuses unités administratives (figure 2 et 3, tableau 6). Elle est insérée dans les basses terres du Saint-Laurent; son relief est plutôt plat, parsemé de quelques collines montérégiennes et bordé des contreforts des Appalaches.

**Figure 2.** Les régions agricoles du Québec.



- |                            |                          |                        |
|----------------------------|--------------------------|------------------------|
| 1- Bas-Saint-laurent       | 7- Outaouais             | 13- Laval              |
| 2- Saguenay-Lac-Saint-Jean | 8- Abitibi-Témiscamingue | 14- Lanaudière         |
| 3- Québec                  | 9- Côte-Nord             | 15- Laurentides        |
| 4- Mauricie                | 10- Nord-du-Québec       | 16a- Montérégie, ouest |
| 5- Estrie                  | 11- Gaspésie             | 16b- Montérégie, est   |
| 6- Montréal                | 12- Chaudière-Appalaches |                        |

Figure 3. La région Montérégie secteur ouest.



**Tableau 6. Municipalités des MRC de la Montérégie ouest**

MRC	Superficie km <sup>2</sup>	Municipalités
Beauharnois-Salaberry	468,3	Beauharnois et Maple Grove, Grande-Ile et Salaberry de Valleyfield St-Etienne-de-Beauharnois, St-Louis-de-Gonzague St-Stanislas-de-Kotska, St-Timothée et Melocheville St-Paul-de-Châteauguay et Ste-Martine, St-Urbain-Premier
Haut-Richelieu	932,0	Henryville et Henryville village, L'Acadie Mont-St-Grégoire, Notre-Dame-du-Mont-Carmel et Lacolle Noyan, St-Alexandre, St-Athanase St-Blaise, St-Georges-de-Clarenceville et Venise-en-Québec St-Jean-sur-Richelieu, St-Luc, St-Paul-de-l'Île-aux-Noix St-Sébastien, St-Valentin, Ste-Anne-de-Sabrevois, Ste-Brigide d'Iberville
Haut-Saint-Laurent	1 148,5	Dundee, Elgin, Franklin Godmanchester et Havelock, Hinchinbrooke Huntingdon, Ormstown, Saint-Chrystosome St-Anicet, Ste-Barbe, St-Jean-Chrystosome et St-Malachie d'Ormstown et Très-St-Sacrement et Howick
Jardins-de-Napierville	797,0	Hemmingford, St-Bernard-de-Lacolle St-Cyprien et Napierville, St-Clotilde-de-Châteauguay St-Édouard, St-Jacques-le-Mineur St-Michel, St-Patrice-de-Sherrington, St-Rémi
Roussillon	371,5	Candiac, Châteauguay et Léry Delson, Laprairie, Mercier St-Constant et Ste-Catherine St-Isidore, St-Mathieu, St-Philippe
Vaudreuil-Soulanges	855,7	Coteau-du-Lac, Hudson Les Cèdres, Les Coteaux Notre-Dame-de-L'Île Perrot Pointe-Fortune et Rigaud Rivière Beaudette, St-Clet St-Lazare, St-Polycarpe St-Télesphore, St-Zotique Ste-Justine-de-Newton, Ste-Marthe Très-St-Rédempteur, Vaudreuil-Dorion
Total	4 573,0	97

## 2.2 Caractéristiques biophysiques

La Montérégie ouest est soumise à un climat tempéré des zones continentales intérieures avec des hivers plutôt longs et rigoureux et des étés chauds, secs ou pluvieux selon les années (MAPAQ, 1999). Les printemps et les automnes sont généralement pluvieux et assez froids. Quelques données statistiques météorologiques (MAPAQ, 1999) révèlent que :

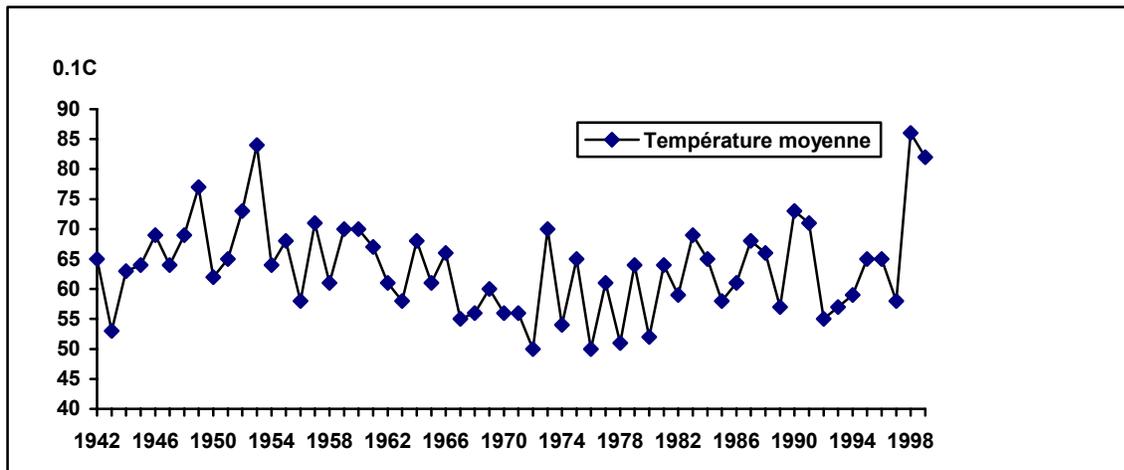
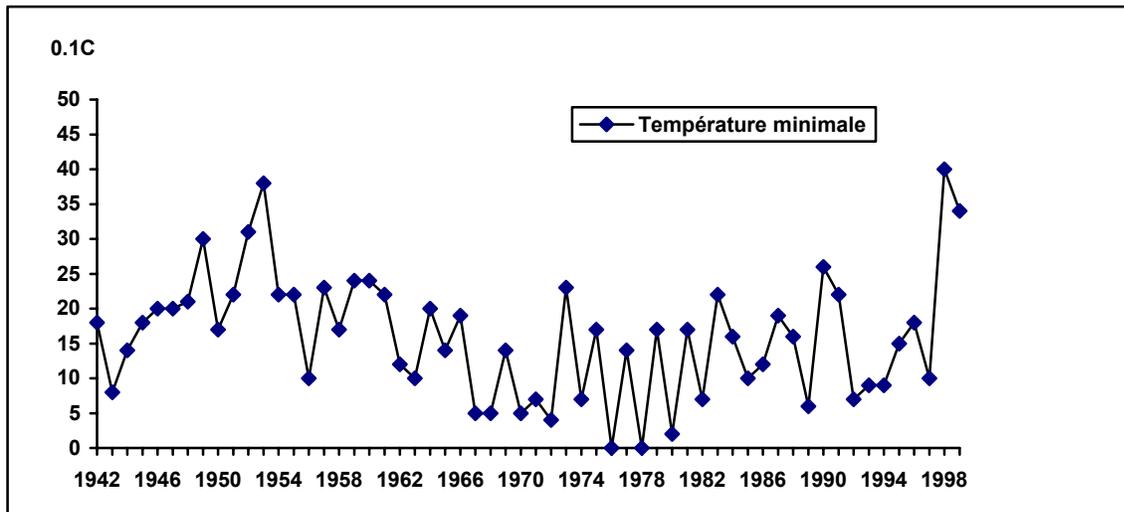
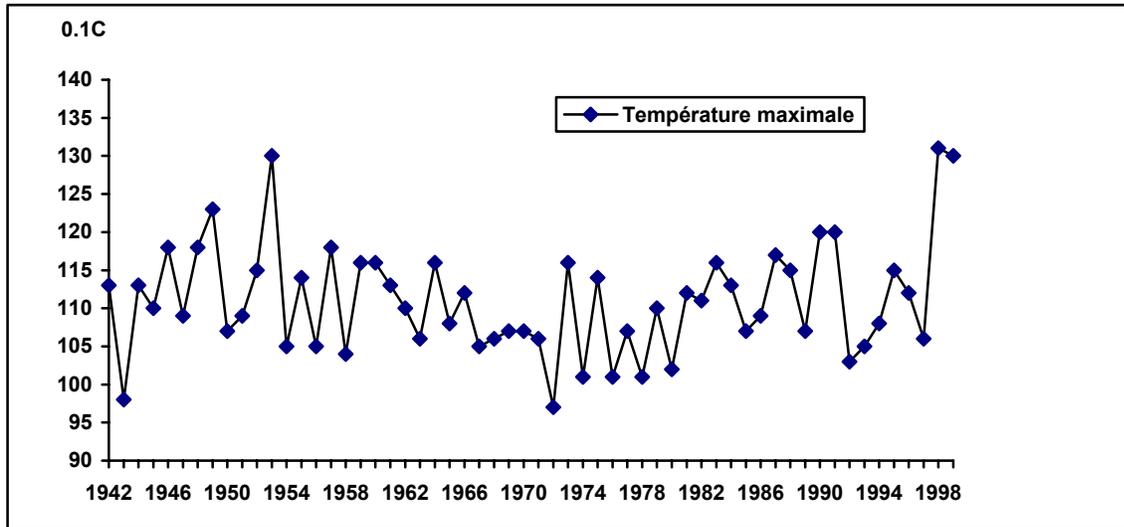
- la longueur de la période sans gel varie de 125 à 155 jours selon la MRC;
- la date moyenne du dernier gel printanier se situe entre le 8 et le 16 mai pour les MRC de Roussillon, des Jardins-de-Napierville, du Haut-Richelieu, du Haut-Saint-Laurent et de Beauharnois-Salaberry, et entre le 29 avril et le 7 mai pour la MRC de Vaudreuil-Soulanges. Le dernier gel peut atteindre la date du 17 au 25 mai dans les MRC des Jardins-de-Napierville dans la partie sud-ouest et les sommets de CoverHill au Haut-Saint-Laurent et dans la MRC de Beauharnois-Salaberry;
- la date moyenne du premier gel automnal varie entre le 30 septembre et le 7

octobre pour toutes les MRC, excepté celle du Haut-Richelieu (du 21 et le 29 septembre). Le gel automnal peut survenir plus tardivement, entre le 8 et le 15 octobre, ou plus tôt, entre le 21 et le 29 septembre dans les régions des MRC;

- la longueur de la saison de croissance des plantes varie entre 201 et 208 jours pour le secteur est du territoire de Roussillon, les MRC des Jardins-de-Napierville, du Haut-Richelieu, du Haut-Saint-Laurent et une petite partie de Beauharnois-Salaberry; et varie entre 208 et 215 jours dans le secteur ouest de la MRC de Roussillon et la majeure partie de la MRC de Beauharnois-Salaberry;
- le début de la saison de croissance des plantes se situe entre le 10 et le 14 avril pour tout le territoire et la fin entre le 31 octobre et le 4 novembre. Cette période de temps peut se prolonger entre le 10 et le 14 novembre pour les MRC de Roussillon et de Beauharnois-Salaberry, et du 5 au 9 novembre pour les MRC des Jardins-de-Napierville et du Haut-Saint-Laurent. Pour la MRC de Vaudreuil-Soulanges, la date de fin de la saison de croissance des plantes se situe entre le 26 et le 30 octobre dans le secteur nord et s'étire entre le 31 octobre et le 4 novembre le long du fleuve Saint-Laurent;
- le nombre d'unités thermiques maïs (UTM) est partout supérieur à 2 700 unités;
- Les précipitations totales annuelles se situent entre 830 et 1 020 mm selon les MRC.

La figure 4 illustre respectivement la température maximale, minimale et moyenne de 1942 à 1999 dans la région de Montréal.

**Figure 4.** Température annuelle de 1942 à 1999 pour la région de Montréal

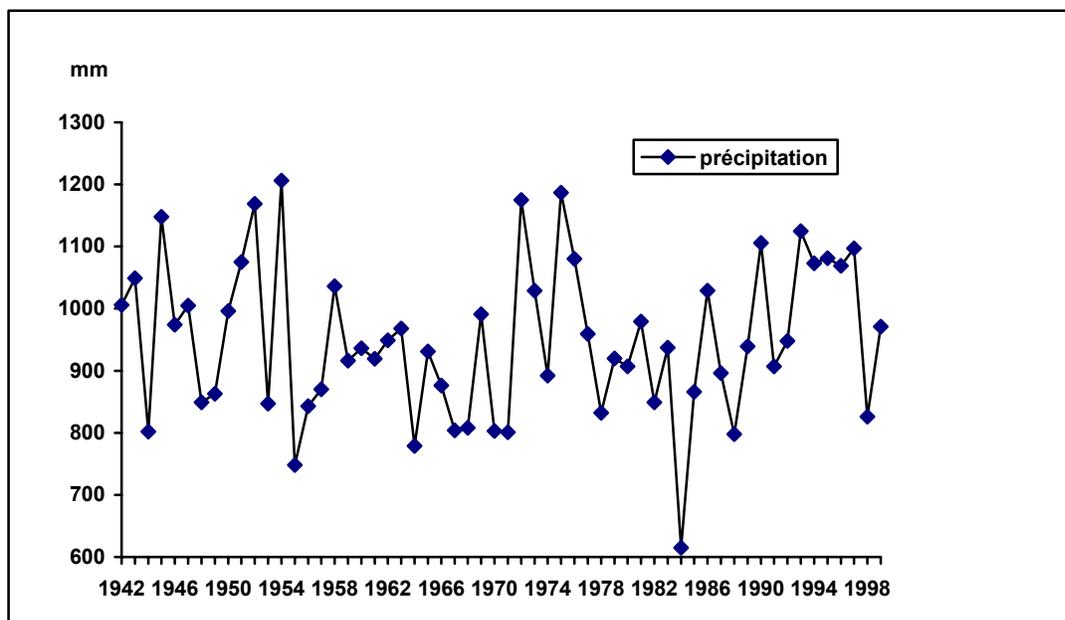


Source : Environnement Canada 1999

Les températures annuelles sont exceptionnellement chaudes en 1954, 1998 et 1999. Par contre, les plus basses sont observées au cours de la décennie 1970. Les années exceptionnellement sèches sont 1955 et 1984. Par contre, les précipitations les plus fortes sont observées dans les années 1945, 1952, 1954, 1973 et 1976. On notera également la forte hydraulicité entre 1993 et 1997.

La figure 5 montre les précipitations annuelles dans la région de 1942 à 1999.

**Figure 5.** Précipitations annuelles de 1942 à 1999 pour la région de Montréal



Source : Environnement Canada 1999

Sise au sud de la plaine Saint-Laurent, la Montérégie ouest est caractérisée par un ensemble de facteurs géologiques et physiques qui se manifestent dans une plaine monopolisée par des terres argileuses et limoneuses (MAPAQ, 1999). La topographie de la région se distingue par diverses unités physiographiques notamment:

- la plaine basse horizontale qui varie de 0 à 50 mètres dans les MRC de Roussillon, des Jardins-de-Napierville et du Haut-Richelieu; et de 30 à 50 mètres dans les autres MRC;
- des gradins de terre graveleuse, dont l'altitude varie de 100 à 250 mètres selon la MRC;
- la plaine ondulée de bosses caillouteuses, dont l'altitude varie entre 50 et 100

mètres dans les MRC de Roussillon, du Haut-Saint-Laurent et de Beauharnois-Salaberry;

- la plaine ondulée de bas coteaux dont l'altitude varie entre 50 et 120 mètres dans les MRC de Vaudreuil-Soulanges, du Haut-Richelieu et des Jardins-de-Napierville, et
- le plateau tabulaire, entre 175 et 360 mètres d'altitude, qui se trouve dans la MRC du Haut-Saint-Laurent.

La région de la Montérégie ouest jouit de nombreux bassins hydrographiques dont les principaux cours d'eau sont le fleuve Saint-Laurent et les rivières Richelieu et Châteauguay. Ils drainent la quasi-totalité des territoires des MRC et relient l'écoulement des eaux de surface de ces mêmes territoires.

Le tableau 7 donne un aperçu sur le potentiel agricole des MRC de la Montérégie ouest. Le classement utilisé est basé sur une combinaison de caractéristiques du climat et des sols, sur les limitations que les sols imposent à l'agriculture et sur leur capacité générale de produire des grandes cultures (MAPAQ, 1999).

