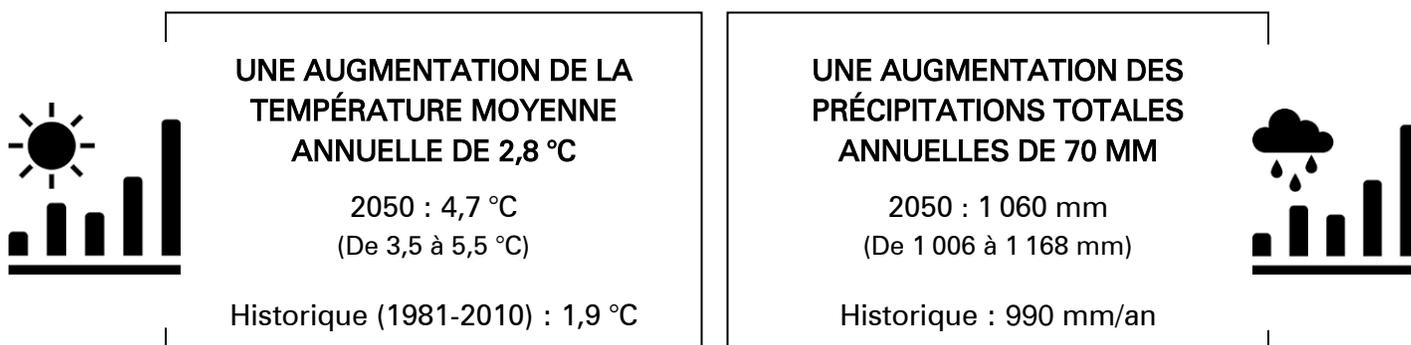


Changements climatiques en grandes cultures

Savez-vous que le climat du Saguenay–Lac-Saint-Jean va profondément évoluer? Ainsi, on s’attend à l’horizon 2050 à :



Comment les changements climatiques pourraient-ils affecter votre entreprise et comment vous y préparer dès maintenant?

- ✓ Le climat du futur, en détail saison par saison pages 2 à 6
- ✓ Des pistes pour s’adapter en grandes cultures pages 7 à 10

Comment ont été développés les scénarios climatiques de la région?

Les climatologues d’Ouranos (consortium de recherche québécois sur la climatologie régionale et les changements climatiques) ont fourni les données les plus à jour sur le climat futur de la région pour la période 2041-2070, appelé horizon 2050. Pour chaque indicateur, il s’agit de la valeur médiane des scénarios climatiques. Ceux-ci sont basés sur deux hypothèses (voir dernière page) de réduction des émissions de gaz à effet de serre (GES) et particules aérosols à l’échelle mondiale, et sur différents modèles climatiques. L’incertitude associée à ces hypothèses est indiquée entre parenthèses en dessous de chaque indicateur climatique.

Le climat de la région observé pour la période historique 1981-2010 est représenté par les valeurs moyennes des indicateurs climatiques, calculées pour le territoire agricole de la région (voir cartes pages suivantes).

Dans les pages suivantes, l’hiver correspond aux mois de décembre à février, le printemps de mars à mai, l’été de juin à août et l’automne de septembre à novembre.



L'HIVER EN 2050 AU SAGUENAY-LAC-SAINT-JEAN



AUGMENTATION DE LA TEMPÉRATURE MOYENNE DE 3 °C

2050 : -13,7 °C
(-15,2 °C à -11,2 °C)

Historique : -16,7 °C



FROIDS EXTRÊMES MOINS FRÉQUENTS

Augmentation moyenne de 5 à 10°C de la température la plus froide de l'année



+32 MM DE PRÉCIPITATIONS (PLUIE ET NEIGE)

2050 : 222 mm
(189 à 256 mm)

Historique : 190 mm



-25 % DE NEIGE AU SOL AU MAXIMUM

2050 : 1,7 m
(2,1 m à 1,2 m)

Historique : 2,3 m

Quels impacts en grandes cultures?



Meilleure survie des ennemis des cultures



Augmentation des risques de mortalité hivernale des céréales d'automne et des cultures fourragères pérennes



Hausse du ruissellement et de l'érosion des sols

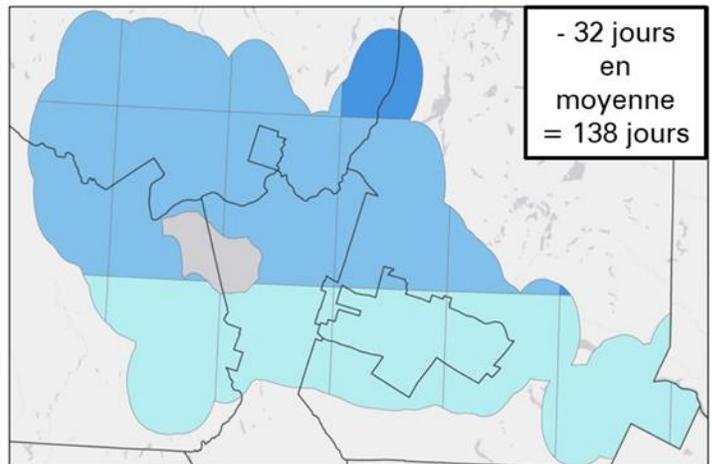