**Tableau 7.** Répartition des classes de sols en comparaison avec les zones agricoles dans la Montérégie ouest

MRC	Superficie								Zones agricoles (ha)
	Aa		Bb		Cc		Total		
Montérégie Ouest	255 311ha	86,7%	30 756ha	0,5%	8 255ha	2,8%	294 319ha	100%	395 787ha
Total Montérégie	504 641ha	79,6%	111 887ha	17,6%	17 481ha	2,8%	634 009ha	100%	958 937ha
Total Québec	1 589 057	62,7%	743 964ha	29,3%	201 490ha	8,0%	2 534 510ha	100%	6 339 908ha

Sols de classe Aa : classe 1, 2, 3 (potentiel bon à excellent); Bb : classe 4 (potentiel moyen); Cc : classe 5 (potentiel pauvre)  
Sources : MAPAQ, Service des études économiques, 1976; CPTAQ, 1998

## 2.3 Profil agricole de la Montérégie ouest

### 2.3.1 Les exploitations agricoles

La Montérégie ouest accapare 40% des exploitations agricoles de l'ensemble de la Montérégie (8 831 exploitations agricoles), soit 25% de l'ensemble des fermes du Québec. Le tableau 8 chiffre le nombre d'exploitations agricoles, en 1999, enregistrées

dans chaque MRC de la Montérégie ouest. Les MRC des Jardins-de-Napierville, du Haut-Richelieu et du Haut-Saint-Laurent dominent avec respectivement, 22,3%, 22,2% et 21,1% des exploitations agricoles du total de la Montérégie ouest.

**Tableau 8.** Les exploitations agricoles en Montérégie ouest (1999)

MRC	Superficie (km <sup>2</sup> )	Nombre d'exploitations	Part des exploitations en %
Haut-Saint-Laurent	1 148,5	747	21,1%
Roussillon	371,5	270	7,6%
Beauharnois-Salaberry	468,3	401	11,2%
Jardins-de-Napierville	797,0	783	22,3%
Vaudreuil-Soulanges	855,7	551	15,6%
Haut-Richelieu	932,0	787	22,2%
Total Montérégie ouest	4 573,0	3 539	100%

Source : MAPAQ, 1999

### 2.3.2 La main d'œuvre agricole

Pour l'ensemble de la zone d'étude, la majorité de main d'œuvre agricole est familiale (Tableau 9). La MRC engageant plus de main d'œuvre non familiale est celle des Jardins-de-Napierville avec un taux de 43%.

**Tableau 9 .** Type de main d'œuvre en pourcentage par MRC (1995) en Montérégie ouest

Main-d'œuvre	Roussillon	Beauharnois-Salaberry	Haut-Saint-Laurent	Vaudreuil-Soulanges	Haut-Richelieu	Jardins-de-Napierville
Familiale	72%	89%	85%	82%	83%	57%
Rémunérée NF	28%	11%	15%	18%	17%	43%
Total (%)	100%	100%	100%	100%	100%	100%

Source : MAPAQ, 1999

NF : non familiale

En 1995, la production agricole a fourni 344 047 semaines de travail et 7 761 emplois agricoles étaient à temps complet dans la zone d'étude. Les membres actionnaires qui ont déclaré travailler sur leurs exploitations se chiffraient à 4 976 travailleurs. La main-d'œuvre familiale non actionnaire (conjoint, conjointe et enfants) qui a déclaré travailler sur l'exploitation se chiffrait à 2 615 travailleurs. Parmi la main d'œuvre non familiale, les exploitants agricoles ont déclaré engager 559 employés à temps plein, et 7 101 travailleurs à temps temporaire et saisonnier.

### 2.3.3 Le capital agricole

Le portrait des entreprises agricoles se caractérise aussi par l'acquisition et la possession de biens mobiliers et immobiliers liés au secteur agricole. Le tableau 10 affiche la valeur monétaire du capital agricole au sein de la Montérégie ouest.

**Tableau 10.** Répartition du capital agricole dans la Montérégie ouest (1996)

Capital agricole	Montérégie Ouest	%	Ensemble Montérégie	%
Machineries et matériel	408 000 000 \$	19,2%	910 000 000 \$	18,2%
Bétail et volaille	137 000 000 \$	6,5%	415 000 000 \$	8,3%
Terrains et bâtiments	1 579 000 000 \$	74,3%	3 683 000 000 \$	73,5%
Valeur totale	2 124 000 000 \$	100,0%	5 008 000 000 \$	100,0%
Valeur moyenne par ferme	601 000 \$	-	581 000 \$	-

Source : Statistique Canada 1996

Selon Statistique Canada (1996), la valeur totale du capital agricole des fermes montérégiennes de l'ouest s'élève à 2 124 000 000 dollars, ce qui représente près de 43% du capital agricole des exploitations agricoles de l'ensemble de la Montérégie. La valeur totale du capital agricole de la Montérégie ouest provient à 74% de la valeur des terrains et bâtiments, une valeur similaire à celle de la Montérégie (73,5%). Les fermes de la Montérégie ouest ont, en moyenne, une valeur totale de 601 000\$, ce qui est légèrement supérieur (3,44%) à la valeur moyenne des exploitations de la Montérégie.

#### 2.3.4 La superficie des exploitations agricoles

En 1995, le MAPAQ recensait, sur 8 831 exploitations en Montérégie, 3 539 fermes en Montérégie ouest. Le tableau 11 présente la répartition des terres en possession et en location pour l'ensemble du territoire à l'étude.

**Tableau 11.** Superficie agricole exploitée en Montérégie ouest (1995)

Superficie	Montérégie ouest			Montérégie totale		
	Total (ha)	% (n= 3 539) (ha)	Moyenne par exploitation	Total (ha)	% (n= 8 831) (ha)	Moyenne par exploitation
Possédée	239 514	78,6%	65	575 541	83,3%	65
Louée	65 048	21,4%	19	114 958	16,7%	13
Total	304 562	100,0%	86	690 499	100,0%	78

Source : EAE, MAPAQ, 1995

La superficie totale (somme des superficies possédées et louées) occupée par les exploitations agricoles de la Montérégie ouest correspond à 44% de la superficie agricole utilisée de l'ensemble de la Montérégie. Plus des trois quarts de la superficie agricole exploitée sont en propriété. En moyenne, les exploitants de la Montérégie ouest louent 6 ha de plus que la ferme moyenne de la Montérégie.

Le tableau 12 donne la répartition des exploitations agricoles selon leur superficie totale. Près de 60% du nombre de fermes en Montérégie ouest utilisent plus de 50 ha. L'importance des fermes de plus de 50 ha est beaucoup plus grande dans les MRC du Haut-Richelieu et du Haut-Saint-Laurent.

**Tableau 12.** Répartition des fermes selon leur superficie en Montérégie ouest (1995)

Superficie totale de la ferme	Nombre de fermes	Superficie totale	% du total des superficies
0 - 30 ha	830	12 224	4
30 - 50 ha	627	24 769	8
50 - 100 ha	1 049	76 021	25
100 ha et +	1 033	191 548	63
Total des superficies	3 539	304 562	100

Source : EAE, MAPAQ, 1995

### 2.3.5 L'irrigation et le drainage des sols

Le type d'exploitation agricole qui déclare irriguer le plus ses terres est celui des productions végétales (16%) (tableau 13). Les variations sont cependant importantes selon les types de production. D'une part, 45,6% des entreprises maraîchères déclarent irriguer leurs superficies après les entreprises (peu nombreuses) des petits fruits (75%). Les superficies irriguées des cultures maraîchères viennent en second lieu après celles des petits fruits (39,9%) et représentent 33,2% de leurs terres. D'autre part, 12,5% d'exploitations agricoles de grande culture déclarent drainer 92,5% de leurs superficies par rapport aux autres productions végétales, soit 82,9% de leurs sols comparativement à 64,3% pour les cultures maraîchères.

**Tableau 13.** Irrigation et drainage des sols en Montérégie ouest (1999)

Type d'entreprise	Entreprises recensées	Superficies en culture recensées	Irrigation		Drainage	
			% de fermes déclarant des sols irrigués	% des superficies irriguées	% de fermes déclarant des sols drainés	% des superficies drainées
Production végétale	1 166	106 838 ha	16,0%	5,1%	81,2%	78,9%
<b>Grandes cultures</b>	<b>730</b>	<b>88 408 ha</b>	<b>2,5%</b>	<b>0,5%</b>	<b>92,5%</b>	<b>82,9%</b>
<b>Cultures maraîchères</b>	<b>237</b>	<b>13 475 ha</b>	<b>45,6%</b>	<b>33,2%</b>	<b>76,4%</b>	<b>64,3%</b>
<b>Petits fruits</b>	<b>8</b>	<b>233 ha</b>	<b>75,0%</b>	<b>39,9%</b>	<b>87,5%</b>	<b>56,7%</b>
Production animale	936	75142 ha	0,6%	0,1%	73,1%	68,3%
Autres productions	3	-	-	-	0,0%	0,0%
Total	2 105	181 979 ha	9,1%	3,1%	77,5%	74,5%

Source : BPR-GREPA 1999

### 2.3.6 Types de productions

Le relief et la qualité des sols rendent l'agriculture possible sur la majorité du territoire de la Montérégie ouest. Le secteur primaire composé uniquement de l'agriculture (vu que la pêche et l'aquiculture commerciale demeurent très limitées) est caractérisé par une activité agricole dynamique et diversifiée avec les superficies végétales dominantes. Le tableau 14 présente les principales productions végétales en importance en Montérégie ouest.

**Tableau 14.** Productions végétales en importance dans la Montérégie ouest (1995)

Production	Superficie (ha)	%	Nombre de fermes	% total des fermes
Céréales et protéagineux	153 745	40	2 360	66,7
Blé	9 018	2	396	11,2
Maïs-grain	101 789	26	1 756	49,6
Soya	25 234	6	762	21,5
Légumes	19 129	5	657	18,6
Fourrages	61 134	16	1 942	54,9
Pâturages	17 759	5	1327	37,5
Fruits	272	0	108	3,1
Total	388 080	100	3 539(1)	100,0

(1) Le total des fermes en 1995 est 3 539

Source : MAPAQ, 1995

La production des grandes cultures s'avère dominante suivie de celle des fourrages et de la culture maraîchère. Les grandes cultures accaparent une superficie de 153 745 ha et est produite sur 2 360 fermes en 1995. La production du maïs-grain se démarque avec 66,2% de la superficie totale de grandes cultures.

BPR-GREPA (1999) confirme que les principales cultures du territoire de la Montérégie ouest sont les grandes cultures. Elles constituent plus des deux tiers de la superficie totale en terme de culture, soit 68%. Les plantes fourragères et les pâturages, deuxième secteur en importance selon la superficie cultivée, couvrent 40 722 ha soit 22%. Le secteur maraîcher représente 8% des superficies cultivées recensées. L'ensemble des autres secteurs couvrent moins de 2% des superficies cultivées.

Les entreprises spécialisées en production végétale exploitent 59% de la superficie totale en culture en Montérégie ouest et la moitié de la superficie recensée se retrouve sur les exploitations de grandes cultures. Des informations sur la superficie moyenne par ferme et la spécialisation des exploitations agricoles révèlent que parmi les exploitations spécialisées en production végétale, les plus grandes superficies moyennes cultivées par ferme se retrouvent sur les exploitations de grande culture (121 ha). Ces entreprises utilisent 92% de leur superficie totale en culture pour leurs principales productions.<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Nous nous attardons dans la présente étude sur la production agricole végétale, particulièrement la culture céréalière et maraîchère.

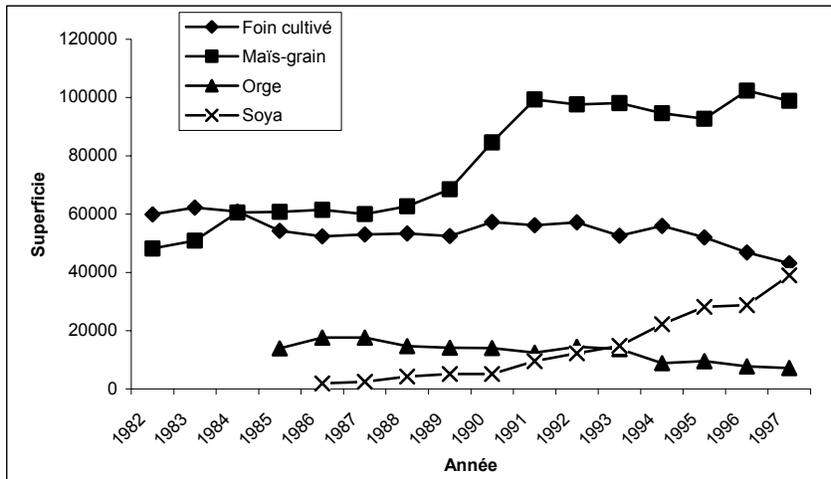
### 2.3.6.1 Culture céréalière

La culture céréalière a subi d'importantes variations de 1982 à 1997 (tableau 15, figure 6 à 8)).

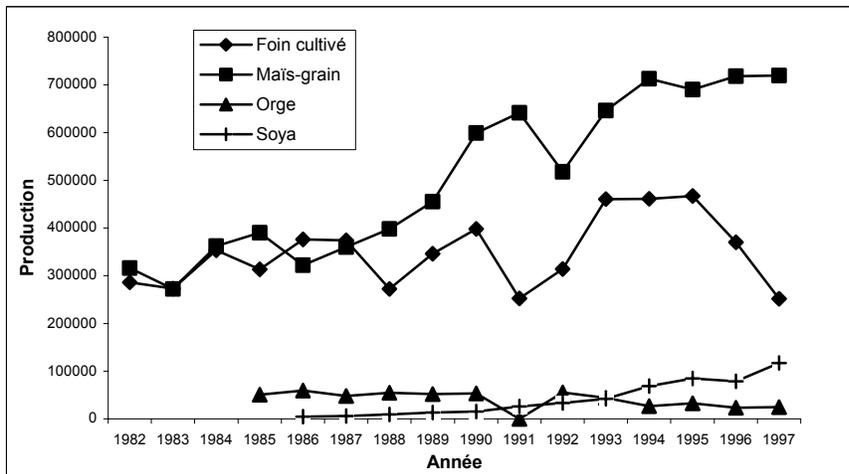
- Maïs-grain : Les rendements progressent lentement avec des années défavorables en 1986 et en 1992. Les superficies changent de palier entre 1989 et 1991; elles augmentent dans cet intervalle de 58%. La production totale a tendance à progresser significativement passant de 316 300 t en 1982 à 719 500 t en 1997.
- Foin cultivé : Les rendements varient en dents de scie avec une amplitude croissante. Les rendements maximaux sont affichés dans les années récentes. Les superficies sont relativement stables de 1982 à 1997 avec une tendance à une légère réduction depuis 1994. La production varie également en dents de scie avec une amplitude croissante. Les pires années ont été 1988, 1991 ainsi que 1992 et 1997.
- Orge Les rendements sont stables. Les superficies ont diminué entre 1986 et 1997 de 48%. La production diminue fortement de 59 400 t en 1986 à 24 700 t en 1997.
- Soya : Les rendements ont légèrement augmenté. Les superficies et la production subissent une exceptionnelle croissance.
- Avoine : Les rendements ont augmenté. Les superficies et la production sont en importante régression.
- Blé : Les rendements ont augmenté, les superficies et la production régressent significativement.
- Maïs fourrager : Les rendements sont quasiment stables. Cependant l'année la plus défavorable est 1992 avec 25,4 t/ha. Les superficies ont diminué jusqu'en 1996. La production est aussi en baisse.
- Grains mélangés : Les rendements sont plus ou moins stables. Les superficies ont considérablement baissé entre 1982 et 1997 de 85%. La production subit parallèlement une diminution importante dans cet intervalle.



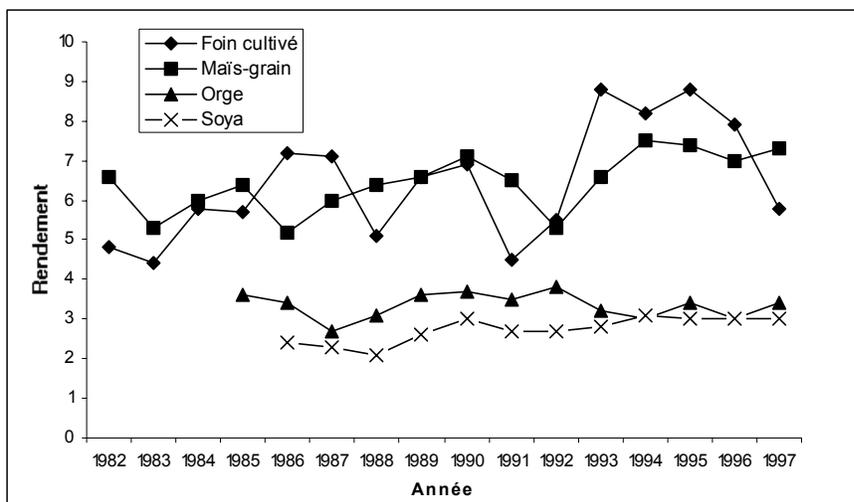
**Figure 6.** Superficie récoltée en foin cultivé, maïs-grain, orge et soya de 1982 à 1997 en Montérégie ouest.



**Figure 7.** Production en foin cultivé, maïs-grain, orge et soya de 1982 à 1997 en Montérégie ouest



**Figure 8.** Rendement en foin cultivé, maïs-grain, orge et soya de 1982 à 1997 en Montérégie ouest



En résumé, la conjoncture de la production céréalière a varié depuis 1982 et les tendances diffèrent selon les cultures. En effet,

- Les superficies et productions sont croissantes de 1982 à 1997 pour le maïs-grain et le soya, et le foin cultivé et décroissantes pour l'orge, l'avoine, le blé, le maïs fourrager et les grains mélangés.
- Les rendements sont en hausse pour le maïs-grain, le soya, le foin cultivé, l'avoine et le blé; et stable pour l'orge, le maïs fourrager et les grains mélangés.

### 2.3.6.2 Culture maraîchère

Selon l'Institut de la Statistique du Québec (1992), la Montérégie ouest occupait en 1990 le premier rang en superficie de culture maraîchère par rapport aux autres régions agricoles, et accaparait 44,6% de l'ensemble des cultures maraîchères du Québec. Le tableau 16 donne un résumé de la superficie de culture et de la récolte ainsi que la production et la valeur totale de la culture maraîchère en Montérégie ouest de 1982 à 1990.

**Tableau 16.** Évolution de la culture maraîchère de 1982 à 1990 en Montérégie ouest

Année	Superficie cultivée (ha)	Superficie récoltée (ha)	Production totale (000kg)	Valeur totale (000\$)
1982	13 339	-	205 417	32 135
1983	13 817	-	182 487	37 536
1984	15 495	-	231 465	38 034
1985	14 818	-	224 717	47 993
1986	12 884		135 593	37 211
1987	12 947	11 862	199 072	47 446
1988	13 824	12 955	202 462	52 777
1989	14 477	13 316	227 508	59 080
1990	15 873	14 432	238 805	65 096

Source : ISQ, éditions 1983, 1986, 1988, 1990 et 1992

La culture maraîchère a subi quelques variations au cours de la période 1982-1990. De 1982 à 1984, elle réalise un taux d'accroissement de 14% en superficie cultivée, alors que de 1985 à 1987, elle a chuté de 13%, perte qu'elle tend à récupérer jusqu'en 1990. Quant à la superficie récoltée, elle semble être en hausse depuis 1987 (17,8%). De même, la production totale a connu une baisse importante en 1986 soit 34% par rapport à 1982, puis elle tend à se redresser jusqu'en 1990 avec un taux de 43,2%. Par contre, la valeur à la ferme est marquée par une hausse de 1982 à 1985 (33%) qui diminue considérablement en 1986 de 21,3%, puis s'élève progressivement jusqu'en 1990, le taux d'accroissement étant de 42,8%.

Les variétés de la culture maraîchère dans la zone d'étude sont multiples et nombreuses. Le tableau 17 affiche en superficie les cultures maraîchères en Montérégie ouest pour les années 1990, 1993, 1999 et 2000.

**Tableau 17.** Culture maraîchère en Montérégie ouest en 1990, 1993, 1999 et 2000.

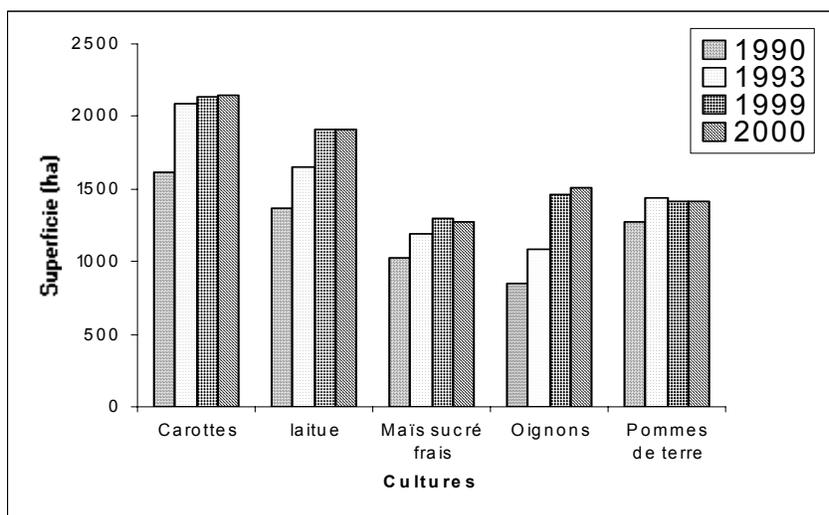
Culture	Superficie en ha							
	1990	%	1993	%	1999	%	2000	%
Artichauts	0,8	0,0	0,9	0,0	-	-	-	-
Asperges	18,7	0,2	7,2	0,1	10,8	0,1	11	0,1
Betteraves	72,2	0,7	89,7	0,7	70,2	0,5	70	0,5
Brocoli	555,6	5,1	522,2	4,2	654,6	4,8	702	5,1
Carottes	1609,9	14,7	2085,8	16,8	2129,5	15,7	2148	15,7
Céleri	374	3,4	354,1	2,9	399,9	2,9	400	2,9
Choux	583,2	5,3	589	4,7	643,9	4,7	668	4,9
Choux-fleurs	238,6	2,2	362,5	2,9	284,8	2,1	298	2,2
Citrouille	142,7	1,3	158,2	1,3	167,9	1,2	161	1,2
Concombres	277	2,5	283,4	2,3	305,9	2,3	321	2,3
Courges	173,6	1,6	141,5	1,1	177	1,3	174	1,3
Échalotes	72,2	0,7	69,2	0,6	105,1	0,8	105	0,8
Endives	26	0,2	55,4	0,4	58,9	0,4	59	0,4
Épinards	128,6	1,2	145,2	1,2	138,9	1,0	138	1,0
Fines herbes	26,2	0,2	33,7	0,3	35,1	0,3	-	-
Gourganes	12,1	0,1	19,5	0,2	19,4	0,1	19	0,1
Haricots frais	726,8	6,7	801,3	6,5	794,3	5,9	796	5,8
Laitue	1371	12,6	1649,6	13,3	1912,7	14,1	1916	14,0
Maïs sucré frais	1031,7	9,4	1195,6	9,6	1294	9,5	1273	9,3
Oignons	843,2	7,7	1087,5	8,8	1466,5	10,8	1504	11,0
Poivrons	261,2	2,4	273,8	2,2	334,8	2,5	340	2,5
Poireaux	77,1	0,7	82	0,7	86,1	0,6	-	-
Pois frais	65,7	0,6	52,4	0,4	69,8	0,5	71	0,5
Pommes de terre	1269,2	11,6	1442,9	11,6	1411,6	10,4	1419	10,4
Pommes de terre de semence	2,5	0,0	0,9	0,0	-	-	89	0,7
Radis	334,7	3,1	281,3	2,3	384,3	2,8	384	2,8
Rhubarbe	0,2	0,0	1,1	0,0	-	-	-	-
Rutabagas et panais	74,3	0,7	38,8	0,3	44,7	0,3	45	0,3
Tomates fraîches	406,6	3,7	436,2	3,5	367,6	2,7	370	2,7
Autres légumes	143,5	1,3	156,8	1,3	201	1,5	204	1,5
Total	10919,1	100,0	12417,7	100,0	13569,3	100,0	13685	100,0

Source : MAPAQ, 1991, 1994, 1999 et 2000

La culture maraîchère réalise une croissance non négligeable durant les années 1990, 1993, 1999 et 2000, le taux de variation enregistré est de 21% (1990-2000). Les superficies en culture dominantes sont celles réservées aux carottes, à la laitue, au maïs sucré frais, à la pomme de terre et aux oignons. Ces cinq productions se partagent 60% des superficies, les 40% restant sont divisées entre les 25 autres productions. Elles sont continuellement en hausse mais, subissent quelques fluctuations relativement élevées pour les carottes de 23% (1990-1993), la laitue de 28% (1990-1999) et les oignons de 44% (1990-2000) et quasiment stables pour le maïs sucré frais et la pomme de terre en 1999 et 2000. Les autres types de culture en dominance après les carottes, la laitue, les oignons, le maïs sucré frais et la pomme de terre sont le brocoli, les choux, les haricots frais et les tomates fraîches. La superficie du brocoli et des choux est à la baisse en 1993 respectivement de 6% et 15,5% par rapport à 1990, et celle des haricots frais et des tomates fraîches diminue en 1999 respectivement de 1% et de 15,7%. Pour le reste des cultures maraîchères, la superficie est relativement négligeable, la tendance est à :

- la croissance pour certaines cultures (comme l'artichaut, le céleri, le chou-fleur, le concombre, la citrouille, les courges, les pois frais, le radis, le rhubarbe, les autres légumes) et particulièrement, les endives et les pommes de terre de semence qui augmentent considérablement, respectivement de 56% en 2000 par rapport à 1990 et 97% en 2000 par rapport à 1990,
- la décroissance pour d'autres comme les asperges (41,2% en 2000 par rapport à 1990), et les rutabagas et panais (39,4% en 2000 par rapport à 1990). La figure 9 montre la tendance de l'évolution des cultures dominantes en Montérégie ouest entre 1990 et 2000.

**Figure 9.** Évolution de la superficie des cultures maraîchères dominantes (carottes, laitue, maïs sucré frais, oignons et pommes de terres) en Montérégie ouest (1990, 1993, 1999, 2000).



## 2.4 Dommages et assurances

Les rendements sont affectés annuellement par différentes causes : la grêle, la sécheresse, le gel tardif ou hâtif, l'excès de pluie, de vent, d'humidité ou de chaleur. Les dommages peuvent avoir aussi pour cause l'invasion d'oiseaux, d'insectes, d'animaux sauvages ou la propagation de maladies. Pour se protéger, les producteurs peuvent recourir à l'assurance.<sup>2</sup>

Les **producteurs maraîchers** peuvent souscrire à deux plans d'assurance : le plan A « tout risque » couvre toutes les causes climatiques et autres, le plan B se limite aux dommages causés par la grêle.

En Montérégie ouest, la principale cause de dommages aux cultures maraîchères est la grêle pour la culture maraîchère, suivie de la sécheresse et de l'excès de pluie. Moins fréquemment, les réclamations sont associées à des gels hâtifs ou tardifs, à des maladies incontrôlables (souvent dues à l'excès de pluie) et à des excès de chaleur.

Au cours de la dernière décennie, on observe une tendance à la réduction de l'adhésion au Plan A<sup>3</sup> (Tableau 18). Le nombre d'adhérents est passé de 150 en 1990 à 20 en 1999, ce qui se reflète sur les superficies assurées, ainsi que sur les superficies indemnisées. Par ailleurs, le montant versé comme indemnisation par hectare indemnisé ne cesse de croître passant de 1 000 \$/ha en 1993 à 3 000 \$/ha en 1999 (Figure 10). En 1998, il y a eu une sécheresse au Québec causant des dommages importants à toutes les productions agricoles (Vanasse, comm. pers.). En 1989, la clientèle assurée des cultures maraîchères augmente de beaucoup car les dommages de 1988 étaient très sévères (de 195 à 275 assurés). Par la suite, pour obtenir une subvention du gouvernement fédéral, les producteurs maraîchers devaient adhérer à l'assurance récolte pour deux années consécutives. Cette subvention a été annoncée en 1990 et offerte en 1990, 1991 et 1992; la clientèle de ces années a alors augmenté significativement. Après la subvention, plusieurs producteurs ont quitté l'assurance car selon eux les primes étaient trop élevées et le plan ne correspondait pas à leurs besoins. L'assurance du plan A est devenue plus coûteuse considérant les indemnités payées.

---

<sup>2</sup> Les auteurs tiennent à remercier sincèrement M. Sylvain Vanasse de La Financière Agricole du Québec pour la mise à jour de l'information sur les réclamations.

<sup>3</sup> De 1986 à 1989, le nombre d'assurés a été respectivement de 93, 163 195 et 215.

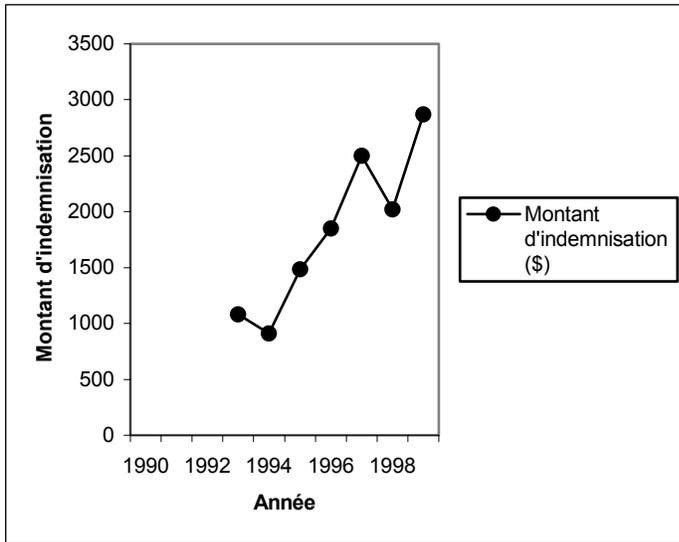
**Tableau 18.** Productions assurées et indemnisées de la culture maraîchère de 1990 à 1999 en Montérégie ouest

An	Nombre		Valeur assurée (\$)	Nombre indemnisé		Total indemnisation (\$)	Montant indemnisé (\$/ha)
	Expl. assurés	ha assurés		Expl.	ha		
1990 A	150	3 769	8 659 501			1 435 211	
B	159	4 562	14 063 068			0	
1991 A	153	3 145	7 172 116			765 863	
B	214	4 275	12 712 338			96 660	
1992 A	108	1 690	4 855 546			504 952	
B	137	2 979	11 690 906			175 649	
1993 A	76	1 236	4 673 912	53	638	688 834	1 079,7
B	109	2 545	10 879 714	22	179	218 845	1 219,3
1994 A	60	1 144	3 666 716	31	379	344 228	908,3
B	97	2 205	8 591 675	7	41	64 835	1 581,3
1995 A	38	930	2 970 533	21	232	344 664	1 485,6
B	97	2 229	9 120 810	5	53	89 785	1 694,1
1996 A	26	457	2 011 855	20	276	510 560	1 849,9
B	106	2 485	11 539 628	35	793	693 799	874,9
1997 A	21	361	1 615 817	10	105	262 408	2 499,1
B	106	2 591	11 178 976	18	169	100 094	592,3
1998 A	19	313	1 369 157	10	398	803 859	2 019,8
B	110	2 651	11 967 265	30	784	648 403	827,0
1999 A	20	381	2 037 217	10	115	329 731	2 867,2
B	111	2 868	12 613 014	29	388	361 689	932,2
Total*	657	-	-	-	-	-	-
Moy A							1 815,7
B							1 103,0

\* 657 est le nombre de fermes enregistrées en 1995 (MAPAQ) et le montant moyen d'indemnisation à l'ha correspond à la moyenne des années pour les plans A et B.

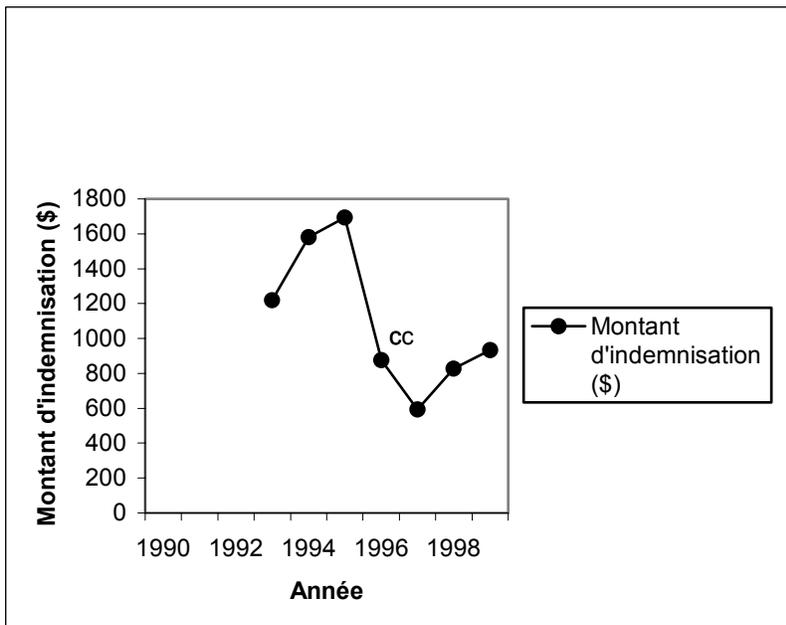
Source : RAAQ de 1990 à 1999; M. Sylvain Vanasse de La Financière Agricole du Québec

**Figure 10.** Coût d'indemnisation à l'ha pour la culture maraîchère selon le plan A (Assurance tout risque)(1990-1999) en Montérégie ouest.



Après 1993, plusieurs producteurs ont choisi le plan B plutôt que le plan A. Les primes y sont moins élevées en raison de la couverture d'une seul risque, la grêle. Le nombre annuel d'adhérents se maintient autour de 105 (Tableau 18). L'indemnisation à l'hectare a varié de 800 \$/ha à 1 800 \$/ha selon l'année (Figure 11).

**Figure 11.** Coût d'indemnisation à l'ha pour la culture maraîchère selon le plan B (Assurance contre la grêle)(1990-1999) en Montérégie ouest.



Les causes de dommages pour la **culture céréalière** sont multiples et diverses avec l'excès de pluie et les sécheresses comme causes principales respectivement de 390 et 280 réclamations soit 76% (Tableau 19). Le gel (tardif ou hâtif) suit avec 77 réclamations; viennent ensuite comme cause de dommages les maladies et l'excès de chaleur.

**Tableau 19.** Nombre de réclamations selon les causes de dommages pour la culture céréalière (1990-1999)

Causes/Années	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	Total
Excès de pluie	58	23	48	80	44	45	34	17	18	23	390
Sécheresse	23	63	9	2	25	25	34	55	34	10	280
Gel (tardif et hâtif)	4	18	37	6	0	0	0	2	6	4	77
Maladies	6	11	1	3	2	1	2	5	4	0	35
Excès de chaleur	2	4	0	5	14	0	0	0	0	1	26
Crue des eaux	1	0	2	4	0	4	2	0	4	0	17
Excès de vent	2	2	6	3	0	0	1	0	1	0	15
Insectes	4	2	1	1	3	0	0	0	0	3	14
Fusariose	0	0	0	0	0	0	0	8	0	0	8
Excès d'humidité	0	0	4	2	0	0	0	0	1	0	7
Grêle	0	0	2	0	0	1	1	0	1	0	5
Ouragans/ tornades	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	2
Oiseaux	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	2
Animaux sauvages	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1
Sauvagine	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
Total	101	123	111	108	89	76	74	87	69	42	880

Au cours des dix dernières années, près de 24% des céréaliers assurés reçoivent des indemnités annuelles et plus de 16% de superficies assurées sont indemnisées (Tableau 20); alors que près de 60% des céréaliers de la Montérégie ouest sont assurés, pour une superficie moyenne assurée dans les années 1990 de 61 899 ha. Le nombre d'exploitants assurés demeure quasiment constant durant cette période. Par contre, le nombre d'exploitants et les superficies indemnisées s'avèrent très variables. Près du quart des exploitants sont indemnisés annuellement pour une superficie moyenne annuelle de 10 000 ha. L'indemnisation moyenne à l'hectare se chiffre à 161,57 \$/ha (Figure 12).

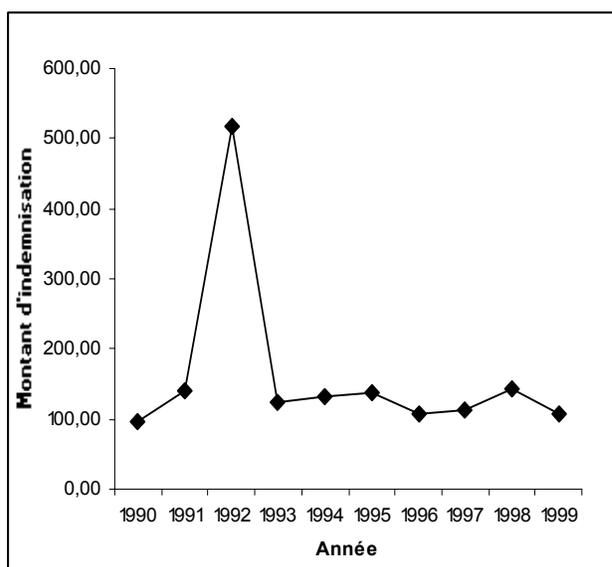
**Tableau 20.** Productions assurées et indemnisées de la culture céréalière de 1990 à 1999 en Montérégie ouest.

Année	Nombre		Valeur (\$) des superficies assurées	Nombre		Total indemnisation (\$)	Montant indemnisation à l'ha (\$/ha)
	Exploitants assurés	ha assurés		Exploitants indemnisés	ha indemnisés		
1990	1 384	60 717,30	51 983 709,55	266	9 074,30	864 493,07	95,27
1991	1 178	52 064,54	42 048 272,00	328	8 463,70	1 177 122,48	139,08
1992	1 237	54 368,90	43 398 979,00	453	16 542,80	8 538 374,48	516,14
1993	1 394	65 711,00	43 008 415,00	566	23 855,80	2 953 935,84	123,82
1994	1 386	61 624,30	40 410 379,00	429	9 201,03	1 213 837,10	131,92
1995	1 351	58 199,40	37 256 081,00	155	3 524,70	488 066,14	138,47
1996	1 444	68 140,72	52 463 926,00	409	11 028,04	1 183 190,60	107,29
1997	1 387	64 679,60	50 563 350,00	365	11 923,40	1 342 637,13	112,61
1998	1 390	65 411,40	53 836 962,00	180	4 575,70	655 060,11	143,16
1999	1 383	68 073,00	59 931 783,00	80	1 839,60	198 628,58	107,97
Total*	2 360	-	-	-	-	-	161,57

\* 2 360 est le nombre de fermes enregistré en 1995 (MAPAQ) et 161,57 (\$/ha) est le montant moyen d'indemnisation à l'ha.

Source : RAAQ de 1990 à 1999

**Figure 12.** Coût d'indemnisation à l'ha pour la culture céréalière (1990-2000) en Montérégie ouest



## Chapitre 3

### Le potentiel d'adaptation des producteurs

Ce chapitre vise deux objectifs. D'abord, il fait état d'une réflexion théorique menée sur les indicateurs à choisir pour évaluer le potentiel d'adaptation des producteurs. Ensuite, il présente les résultats d'une application pour les producteurs québécois, issue d'entrevues menées auprès de producteurs et d'un atelier regroupant des experts interdisciplinaires de la région Montérégie ouest.

#### 3.1 Réflexions sur les indicateurs pour évaluer la capacité d'adaptation aux changements climatiques des producteurs.

Cette section propose un modèle d'indicateurs pour évaluer la capacité d'action et d'adaptation des producteurs agricoles aux changements climatiques. Le modèle d'indicateurs a pour objectif d'informer adéquatement les producteurs agricoles et les décideurs sur la situation générale et les tendances propres aux divers éléments de l'agriculture de la Montérégie secteur ouest. Par **adaptation**, nous entendons toutes les mesures de réponse susceptibles d'être adoptées en vue de compenser ou de réduire les impacts du changement climatique (Groupe de recherche en adaptation environnementale, 1996). Les indicateurs ci-dessous suggérés permettront de structurer l'information relative aux aspects suivants:

- les comportements et la perception des exploitants agricoles face aux changements climatiques;
- les tendances actuelles et futures concernant les pratiques de gestion, l'utilisation des ressources hydriques, du sol et des intrants;
- l'intégration actuelle des exploitants agricoles et leur participation au réseau en place;
- les tendances en regard de la production, des rendements et du marché.

##### 3.1.1 Développement des indicateurs

Un **indicateur** est un paramètre, une variable ou une valeur dérivée de ceux-ci que l'on peut mesurer ou observer; et qui exprime de façon synthétique l'état d'un système ou un phénomène particulier. Les indicateurs ont deux fonctions (OCDE 1993). D'abord, ils se veulent une synthèse de plusieurs paramètres qui seraient normalement requis pour dresser un portrait fidèle d'une situation ; c'est d'ailleurs la raison pour laquelle les indicateurs proposés sont limités en nombre. Ensuite, ils ont pour but de faciliter le processus de communication entre les différents intervenants impliqués dans l'étude du phénomène puisque les résultats sont transmis à ceux-ci de façon simple et accessible. Dans notre cas, ils ne mesurent pas nécessairement tous les aspects des impacts des changements climatiques sur l'agriculture; ils ont été choisis car ils donnent dans leur ensemble un aperçu, à diverses échelles, des pressions exercées sur l'agriculture et de certaines réponses apportées à ces pressions.

L'objectif visé par le choix des indicateurs est de donner une appréciation du potentiel d'adaptation des producteurs aux changements climatiques. Ce potentiel s'inspire de leurs capacités de répondre aux changements. De plus, ils permettront de déceler les lacunes au niveau de la connaissance actuelle et de la recherche requise pour ainsi contribuer à la formulation éventuelle de recommandations. Ils peuvent aussi constituer une ligne directrice ou un outil de mesure pour les exploitants agricoles n'ayant pas à leur disposition de méthode d'évaluation de leurs stratégies d'investissement. La caractéristique multidimensionnelle des indicateurs (dimensions socio-économiques et environnementales) devrait aussi faciliter l'intégration dans le processus décisionnel.

Le groupe de recherche en adaptation environnementale a réalisé en 1996 une étude sur les effets sociaux, biologiques et économiques des changements climatiques au Canada, ainsi que sur les réponses d'adaptations possibles. Cette étude a démontré la nécessité d'élaborer des indicateurs. Les auteurs ont noté l'absence d'indicateurs permettant de suivre et d'identifier les fluctuations climatiques anormales qui sont responsables de répercussions positives ou négatives sur l'agriculture. Bien qu'à l'heure actuelle, nous possédions un ensemble d'indicateurs démontrant la présence significative des changements climatiques et des impacts de ceux-ci sur l'agriculture, ces derniers ne reflètent d'aucune manière une adaptation au phénomène (McRae, 2000). Ces chercheurs ont aussi noté qu'il y avait un besoin d'établir un lien quantitatif entre la fréquence et l'intensité d'évènements (sécheresse, grêle, gel) et les dommages causés aux cultures. Les indicateurs répondent donc à un besoin pressant des gestionnaires du monde agricole en vue d'une meilleure gestion de l'information climatique (incluant les tendances et changements potentiels) dans les opérations routinières et en vue d'une mesure adéquate du potentiel d'adaptation.

**Le choix des indicateurs** doit être relié à l'objectif visé. On veut identifier le potentiel d'adaptation des producteurs aux changements climatiques sur la base de l'analyse de leur stratégie d'investissement passée, actuelle et anticipée. Le défi principal est de cerner des indicateurs agroclimatiques que les exploitants jugent importants dans leur processus décisionnel. Pour être pertinents, ces indicateurs doivent être mesurables (disponibilité des données, niveau d'expertise requise) et scientifiquement fiables (validité, adaptabilité à différents contextes, représentativité). En ayant ces critères de sélection à l'esprit, nous pouvons plus facilement construire un ensemble d'indicateurs.

Afin de structurer ces derniers, nous avons choisi comme cadre initial de travail le modèle Pression – État - Réponse (PER), adopté par la plupart des pays de l'OCDE pour donner de l'information sur l'état de l'environnement et aussi pour évaluer la performance environnementale nationale. Les différentes étapes d'un cycle de politique environnementale qui comprend la perception du problème, la formulation de la politique et les mesures de suivi et d'évaluation sont structurées à l'intérieur de ce modèle (Agriculture et Agro-alimentaire Canada, 1995). Ce dernier lie selon un principe de causalité, les pressions exercées sur l'environnement par les activités humaines, l'état de l'environnement et les changements dans la qualité des ressources (état) et la réponse sociale à l'état de l'environnement et à son évolution (Dumanski, 1996). Dans

le cas présent, ce modèle sert à illustrer la relation entre les influences climatiques sur l'agriculture, les pratiques de gestion des ressources à la ferme et le niveau d'adaptation (Figure 13 et 15). *Dans le cadre de la présente recherche, nous nous concentrerons sur la connaissance des producteurs de l'état de leur environnement et sur les réponses qu'ils y donnent.*

Les indicateurs de pressions exercées sur l'agriculture incluent les changements climatiques, les pressions socio-économiques qui relèvent de l'évolution et de la demande des marchés et les pratiques de gestion et d'utilisation des intrants. Les indicateurs d'état englobent la qualité des eaux et des sols ainsi que de l'écosystème. Les indicateurs de réponse, quant à eux, abordent les thèmes touchant à l'adaptation au réseau, aux comportements et à la perception des producteurs agricoles ainsi qu'aux politiques gouvernementales influençant les activités de la ferme. McRae *et al.* (2000) propose une typologie particulièrement utile des moyens de réponse aux événements que nous pouvons appliquer aux changements climatiques. En fait, ils ont identifié six modes d'adaptation auxquels les indicateurs doivent faire référence: la capacité de résilience, la capacité de changement, la capacité de prévention, la capacité de recherche, la capacité de sensibilisation et la capacité d'évitement. L'ensemble des indicateurs proposés sous-entend l'intégration de ces modes d'adaptation. Bref, une stratégie d'adaptation gagnante agira tant au niveau de la formation et de la recherche, qu'au niveau éducatif, légal, financier et technologique.

La figure 14 illustre la procédure utilisée pour le développement des indicateurs. Sous forme de hiérarchie, elle présente d'abord le système qui est le lieu géographique de l'étude, ce système est ouvert aux influences provenant de l'extérieur. Si l'on veut évaluer la capacité d'adaptation, il est essentiel d'effectuer des recherches sur l'acceptabilité sociale et culturelle, et sur les mécanismes financiers et institutionnels nécessaires pour faire face au changement climatique (IPCC 1996). Les indicateurs considèrent à la fois les *dimensions* biophysiques et socio-économiques. Les options socio-économiques pour augmenter le potentiel d'adaptation impliquent de fournir des outils d'information et d'éducation aux producteurs agricoles. Cela inclut l'évaluation des stratégies de réponse à la variabilité climatique, l'augmentation de la recherche dans le domaine et le transfert d'information entre les différents producteurs.

Ces deux dimensions sont rattachées à deux *sous-systèmes* qui à leur tour touchent à cinq grands *enjeux* environnementaux avec lesquels le secteur agricole est aux prises. Le premier est l'écosystème où les enjeux de gestion de l'eau, de gestion des sols, et de gestion des intrants sont abordés. Le second réfère au système de production agricole où les enjeux sont : la capacité d'intégration et de participation au réseau local, régional, national et international, ainsi que le renforcement des capacités d'adaptation,

**Figure 13.** Le modèle Pression-État-Réponse, Agriculture et changements climatiques

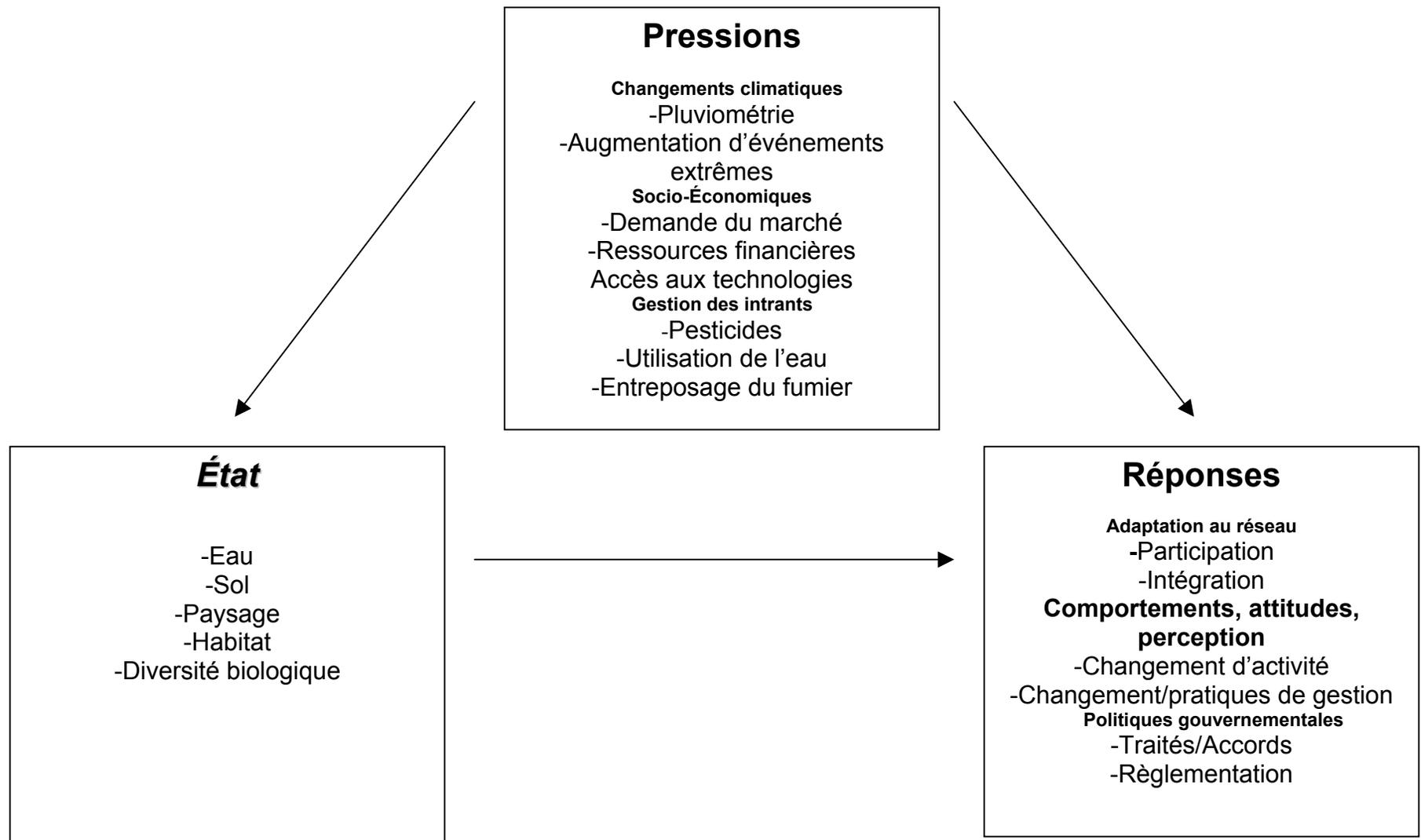
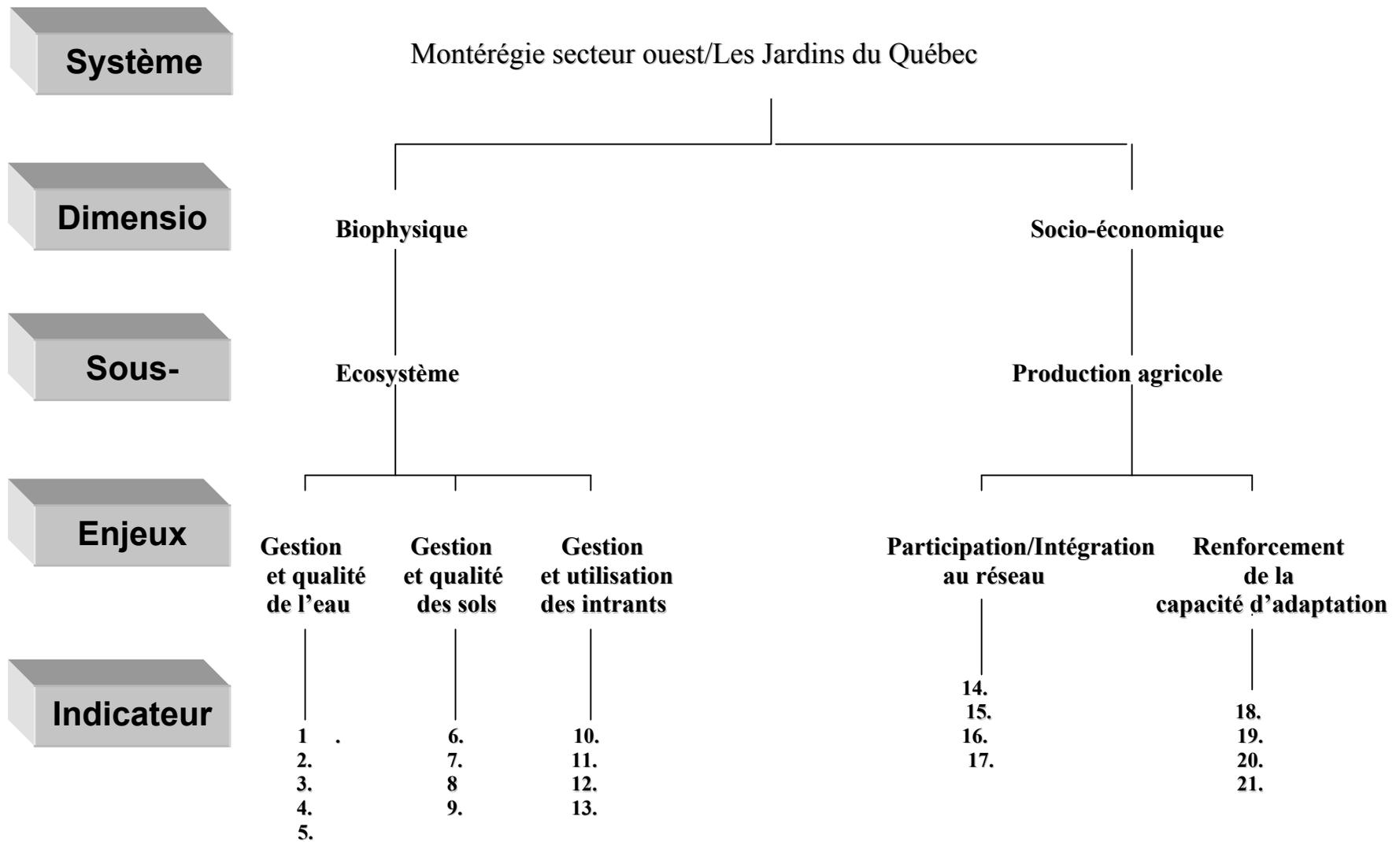
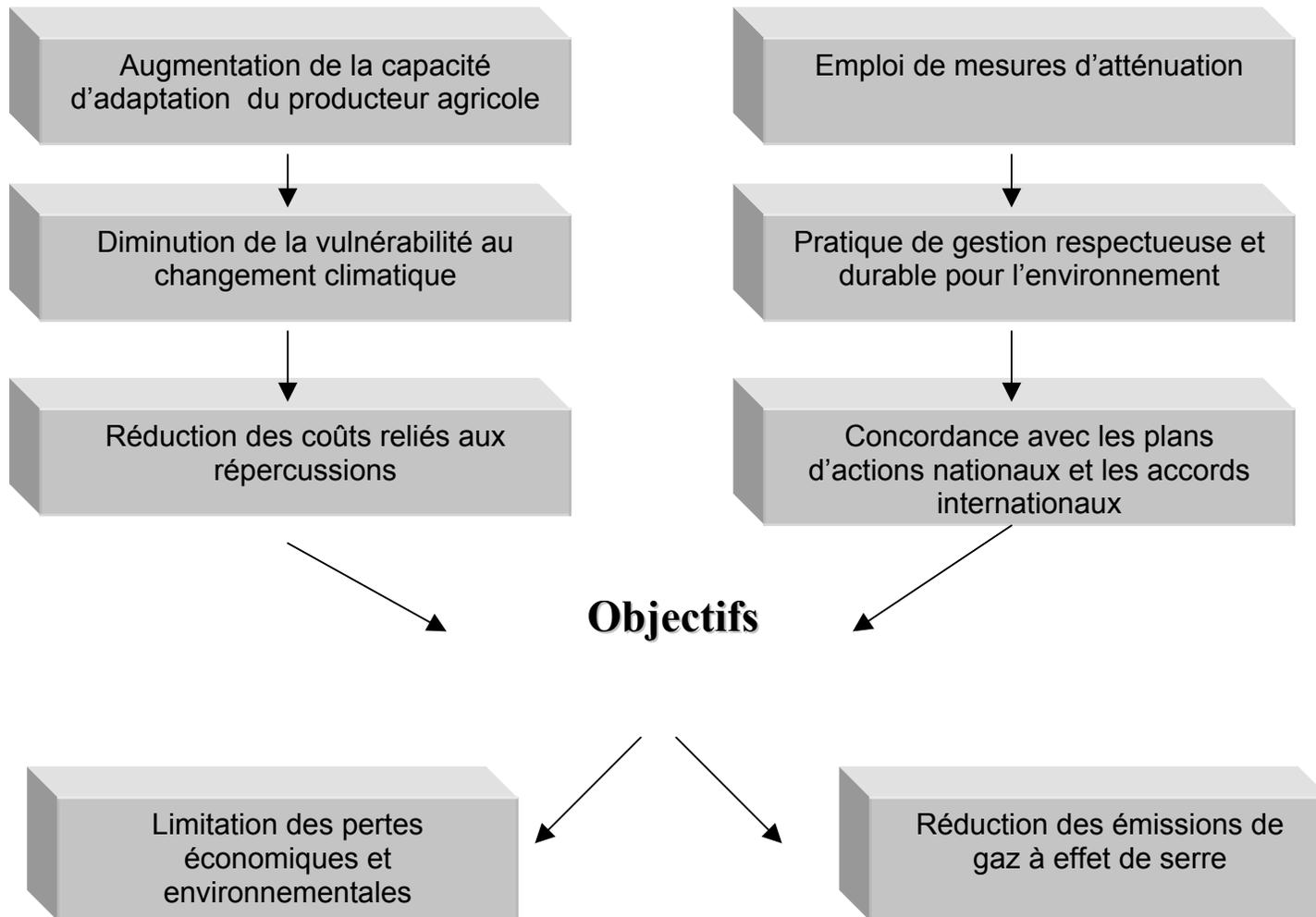


Figure 14. Développement des indicateurs



**Figure 15.** Agriculture et changement climatique

Une action à deux niveaux



### 3.1.2 Présentation des indicateurs potentiels

L'analyse de la littérature nous a permis d'identifier un ensemble d'indicateurs que nous avons jugés plus pertinents. Ceux-ci sont regroupés selon les enjeux principaux. Après une brève présentation des enjeux, nous identifions les indicateurs pertinents et identifions quelques variables potentielles pour les évaluer.

#### **Enjeu : Gestion des sols**

Ces indicateurs visent à mesurer les pratiques culturales de conservation des sols. Les stratégies optimales pour diminuer les risques d'érosion et augmenter la fixation du carbone dans le sol sont diffusées par les groupes d'encadrement technique professionnel et s'insèrent dans un ensemble de théories et de pratiques connues. Par exemple, l'indicateur du degré de couverture végétale des sols nous montre dans quelle mesure les agriculteurs adaptent leurs stratégies de gestion pour accroître la pérennité des sols. Plus le degré de couverture végétale est élevé et moins il y a de jours sans couverture du sol, plus la teneur en matière organique des sols augmente, ce qui contribue à réduire le ruissellement et à maintenir les éléments nutritifs dans les horizons supérieurs. Suite aux changements climatiques, la qualité des sols risque de subir des altérations tels la perte de matière organique, la salinisation et l'érosion. Des stratégies de gestion à long terme visant à augmenter la teneur en matière organique des sols s'avéreraient positives pour les terres agricoles, car en plus d'augmenter les nutriments et la capacité de rétention d'eau ainsi, la fixation du carbone dans le sol sera accrue Matson *et al.* (1997).

#### *Indicateurs*

1. Connaissance du bilan hydrique/impacts des déficits hydriques mesurés  
*Variables de référence:* comptabilisation des jours de pluie, jours de sécheresse, pertes de récoltes en (ha) engendrées
2. Adoption de pratiques anti-érosives  
*Variables de référence:* % de la superficie totale en culture, techniques employées, plantations brise-vent
3. Zones tampons entre les superficies en culture et les points d'eau  
*Variables de référence:* nombre de plantation d'arbres effectuées, travaux de restauration des berges effectués
4. Fréquence d'alternance du choix des semences  
*Variables de référence:* diversité de cultures présentes, plantations choisies selon les prédictions saisonnières

5. Degré de couverture végétale

*Variables de référence:* nombre de jours sans couverture du sol,

**Enjeu : Gestion des eaux**

Avec les effets attendus des changements climatiques sur le régime hydrologique, il est possible que l'eau ait à être encore mieux gérée pour maintenir la production agricole. Dans ce contexte, les indicateurs développés mesureront à quel niveau les producteurs agricoles sont préparés au déficit des précipitations et à la rationalisation de la gestion de l'eau. De plus, la disponibilité en eau est une variable fondamentale qui contribue à la définition des paysages et au fonctionnement d'autres activités économiques et sociales.

*Indicateurs*

6. Superficie des terres irriguées.

*Variables de référence:* % par rapport à la superficie totale

7. Prise en compte du bilan hydrique dans la gestion des décisions à la ferme

8. Comparaison effectuée entre la disponibilité en eau et la croissance agricole

*Variables de référence:* bilan saisonnier de la productivité, quantité de précipitations saisonnière

9. Quantité d'eau disponible pour une saison agricole et son niveau de qualité

*Variables de référence:* présence de puits, entente conclue avec fournisseur, disponibilité en litres, infrastructures en place

**Enjeu : Gestion des intrants**

L'agriculture joue deux rôles en ce qui a trait aux changements climatiques. Elle peut s'adapter afin de limiter les pertes économiques et environnementales liées à ces changements et elle peut employer des mesures d'atténuation afin de réduire les émissions de gaz à effet de serre (Figure 3). L'utilisation des intrants est certainement la variable qui peut contribuer le plus à ces deux rôles. En effet, en plus d'engendrer des coûts économiques importants, l'application des pesticides et des engrais contribuent à l'émission des gaz à effet de serre et à la dégradation des sols. Ces indicateurs permettront notamment de voir dans quelle proportion les producteurs agissent pour des motifs à la fois économiques et écologiques. L'augmentation de la variabilité climatique pose donc plusieurs défis car les risques de perte attribuables aux insectes, ravageurs et aux maladies sont influencés par des variables telles la température et l'humidité (IPCC, 1996); le risque de recourir aux pesticides afin de

contrer les effets des variations climatiques est donc présent. Le milieu agricole devra tenir compte de ces préoccupations dans un contexte où la pression pour la réduction des produits chimiques est de plus en plus forte.

#### *Indicateurs*

10. Quantité de pesticides utilisée par unité de superficie cultivée

*Variables de référence:* recours à des réseaux de dépistage

11. Superficie des terres en jachère par rapport à la superficie totale (%)

12. Recours à des méthodes de lutte non-chimiques

*Variables de référence:* méthodes biologiques (utilisation de prédateurs, de parasites, d'agents pathogènes) et culturales (plantes de couverture, rotation, engrais verts, faux-semis)

13. Entreposage du fumier

*Variables de référence:* capacité d'entreposage/jours, quantité de fumier excédentaire composté, séché

### **Enjeu : Participation et intégration au réseau**

Ces indicateurs cherchent à vérifier l'influence des variables du capital humain sur les pratiques agricoles. L'accès à l'information, le recours à un bassin d'experts et la participation à des groupes de discussion contribuent à l'amélioration des pratiques de gestion et viennent renforcer l'adaptation collective au climat, à ses aléas et aux changements climatiques.

#### *Indicateurs*

14. Activités d'éducation et de formation

*Variables de référence:* nombre de conférences/colloques et/ou ateliers assistés au cours de la dernière année, nombre de participants de l'entreprise, niveau d'accessibilité financière

15. Recours à une assistance professionnelle et qualité de l'encadrement

*Variables de référence:* membre d'un agro-conseil ou autre regroupement environnemental d'aide technique, fréquence de révision des stratégies de production, nombre d'innovations au sein de l'entreprise suite à cette aide technique

16. Accès aux sources d'informations

*Variables de référence:* nombre de périodiques consultés/an, participation à un groupes de discussion (web, réseau), nombre de programmes télévisuels écoutés)

17. Extension du réseau

*Variables de référence:* nombre de contacts dans le réseau durant la dernière année (publics et privés), organisation et/ou participation à un événement régional/ national

## **Enjeu: Renforcement de la capacité d'adaptation**

Tout changement soudain dans la fréquence ou dans l'intensité des phénomènes extrêmes risque de produire des épisodes plus fréquents de grêle, de sécheresse, de gel et d'humidité excessive qui affecteront l'industrie. On s'attend donc à ce que les primes soient plus élevées dans le secteur agricole, des changements à la disponibilité et à l'admissibilité sont aussi possibles. Cette restructuration pourrait mettre à l'épreuve la viabilité financière de l'agriculture. Les indicateurs cherchent donc à vérifier l'adaptation aux impacts économiques qui seront engendrés par les changements climatiques. Si ceux-ci affectent la rentabilité de l'entreprise, il est probable que les exploitants agricoles réorientent leur cheminement professionnel et que la relève soit absente.

### *Indicateurs*

#### 18. Niveau d'acceptabilité financière

*Variables de référence:* % d'augmentation de la prime assurance-récolte par rapport à l'an précédent, montant maximum disponible pour cette prime, montant indemnisé sur les montants réclamés

#### 19. Viabilité de l'entreprise

*Variables de référence:* nombre d'employés ayant quitté l'entreprise, taux de roulement, présence de la relève, gestion saine et équilibrée

#### 20. Introduction de cultures spécialisées de plus grande valeur

*Variables de référence:* adoption d'une variété de cultures, recours à la modification génétique

#### 21. Capacité du producteur de remettre en cause sa stratégie d'investissement

*Variables de référence:* implantation de mesures de suivi telles la tenue d'un journal de bord sur les conditions climatiques en rapport avec le rendement saisonnier, évaluation des nouvelles pratiques agricoles par rapport à la productivité, élaboration de bilan annuel

#### 21. Équipement disponible

## 3.2 L'adaptation de l'agriculture aux changements et à la variabilité du climat. Stratégies d'adaptation et indicateurs d'adaptabilité

Cette section<sup>1</sup> vise d'abord à rappeler les principales conclusions de la recherche antérieure portant sur l'adaptation de l'agriculture aux changements climatiques. Ensuite nous rappellerons le sens que nous donnons à l'adaptation et à l'adaptabilité, avant d'aborder les résultats de l'identification des indicateurs à partir de l'atelier de travail et une évaluation préliminaire des stratégies d'investissement agricole à partir de l'enquête menée auprès des producteurs agricoles.

À partir des recherches antérieures menées au sein de GRACE et des autres équipes canadiennes, les conclusions suivantes sont à souligner :

1. l'environnement décisionnel des producteurs agricoles est définitivement multi-dimensionnel, comprenant des facteurs économiques, socio-culturels, politiques et biophysiques. De plus, les différents stress et opportunités associés à ces facteurs ont leurs origines dans des environnements à différentes échelles géographiques – la ferme, la localité, la région, la province, le pays et l'international.
2. Les producteurs agricoles perçoivent une grande incertitude quant à la prévisibilité des conditions climatiques changeantes.
3. Par contre, les producteurs agricoles sont très intéressés par la variabilité potentielle des conditions climatiques (plutôt que le changement des conditions moyennes).

### 3.2.1 L'adaptation et l'adaptabilité

L'**adaptation** comprend plusieurs processus – la reconnaissance des changements dans l'environnement décisionnel et leur évaluation en terme d'importance pour l'exploitation agricole, l'évaluation des stratégies d'adaptation pour faire face à ces changements au besoin et l'intégration de stratégies sur la ferme. Évidemment, l'adaptation implique des changements dans les activités poursuivies et les façons de faire afin de maintenir ou d'améliorer les 'résultats' des activités. L'adaptation est associée de plus en plus dans ce corpus de littérature scientifique avec la réduction de la vulnérabilité aux stress.

Par **adaptabilité**, on comprend la capacité de l'exploitation agricole et de l'exploitant (et du système agricole en général) de s'ajuster aux stress et même de l'anticiper. L'adaptabilité est aussi multi-dimensionnelle, avec des dimensions culturelles, biophysiques, financières, . . .).

L'adaptabilité peut impliquer différents types de comportements :

---

<sup>1</sup> Ce texte a été utilisé pour une communication faite au congrès annuel de l'Association canadienne des géographes et une au congrès de l'Association canadienne française pour l'avancement des sciences (mai, 2001).

1. apprendre à vivre avec les changements;
2. s'adapter de façon réactive; et
3. s'adapter de façon pro-active.

Nous nous sommes intéressés surtout aux indicateurs d'une adaptation 'pro-active'.

### 3.2.2 L'adaptation de l'agriculture : approche méthodologique

Afin d'aborder la problématique de l'adaptation de l'agriculture dans le projet, trois approches ont été utilisées :

1. Une revue de la littérature pertinente portant sur notre zone d'étude, à savoir la région de la Montérégie ouest. Celle-ci a compris une analyse des réclamations auprès du programme assurance-récolte pour la région entre 1990 et 1999.
2. Une enquête auprès de 15 céréaliculteurs et de 15 maraîchers principalement dans la sous-région des Jardins de Napierville. Ces enquêtes se sont déroulées entre novembre 2000 et janvier 2001. Lors des entrevues, d'une durée approximative d'une heure, nous avons demandé aux agriculteurs de nous fournir des informations sur les changements entrepris pour leurs fermes depuis 1990 (choix de productions, changements dans les pratiques de gestion des terres et des intrants, changements dans les installations fixes et de l'équipement agricole, changements dans les débouchés desservies)(Annexe 1). Ces informations nous ont servi pour identifier les différents types de stratégies poursuivies sur les fermes, ainsi que les changements prévus dans les 5 à 10 prochaines années. Ces stratégies ont été à la base de l'atelier.
3. Vers la fin du projet, l'organisation d'un atelier de travail avec un groupe de professionnels intéressés par la dynamique de l'agriculture et de son environnement décisionnel, y compris le changement climatique, a eu lieu. Ceci nous a permis d'identifier des indicateurs génériques d'adaptabilité des exploitations agricoles. Un compte-rendu de l'atelier, incluant la liste des participants apparaît à l'annexe 2.

### 3.2.3 Des indicateurs génériques de l'adaptabilité

L'intérêt d'essayer d'identifier un ensemble d'indicateurs génériques d'adaptabilité (que l'on pourrait par la suite appliquer à un échantillon de producteurs agricoles) est de permettre aux acteurs intéressés par des interventions visant à réduire la vulnérabilité de l'agriculture aux différents stress et d'identifier des points stratégiques d'intervention.

Notre approche dans le cadre de l'atelier de travail (Annexe 2) fut la suivante :

1. L'état des connaissances quant aux changements climatiques, à ses impact sur les cultures et au portrait agricole de la Montérégie ouest a été présenté aux participants qui ont été invités à les commenter ou compléter.
2. Deux profils de producteurs, de leurs fermes en termes de structures et des

changements survenus depuis 10 ans, furent présentés sous forme de cas aux participants.

3. Nous avons demandé aux participants de commenter les cas présentés du point de vue de l'adaptabilité.
4. Nous les avons invités par un tour de table à identifier les indicateurs d'adaptabilité les plus importants d'après leurs propres connaissances et expériences.

En tenant compte de la réflexion théorique présentée antérieurement ainsi que des résultats de l'atelier, six ensembles d'indicateurs furent identifiés :

1. Les ressources financières de l'exploitant agricole et sa capacité de remboursement de ses dettes. Il s'agit ici d'un pré-requis jugé essentiel à toute éventuelle adaptation.
2. La capacité de l'exploitant agricole à se remettre en question, c'est-à-dire à questionner ses pratiques et ses choix.
3. La formation et l'éducation de l'exploitant et des autres membres de la famille travaillant sur l'exploitation.
4. La sensibilisation et la reconnaissance de l'exploitant et de ses partenaires travaillant sur l'exploitation des différentes sources de stress et d'opportunités.
5. Les conditions biophysiques de l'exploitation agricole : les enjeux climat, gestion de l'eau et gestion du sol.
6. L'adaptabilité de l'exploitation elle-même dont le degré de flexibilité de l'équipement agricole, la polyvalence des installations agricoles.

L'ordre de présentation ne reflète pas l'importance des indicateurs. Il est à souligner l'importance accordée aux indicateurs *culturels* tels que l'éducation, la sensibilisation du producteur et sa capacité de se remettre en cause. Cependant, les intervenants ont été réticents à tenter de pondérer les indicateurs les uns par rapport aux autres. Ce malaise est dû entre autres à des recommandations de fusion de certains des indicateurs identifiés, dont les indicateurs culturels.

### 3.2.4 Les stratégies d'investissement agricole et l'adaptabilité

#### *Les stratégies d'investissement*

À partir des 30 entrevues, et en tenant compte des indicateurs répertoriés dans la littérature et issus de l'atelier de travail, nous avons passé en revue toutes les stratégies qui pouvaient avoir un rapport à l'adaptation de l'exploitant agricole aux stress (conditions changeantes, chocs de divers types). Les stratégies retenues sont :

1. Des stratégies de gestion de l'eau et du sol

- 1 La gestion de la ressource hydrique
2. Les gestion des intrants
  - 2 L'utilisation rationnelle des fertilisants
  - 3 La modification des intrants en rapport au choix de variétés
3. Les stratégies concernant la production et la gestion des risques
  - 4 La diversification de la production (les cultures et les produits)
  - 5 La diversification des sources de revenus (ex. le travail hors ferme, mise en valeur des produits de la ferme)
  - 6 Les changements des pratiques de culture (ex. culture sur billon)
  - 7 La réduction des pertes (ex. chambres froides)
  - 8 Le recours à l'assurance récolte
  - 9 La relève (ex. planification de la succession, éducation des enfants dans un programme agricole)
4. L'appartenance à un réseau professionnel
  - 10 L'appartenance à un réseau professionnel

L'enquête fut entreprise avant l'atelier de travail. Dans les enquêtes, nous n'avons pas posé de questions concernant l'état financier et la capacité de l'exploitant à rembourser ses dettes, un des sous-ensembles d'indicateurs identifiés par les participants à l'atelier de travail. Nous estimons que la santé financière d'une entreprise est une condition essentielle à une adaptation de quelque type que ce soit.

### 3.2.5 L'adaptabilité des exploitants agricoles

Étant donné la nature non représentative de l'échantillon, nous ne pouvons pas dresser à partir des résultats un portrait représentatif du potentiel d'adaptation des producteurs. Cependant, compte tenu de l'effort investi pour maximiser les différences entre les producteurs, nous pouvons donner un avant-goût de ce potentiel. Nous avons donc procédé à une évaluation des 30 exploitations en fonction des 10 indicateurs énumérés à la section précédente. Chaque valeur de chacun des indicateurs a été transformée sur une échelle d'adaptation composée de trois classes (Annexe 3) :

1. un faible potentiel adaptation
2. un potentiel moyen d'adaptation
3. un fort potentiel d'adaptation.

En faisant le cumul des évaluations (de 1 à 3) données à chaque stratégie pour chaque exploitation, il est possible d'arriver à une évaluation globale de l'adaptabilité de l'exploitation.

Les résultats de l'enquête (Tableau 21) sont les suivants :

1. Les deux types d'exploitations représentées ont un haut niveau d'adaptabilité concernant la situation de la succession sur leurs exploitations. Ceci reflète sans doute le fait que cette région agricole est en général en bonne santé économique.
2. Les exploitations céréalières présentent une plus grande adaptabilité que les maraîchères concernant la gestion de l'eau et des sols, l'utilisation des fertilisants, le choix de variétés comme moyen de gérer les intrants, la diversification des revenus, l'utilisation de l'assurance-récolte et leur participation dans des réseaux d'informations.
3. Les maraîchers semblent un peu plus adaptable par rapport à la diversification des productions et aux stratégies visant la réduction des pertes potentielles.
4. En général, les céréaliculteurs dans notre échantillon semblent présenter un plus grand niveau d'adaptabilité que les maraîchers.
5. De façon globale, nous estimons que les producteurs interrogés possèdent un bon potentiel d'adaptation aux changements climatiques. Sur un maximum de 30 (10 indicateurs \* 3), la valeur moyenne est de 22,2 avec des valeurs extrêmes de 17 et de 27. Les valeurs maximales témoignent d'une remise en question fréquente et d'un contrôle efficace de l'environnement.

Tableau 21. Évaluation du potentiel d'adaptation de producteurs agricoles en Montérégie ouest.

	A	B		C						D	Somme
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
Céréaliier 1	1	1	2	2	1	1	2	1	3	3	17
C2	2	3	2	1	3	2	2	3	2	3	23
C3	2	3	2	3	3	2	2	1	3	2	23
C4	1	3	2	2	1	2	3	2	3	2	21
C5	2	3	3	1	1	2	2	3	3	3	23
C6	2	3	2	2	1	3	2	3	1	2	21
C7	2	3	3	3	3	1	2	3	3	3	26
C8	2	3	3	2	3	1	2	1	2	2	21
C9	2	2	2	2	3	1	2	3	3	3	23
C10	2	2	3	3	3	2	2	2	3	2	24
C11	2	3	2	3	3	2	2	3	3	2	25
C12	2	3	3	2	3	3	2	1	3	3	25
C13	2	3	3	2	3	2	3	3	3	3	27
C14	2	3	2	3	1	1	2	3	3	2	22
C15	3	3	3	3	3	2	3	2	2	2	26
Maraîcher 1	1	2	3	3	1	3	3	2	3	2	23
M2	1	2	2	2	3	3	3	1	2	3	22
M3	2	3	2	3	1	2	2	2	3	3	23
M4	1	3	2	2	3	1	2	1	3	1	19
M5	1	2	2	3	3	1	3	1	3	2	21
M6	2	3	2	3	1	2	2	2	3	2	22
M7	1	2	2	3	3	1	2	2	2	2	20
M8	2	3	2	1	1	1	3	2	3	3	21
M9	3	2	2	3	3	2	3	1	3	1	23
M10	1	3	2	3	1	3	2	2	3	2	22
M11	2	2	2	2	1	2	2	3	1	3	20
M12	1	3	2	2	1	2	3	2	3	2	21
M13	2	1	2	3	1	1	2	1	3	1	17
M14	3	1	3	3	1	3	2	3	2	3	24
M15	1	2	2	3	1	2	2	2	3	2	20

1:Faible adaptation  
2:Moyenne adaptation  
3:Forte adaptation

**A**-Gestion du sol et de l'eau  
**B**-Gestion des intrants  
**C**-Gestion de la production  
**D**-Réseau d'information

**1**-Contrôle de la ressource hydrique  
**2**-Usage rationnel des fertilisants  
**3**-Choix de production  
**4**-Diversité de production  
**5**-Diversité du revenu

**6**-Pratiques culturales  
**7**-Réduction des pertes  
**8**-Recours à l'assurance  
**9**-Relève  
**10**-Appartenance à un réseau

## Conclusion

Les changements climatiques auront des conséquences certaines sur l'industrie agricole du Québec. Les modèles les plus récents prévoient des modifications importantes des caractéristiques agroclimatiques pour la région étudiée, notamment une hausse de la longueur de la saison de croissance (LSC), des unités thermiques maïs (UTM) et des degrés-jours de croissance (DJC), qui se traduit par un temps de maturation plus court, et une diminution du stress hydrique sous un climat 2xCO<sub>2</sub>.

Ces changements dans les caractéristiques agroclimatiques influenceront sur les cultures. Cependant, les résultats divergent. Pour toutes les études, une augmentation du CO<sub>2</sub> devrait entraîner la diminution des rendements du tournesol et du soya. Selon El Maayar (1999), toutes les cultures devraient voir leur rendement diminuer, la pomme de terre et les céréales-C3 étant les moins affectées, les fèves et le maïs l'étant le plus. Selon Singh et Stewart (1991), Singh *et al.* (1996; 1998) et El Maayar *et al.* (1997), les rendements des céréales-C4 et de la pomme de terre devraient augmenter de façon importante, et ceux des céréales-C3, des oléagineuses, des légumineuses, des cultures spéciales et des cultures végétales augmenter de façon moins importante ou diminuer. Malgré ces divergences, il s'avère nécessaire de maximiser le potentiel d'adaptation des producteurs aux changements et à la variabilité du climat.

L'évolution du climat qui se traduit dans des changements des conditions météorologiques n'est qu'un des nombreux facteurs que le producteur doit intégrer dans son environnement décisionnel. Cette évolution demeure à ce point incertaine quant à son impact local que cet élément décisionnel semble relégué loin derrière l'évolution du marché. Cependant, compte tenu que les producteurs sont attentifs de façon continue à la météo pour choisir leurs variétés, adapter leur système d'irrigation, protéger leurs cultures et procéder à la récolte, nous avons formulé l'hypothèse que *les producteurs agricoles intègrent la variabilité du climat dans leurs stratégies d'investissement et, par conséquent, leur potentiel d'adaptation en regard de la variabilité et des changements climatiques est d'or et déjà élevé*. Nous avons donc mis au point une démarche afin de vérifier cette hypothèse, et nous l'avons appliquée à une région productrice du Québec.

La démarche développée se fonde sur l'identification d'indicateurs d'adaptation. L'adaptation comprend plusieurs processus : la reconnaissance des changements dans l'environnement décisionnel et leur évaluation en terme d'importance pour l'exploitation agricole, l'évaluation des stratégies d'adaptation pour faire face à ces changements au besoin et l'intégration de stratégies sur la ferme. Elle implique des changements dans les activités poursuivies et les façons de faire afin de maintenir ou d'améliorer les 'résultats' des activités. On l'associe de plus en plus avec la réduction de la vulnérabilité aux stress. Par ailleurs, nous référerons au terme d'adaptabilité, la capacité d'une exploitation agricole et de l'exploitant (et du système agricole en général) de s'ajuster aux stress et même de l'anticiper. L'adaptabilité est aussi multi-dimensionnelle, avec des dimensions culturelles, biophysiques, financières...

Suite à une analyse de la littérature et à la tenue d'un atelier multidisciplinaire mené auprès d'experts régionaux, plusieurs indicateurs ont été identifiés. Ceux-ci se concentrent sur les réponses potentielles des producteurs aux pressions environnementales et à l'état de l'environnement biophysique de la ferme. Ils se regroupent sous divers enjeux : la gestion de l'eau et du sol, la gestion des intrants, ainsi que la formation et le développement des capacités. Soulignons que le potentiel d'adaptation évalué présume de la bonne santé des entreprises; une entreprise en mauvaise situation financière ou dans l'incapacité de rembourser sa dette ne peut d'office survivre aux changements climatiques qui nécessitera vraisemblablement de nouveaux investissements. Pour chacun des indicateurs, des variables ont été identifiées. Les données qualitatives ou quantitatives sont obtenues par sondage auprès des producteurs car l'adaptation dépend pour une large part des pratiques individuelles, des stratégies d'investissement passées et prévues. Un indice du potentiel d'adaptation a été élaboré. Il consiste en la somme non pondérée du potentiel de chacune des variables retenues pour décrire les indicateurs, transformée sur une échelle de 1 (faible potentiel d'adaptation) à 3 (fort potentiel d'adaptation). Nous avons tenté d'attribuer une pondération à ces variables, mais ceci s'avérait impossible dans l'état actuel des recherches. Les indices permettent de porter un jugement sur le potentiel d'adaptation d'un secteur agricole ou d'une région.

La méthodologie développée a été appliquée à titre expérimental dans la région agricole Montérégie ouest, auprès de producteurs céréaliers et maraîchers. Cette région agricole est l'une des plus importantes du Québec en matière de production et de rendements. Trente producteurs ont été interviewés, quinze par secteur. L'échantillonnage a été bâti à partir du réseau de contact auprès de l'Union des Producteurs agricoles et d'autres associations ou syndicats de producteurs. Essentiellement de type boule-de-neige, il se veut aucunement représentatif de la région; nous avons plutôt cherché à maximiser la variabilité entre les stratégies de production de façon à avoir un éventail d'adaptation.

Dans l'ensemble, les producteurs interrogés possèdent un potentiel moyen à élevé pour affronter la variabilité du climat. L'enquête démontre que l'adaptabilité est multi-dimensionnelle. De plus, si ce sont des préoccupations économiques et financières qui prévalent, ceci ne veut pas dire que ces mêmes stratégies soient aussi pertinentes pour accroître l'adaptabilité des exploitations aux changements et à la variabilité climatiques (ex. la diversification des productions, une meilleure gestion des intrants et des fertilisants en particulier). C'est dans ce sens que nous suggérons que l'adaptation de l'agriculture aux changements et à la variabilité climatiques doit être perçue comme une conséquence de la gestion des risques en général.

Bien que ce projet soit exploratoire, nous soutenons que l'adaptabilité varie entre les exploitants. Les indicateurs proposés suggèrent qu'il y aura certainement une variabilité entre régions agricoles dû entre autres aux conditions agroclimatiques, ainsi qu'à la culture et aux pratiques régionales.

Cette recherche comporte un certain nombre de limites. Tout d'abord, la démarche se fonde uniquement sur le volet réponse du modèle pression – état – réponse. Nous n'avons pas pris en compte l'impact de la production agricole sur l'environnement en général, ou sa contribution à l'émission de gaz à effet de serre. La prise en compte du système dans son ensemble nous semble encore inabordable. Ensuite, l'indice du potentiel d'adaptation développé ne tient compte que d'un nombre restreint de variables et assume l'égalité quant à la contribution de chacune d'elles à l'indice. À cause des très courts délais de recherche, imposés entre autres par un automne exceptionnel qui a empêché la réalisation des entrevues auprès des producteurs dans les délais prévus, et par le fait même déplacé vers la toute fin du projet l'atelier de travail, nous n'avons pas été en mesure de pondérer chacune des indicateurs de façon satisfaisante. De plus, l'indice actuel n'est pas robuste dans la mesure où l'on ne pourrait pas le reprendre intégralement pour de futures recherches; néanmoins, nous croyons avoir entre nos mains la base conceptuelle d'un outil au fort potentiel. Finalement, ne nous pouvons pas nous servir de cette étude pour conclure au bon ou mauvais potentiel d'adaptation des producteurs, notre échantillonnage étant volontairement non représentatif des entreprises en Montérégie, mais reflétant plutôt une diversité de situations.

Force est d'admettre que de plus amples recherches sont nécessaires pour apprécier le potentiel d'adaptation des producteurs sur la base de leurs stratégies d'investissement. Nous formulons donc les recommandations suivantes :

- que la démarche élaborée soit raffinée notamment quant au choix des indicateurs pertinents et à leur pondération en un indice du potentiel d'adaptation;
- qu'une évaluation de cette démarche améliorée soit menée auprès d'un groupe conseil de chercheurs canadiens sur l'adaptation et l'agriculture;
- que soit menée une évaluation représentative d'un contexte régional spécifique afin d'apprécier la capacité d'adaptation régionale.

Dans cette optique, il nous apparaît que de miser dans la recherche future sur l'identification et la validation des indicateurs d'adaptabilité, et l'analyse de la variation régionale, voire entre communautés agricoles, représente une des avenues de recherche les plus prometteuses; elle permettrait d'anticiper des situations caractérisées par un haut niveau de vulnérabilité et de cibler les interventions pour réduire la vulnérabilité de l'agriculture face aux conditions changeantes.

## Bibliographie

Agriculture et Agroalimentaire Canada, 1998. La santé de nos sols : vers une agriculture durable au Canada, Centre de recherches sur les terres et les ressources biologiques, Direction générale de la recherche, Ottawa.

Agriculture et Agroalimentaire Canada, 1995. Stratégie environnementale nationale pour le secteur agricole et agroalimentaire, préparé en vue de la réunion des ministres fédéraux et provinciaux de l'agriculture, Ottawa.

Agriculture et Agroalimentaire Canada, 1998. Profil des tendances de production et des enjeux environnementaux du secteur agricole et agroalimentaire canadien, Ottawa, 54p.

Agriculture et Agroalimentaire Canada, 1995 Rôle et nature des indicateurs environnementaux dans l'élaboration de la politique agricole canadienne, communication présentée au Symposium du Resource Policy Consortium on Environmental Indicators, en juin 1995.

BPR et GREPA, 2000. Le Portrait agroenvironnemental des fermes au Québec, rapport régional : Montérégie-Ouest, publication en collaboration avec le MAPAQ.

BPR et GREPA, 2000. Le Portrait agroenvironnemental des fermes au Québec, rapport sectoriel : cultures maraîchères, publication en collaboration avec le MAPAQ.

BPR et GREPA, 2000. Le Portrait agroenvironnemental des fermes au Québec, rapport sectoriel : grandes cultures, publication en collaboration avec le MAPAQ.

BPR et GREPA, 2000. Le Portrait agroenvironnemental des fermes au Québec, rapport synthèse, publication en collaboration avec le MAPAQ.

Brklacich M. Bryant C. Veenhof B. et Beauchesne A., 1997. Implications of global climatic change for Canadian agriculture: a review and appraisal of research from 1984 to 1997. Environmental Adaptation Research Group, Atmospheric Environment Service, Environment Canada.

Campbell, C.A. 1996. Effect of Crop Management on Carbon Dynamics in Canadian Soils. Pages 11 et 12 de Agriculture Forum on Climate Change: Opportunities for Canadian Agriculture, Sommaire des discussions, Gestion des questions atmosphériques globales, Environnement Canada, Ottawa.

Comité national de l'environnement agricole, 1995. Renseignements sur les gaz à effet de serre en agriculture, Ottawa.

Darwin, R., 1997. World agriculture and climate change: current questions. World Resource Review, 9, 17-31

De Wit C.T. 1965. Photosynthesis of leaf canopies. Center for Agricultural Publications and Documentation, Wageningen, Agric. Res. Rep. 663, 57 pp.

El Maayar M. 1999. Modélisation et analyse des effets, directs et indirects, de l'augmentation du CO<sub>2</sub> atmosphérique sur l'agriculture au Québec. Thèse de Doctorat, Dépt géographie, Université de Montréal, QC.

El Maayar M. Singh B. André P. Bryant C. Thouez J.-P. 1997. The effects of climatic change and CO<sub>2</sub> fertilisation on agriculture in Québec. Agricultural and Forest Meteorology, 85: 193-208.

Environment Canada, 1982. Canadian climate normals, 1951-80: Volume 2: Temperature; Volume 3: Precipitation; Volume 5: Wind. Atmospheric Environment Service, Downsview, Ontario, Canada.

Environnement Canada, 1999. Données statistiques sur les précipitations et la température dans la région de Montréal de 1942 à 1999, station de Dorval.

Environnement Canada, Groupe de recherche en adaptation environnementale 1998. L'étude pan-canadienne sur les impacts et l'adaptation à la variabilité et au changement climatique, Ottawa, 255p.

Environnement Canada, 1993. Normales climatiques au Québec. Service de l'environnement atmosphérique, 157 pp.

FAO, 1978. Report on the agro-ecological zones project: Vol. 1, Methodology and results for Africa, FAO, Rome, World Soil Resources Report 48, 158 pp.

Gouvernement du Canada, 1995. Guide de l'écogouvernement, Ministère des approvisionnements et des Services, Ottawa.

Gouvernement du Canada, 1996. L'état de l'environnement au Canada 1995, Environnement Canada, Ottawa.

Gouvernement du Québec, 1993. État de l'environnement du Québec, 1992, Ministère de l'Environnement du Québec, Montréal.

Halstead E.A. 1978. Summary of soil test yield data. Third report. dans Study of methodology and development of a database for rural land evaluation in Saskatchewan. University of Saskatchewan, Unpublished. 63 pp.

Houghton J.T. Jenkins G.T. et Ephraums J.J. 1990. Climatic change: the IPCC scientific assessment. Cambridge University Press, Cambridge. 364 pp.

Houghton J.T. Meira Filho L.G. Callander B.A. Harris N. Kattenberg A. et Maskell K. (éds) 1996. Climate change 1995: the science of climate change. Contribution of Working Group I to the second assessment report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge University Press, Cambridge. 572 pp

Institut de la Statistique du Québec, 1992. Statistiques de l'agriculture, des pêches et de l'alimentation, Statistiques agricoles.

Institut de la Statistique du Québec, chiffres statistiques sur les superficies ensemencées et récoltées des cultures céréalières de 1998 à 2000.

IPCC, 1996. Climate Change 1995: Impacts, Adaptations, and mitigation of climate change: Scientific-Technical Analyses. Contribution of Working Group II to the Second Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Watson, R.T., M.C. Zinyowera, and R.H. Moss (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, 880 pp

IPCC, special report on the regional impacts of climate change, an assessment of vulnerability. Edited by: Robert T. Watson (The World Bank), Marufu C. Zinyowera (Zimbabwe Meteorological Services), Richard H. Moss (Battelle Pacific Northwest National Laboratory), David J. Dokken (Project Administrator)

IPCC, 2001. Climate change 2001: the scientific basis - Summary for policymakers. Shanghai draft of the IPCC Work Group I third assessment report. 18 pp.

Jaeger J, 1988. Developing policies for responding to climatic change. World climate impact studies programme, WCIP-1 Geneva: World Meteorological Organization and United Nations Environment programme.

Jenny H., 1980. The soil resource. Springer, New York. 377 pp.

Land evaluation group. 1985. Socio-economic assessment of the implications of climatic change for food production in Ontario. Atmospheric Environment Service, Downsview, Ontario. 114pp.

Louie P.Y.T., 1993. Global warming scenarios from general circulation models (GCM), dans International Joint Commission Levels Reference Study, Phase II: Climate, climate change, water level forecasting and frequency analyses. Supporting Documents: Vol. 1: Water supply scenarios, Task Group 2, Working Committee 3, Paper no 7.

MAPAQ, 1999. L'industrie bioalimentaire au Québec, MRC de Beauharnois-Salaberry.

MAPAQ, 1999. L'industrie bioalimentaire au Québec, MRC de Roussillon.

MAPAQ, 1999. L'industrie bioalimentaire au Québec, MRC de Vaudreuil-Soulanges.

MAPAQ, 1999. L'industrie bioalimentaire au Québec, MRC des Jardins-de-Napierville.

MAPAQ, 1999. L'industrie bioalimentaire au Québec, MRC du Haut-Richelieu.

MAPAQ, 1999. L'industrie bioalimentaire au Québec, MRC du Haut-Saint-Laurent.

Matson, P.A., W.J. Parton, A.G. Power and M.J. Swift, 1997: Agricultural intensification and ecosystem properties, *Science*, 277, 504-509.

McRae, T., C.A.S. Smith et L.J. Gregorich, 2000. L'agriculture écologiquement durable au Canada - Rapport sur le projet des indicateurs agroenvironnementaux. Agriculture et Agroalimentaire Canada, Ottawa.

Mitchell J.F.B. et Qingcun Z., 1991. Climate change prediction. dans Jäger J. et Ferguson H.L. (éds.) *Climate change: science, impacts and policy*. Proceedings of the second World Climate Conference. Cambridge University Press, Cambridge. Pp. 59-70.

OCDE, Core set of indicators for environmental performance review, A synthesis Report by the group of the state of the environment, Paris 1993, 39 p.

Okamoto K. Ogiwara T. Yoshizumi T. et Watanabe Y., 1991. Influence of the greenhouse effect on yields, of wheat, soybean and corn in the United States for different energy scenarios. *Climatic Change*, 18: 397-424.

Régie des Assurances Agricoles du Québec (RAAQ), Données statistiques sur les productions assurées et indemnisées des cultures maraîchères de 1990 à 1999.

Singh B., El Maayar M., André P., Bryant C., Thouez J.-P., 1998. Impacts of a GHG-induced climate change on crop yields: effects of acceleration in maturation, moisture stress and optimal temperature. *Climatic Change*, 38: 51-86.

Singh B., El Maayar M., André P., Thouez J.-P., Bryant C. et Provençal D., 1996. Influence d'un changement climatique dû à une hausse de gaz à effet de serre sur l'agriculture au Québec. *Atmosphere-Océan*, 34: 379-399.

Singh B. et Stewart R.B., 1991. Potential impacts of a CO<sub>2</sub>-induced climate change using the GISS scenario on agriculture in Québec, Canada. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 35: 327-347.

Smit B., (éd.), 1993. Adaptation to climatic variability and change. Occasional Paper no 19, Report of the Task Force on Climate Change, Dept geography, University of Guelph, ON.

Smit B., 1987. Implications of climatic change for agriculture in Ontario. Atmospheric Environment Service, Downsview, Ontario.

Smit B., Brklacich M., Stewart R.B., McBride R., Brown M. et Bond D., 1989. Sensitivity of crop yields and land resource potential to climatic change in Ontario. Climatic Change, 14: 153-174.

Spitters C.J.T., 1986. Separating the diffuse and direct component of global radiation and its implication for modelling canopy photosynthesis. Part II: Calculation of canopy assimilation. Agricultural and Forest Meteorology, 38: 231-242.

Statistique Canada, 1996. Enquête sur la gestion des intrants agricoles 1995, Ottawa.

Statistique Canada, 1996. Données statistiques sur les productions agricoles, Ottawa.

Stewart R.B., 1983. Modelling methodology for assessing crop production potentials in Canada. Agriculture Canada, Research Branch, Contribution 1983-12E, Ottawa, 29 pp.

## **Annexe 1 : Questionnaire**

## A. INFORMATIONS GÉNÉRALES

Structure de la ferme

1. Quels sont les types de production de votre exploitation?

- Maraîchère
- Céréalière
- Autre

---

---

---

---

2. Quelle est la superficie totale exploitée :

louée :

possédée :

3. Quelle est la superficie en propriété que vous louez à d'autres? (unité)

4. En quelle année avez-vous pris la direction de cette exploitation? Si moins de 10 ans : avez-vous travaillé sur l'exploitation avant? Depuis quand?

5. Est-ce que vous employez de la main-d'œuvre?      Familiale   
   Salariée   
   Saisonnière   
   Occasionnelle

6. Est-ce qu'un des membres de la famille travaillent à l'extérieur de l'exploitation?

7. Quelle stratégie de développement avez-vous appliquée depuis 10 ans?

Infrastructures agricoles

8. Quels sont vos principales installations agricoles en lien avec votre secteur d'activité :

Tableau 1

<b>Infrastructures /temps</b>	<b>Bâtiment</b>	<b>Machinerie agricole (équipement spécialisé...)</b>	<b>Irrigation/Drainage</b>
<b>Passé</b>			
<b>Présent</b>			
<b>Raisons</b>			
<b>Avenir</b>			
<b>Raisons</b>			



## B. NIVEAU DE CHANGEMENT DE L'EXPLOITATION AGRICOLE DEPUIS 1990

1. Changements dans la production

Depuis 10 ans	D'ici 5 ans

2. Changements dans la gestion : méthodes de culture

Depuis 10 ans	D'ici 5 ans

3. Changements dans la gestion : méthodes de récolte

Depuis 10 ans	D'ici 5 ans

4. Changements dans la gestion : utilisation des fertilisants

Depuis 10 ans	D'ici 5 ans

5. Changements dans l'assurance-récolte

4-1. Tableau7

	Quantité assurée /superficie	Raisons
Depuis 10 ans		
D'ici 5 ans		

4-2. Êtes-vous membre de la Régie d'Assurances Agricoles du Québec (RAAQ)?

Oui

Non

4-2-1. Si oui, Quelles ont été les réclamations que vous avez faites cette année?

4-2-2. Faites une estimation de vos réclamations lors des dix dernières années

4-2-3. Décrivez brièvement le programme d'assurance-récolte auquel vous adhérez

4-2-4. Faites une estimation des indemnisations demandées

6. Changements dans la structure de la ferme-Tableau8

Taille(1)	Propriété (achat, vente...) (2)	Location(3)	Raisons	changements
				Depuis 10 ans
				D'ici 5 ans

7. Changement dans la vente de production

De quelle façon est ce que vous écoutez votre production?(Tableau9)

Passé	Actuellement	Futur
<b>Raisons</b>		

## C. PERSPECTIVES ET ADAPTATIONS

1. Planification envisagée pour les dix prochaines années au niveau de :

Tableau10

La production	La vente

2. Envisagez-vous une succession à votre exploitation?

3. Depuis dix ans, de quelle réalisation êtes-vous le plus fier?



## **Annexe 2 : Compte-rendu de l'atelier sur l'adaptation des producteurs agricoles aux changements climatiques du 22 mars 2001**

Étaient présents :

Alain Bourque,	Chef de section climatique- Environnement Canada
Rolland Daneau,	Président- Syndicat des cultures commerciales de la région St-Jean-Valleyfield
Pierre Girouard,	Directeur régional- Société de financement agricole Salaberry-de-Valleyfield
Nancy Lease,	Analyste en agroenvironnement- MAPAQ, direction de la recherche économique et scientifique
Pierre Mongrain,	Agronome, agent de développement en horticulture- MAPAQ - Bureau St-Rémi.
Monique Plamondon,	Professionnelle de la direction des changements climatiques et météorologue, Ministère de l'Environnement du Québec.
Sylvain Vanasse,	Responsable des cultures maraîchères en Montérégie ouest- RAAQ, direction régionale du Sud-Ouest de Montréal.
Pierre André,	Professeur agrégé- géographie, Université de Montréal.
Christopher Bryant,	Professeur titulaire- géographie, Université de Montréal.
Bhawan Singh,	Professeur titulaire- géographie, Université de Montréal.
Jean-Pierre Thouez,	Professeur titulaire- géographie, Université de Montréal.
Soumaya Frej,	Agente de recherche- géographie, Université de Montréal.
Denis Granjon,	Étudiant au doctorat- géographie, Université de Montréal.
Geneviève Beaulac,	Étudiante en maîtrise- géographie, Université de Montréal.
Mikaël Berthelot,	Agent de recherche- géographie, Université de Montréal.

Pierre André présidait l'atelier.

Christopher Bryant l'animait.

Soumaya FREJ est secrétaire de ce procès verbal.

## Ordre du jour

### 1. Accueil et présentations

### 2. Mise en situation

Objectifs et attentes

Qu'entend-on par stratégie d'investissement?

Qu'entend-on par adaptabilité?

Le contexte de la Montérégie secteur ouest

Profil agricole

Changements climatiques et impacts sur les rendements

### 3. Étude d'une exploitation type

Présentation d'une exploitation type : évolution et tendance

Discussion : une telle entreprise a-t-elle un potentiel élevé d'adaptation aux changements en général, et en particulier aux changements climatiques anticipés? Pourquoi?

### 4. Identification du choix des indicateurs pertinents pour évaluer l'adaptabilité d'une entreprise aux changements climatiques

Présentation d'un cadre d'analyse

Établissement d'une liste d'indicateurs

### Pause-santé

### 5. Prioriser les indicateurs

Exercice de détermination de l'importance relative de chaque indicateur par le groupe

Débat

### 6. Synthèse de l'atelier

### 7. Fin de l'atelier

## 1. Accueil et présentations

P. André accueille les participants et les invite à faire un tour de table après lequel il résume le projet et rappelle le but de l'atelier.

## 2. Mise en situation

### *Objectifs et attentes*

- Identifier les indicateurs qui permettent d'évaluer le potentiel d'adaptation aux changements climatiques de divers exploitants en Montérégie ouest.
- Évaluer les stratégies d'investissement des producteurs agricoles à l'aide des types d'indicateurs définis.

### *Qu'entend-on par stratégie d'investissement ?*

C. Bryant définit la stratégie d'investissement comme un ensemble cohérent de décisions prises par l'exploitant dans le but d'affecter les ressources à différentes fins.

### *Qu'entend-on par adaptabilité ?*

C. Bryant explique qu'il s'agit de la capacité de l'exploitant et de l'exploitation de s'adapter au stress,

exprimée par différents comportements et présentée sous forme de différentes dimensions.

#### *Le contexte de la Montérégie*

- Profil agricole

S. Frej résume que la région jouit d'un patrimoine agricole dominé par les productions céréalières et maraîchères. Leur conjoncture est variable lors des 20 dernières années et les tendances différentes selon les cultures. Les cultures ont dernièrement subi des dommages de diverses origines. Les principales causes de dommages pour la culture céréalière proviennent des déséquilibres hydriques. La production maraîchère est affectée uniquement par la grêle selon les réclamations de l'assurance-récolte de 1990 à 1999.

S. Vanasse précise qu'il existe deux plans d'assurance : multirisque et de grêle. Ceci nécessite de revoir les statistiques utilisées dans l'analyse des réclamations sur l'assurance récolte pour les rendre crédibles.

L'équipe entrera en contact avec M. Vanasse pour éclaircir la situation.

- Changements climatiques et impacts sur les rendements

B Singh, en évoquant les différents modèles actuellement les plus reconnus et appliqués en Montérégie ouest, met en évidence les changements de facteurs agroclimatiques (réduction du temps de maturation des cultures, allongement de la saison de croissance) ce qui influence les rendements.

### 3. Étude d'une exploitation type

#### *Présentation d'une exploitation type : évolution et tendance*

D. Granjon présente une exploitation type en culture céréalière en dégagant ses principales caractéristiques dans le but de conclure si une telle entreprise a un potentiel élevé d'adaptation aux changements en général, et en particulier aux changements climatiques anticipés.

Discussion : Une telle entreprise a-t-elle un potentiel élevé d'adaptation aux changements en général, et en particulier aux changements climatiques? Pourquoi?

Il ressort, de l'intervention des participants pour répondre à la question, que l'exploitation céréalière présentée semble s'adapter adéquatement aux changements :

- Elle est capable de remettre en cause ses façons de faire.
- Elle est consciente de ce qu'elle peut améliorer.
- Elle suit des stratégies pour aboutir à un excellent rendement.
- Elle subit une pression assez forte pour avoir un bon rendement parce qu'elle est moins variée et le choix de culture est limité.
- Elle est plus liée aux terres et aux marchés.
- Elle répond à un marché acheteur en fonction de ses choix économiques.
- Elle s'adapte en demeurant dans un cadre économique.

Cependant, la question qui se pose est liée à l'élaboration de plans par rapports aux besoins.

D. Granjon présente une autre exploitation type en culture maraîchère en dégagant ses principales caractéristiques dans le but de répondre à la même question.

Pour l'exploitation maraîchère, il ressort qu'elle a une bonne vision quant aux changements sur le marché. L'exploitant semble prêt à se remettre en cause. Cependant, on relevait le manque de certains éléments utiles à son potentiel d'adaptation, notamment

- l'identification du réseau de vente;
- le contrôle de développement pour les entreprises qui dépendent des autres terres;
- l'évaluation de main-d'œuvre dépendante;
- le problème du personnel à cause d'une main-d'œuvre extérieure;
- les écoles mécaniques;
- les fournitures du matériel de travail pour contrer aux changements climatiques;
- l'incertitude dans la prospection des changements climatiques;
- les plans en partenariat impliqués dans la recherche publique et privée.

4. Identification du choix des indicateurs pertinents pour évaluer l'adaptabilité d'une entreprise aux changements climatiques

#### *Présentation d'un cadre d'analyse*

G. Beaulac souligne que les indicateurs permettent de structurer les informations relatives aux tendances actuelles et futures des pratiques de gestion, de la production et du marché, des perceptions et comportements face aux changements climatiques et de participation et d'intégration des acteurs au réseau. La sélection des indicateurs repose sur les deux critères de mesurabilité et de fiabilité scientifique.

#### *Établissement d'une liste d'indicateurs*

Les indicateurs identifiés par le groupe de discussion sont

- La gestion de la disponibilité de l'eau (infrastructure, qualité/quantité)
- Les ressources financières (propres/accessibilité) et capacité de remboursement
- L'âge
- La formation
- La capacité de se remettre en cause
- La relève
- La diversité de cultures
- Le coût et l'évaluation de la variabilité
- L'encadrement
- Les indicateurs macro du secteur
- L'équipement en terme d'outils
- La sensibilisation et la préoccupation en terme de connaissances
- L'expérience en terme de changements

#### 5. Prioriser les indicateurs

Exercice de détermination de l'importance relative de chaque indicateur par le groupe de discussion

En répondant à la question portant sur le potentiel d'adaptabilité, les participants, selon leur opinion personnelle, identifient les indicateurs qui pourraient être pertinents pour évaluer l'adaptation d'une entreprise agricole aux changements. C. Bryant a répertorié tous les indicateurs choisis. P. André a procédé à un exercice de pondération en demandant à chaque membre du groupe de discussion de faire un choix sur les trois indicateurs jugés les plus pertinents. Ceux retenus par ordre d'importance sont les suivants :

- Ressources financières (propres/accessibles) et capacité de remboursement
- Formation
- Capacité de se remettre en cause
- Sensibilisation et préoccupation en termes de connaissances

Cependant, plusieurs participants auraient aimé pouvoir identifier plus de trois indicateurs prioritaires car

le nombre d'indicateurs pris en considération n'est pas aussi représentatif pour ces personnes. Un minimum requis dans le choix d'indicateurs est de cinq, selon les participants. De plus, ils proposaient de fusionner certains d'entre eux, dont l'indicateur portant sur la formation et celui sur la connaissance.

### *Débat*

L'indicateur de ressources financières, jugé le plus important, est considéré comme un élément d'adaptation et d'ajustement, attaché à l'équipement, l'outillage et l'infrastructure de l'exploitation. Dans la pratique, pour certains agriculteurs, les ressources biophysiques ont une importance primordiale. Il ont par exemple tendance à prioriser leurs besoins en eau comme principal indicateur.

La remise en cause est un autre indicateur pour faire le suivi et contrôler l'adaptation suite aux pressions engendrées par les normes environnementales.

Un projet de recherche individuel propre à une exploitation quelconque permet d'apercevoir et améliorer la situation de cette exploitation de points de vue économique et environnemental. Le caractère avant-gardiste de l'agriculteur face aux autres secteurs économiques lui permet d'évoluer prudemment au sein de son environnement.

### 6.Synthèse de l'atelier

Le but de cet atelier est de soulever d'autres indicateurs complémentaires pertinents, permettant d'évaluer l'adaptabilité d'une entreprise agricole aux changements climatiques, et donc d'en faire une typologie. Cette table qui regroupe des participants aux origines diverses permet d'avoir une idée sur la priorité à attribuer à chacun des indicateurs identifiés.

### 7.Fin de l'atelier

P. André clôt cet atelier en réitérant ses vifs remerciements à tous les participants pour leur excellente participation. Il les avise qu'une copie du procès verbal leur sera envoyée par courrier postal dans les prochains jours. Sera joint à l'envoi une copie de diverses publications rédigées par le groupe GRACE. Copie du rapport final sera éventuellement envoyé à chacun des participants.

## **Annexe 3 : Critères de classification des indicateurs selon leur potentiel d'adaptation**

### A- Gestion du sol et de l'eau

#### 1-Contrôle de la ressource hydrique :

Faible : Pas de système d'irrigation et certaines terres non drainées

Moyenne : Toutes les terres sont drainées

Forte : Drainage et présence d'un système d'irrigation

### B- Gestion des intrants

#### 2-Usage rationnel des fertilisants :

Faible : Utilisation stable

Moyenne : Diminution et utilisation de plus en plus raisonnée

Forte : Utilisation de fertilisants non chimiques

#### 3-Choix de production :

Faible : autres justifications

Moyenne : la marché, la rentabilité (dimensions économiques)

Forte : Préoccupations par rapport au sol, sensibilité au climat...

### C- Gestion de la production

#### 4-Diversité de production (nombre de variétés) :

Céréaliers : Faible : inférieur à 5  
Moyenne : entre 5 et 10  
Forte : supérieur à 10

Maraîchers : Faible : inférieur à 5  
Moyenne : entre 5 et 10  
Forte : supérieur à 10

#### 5-Diversité du revenu :

Faible : travaille uniquement sur l'exploitation aux cultures maraîchères et céréalières

Moyenne : Diversifie les sources de revenu (hors cultures maraîchère et céréalière) sur la ferme

Forte : Diversifie avec un travail à l'extérieur

#### 6-Pratiques culturelles :

Faible : Absence de changement

Moyenne : Changement avec préoccupations sur l'équipement

Forte : Changement avec préoccupations centrées sur « l'environnement »

#### 7-Réduction des pertes :

Faible : Rien

Moyenne : Présence d'un entreposage

Forte : Amélioration de celui-ci pour une meilleure conservation (innovation)

#### 8-Recours à l'assurance :

Faible : Aucune

Moyenne : Partielle

Forte : Totale

#### 9-Relève :

Faible : Aucune

Moyenne : Incertaine

Forte : Relève présente

#### D- Réseau d'information

#### 10-Appartenance à un réseau :

Faible : un seul réseau

Moyenne : moins de 3 réseaux

Forte : 3 réseaux et plus...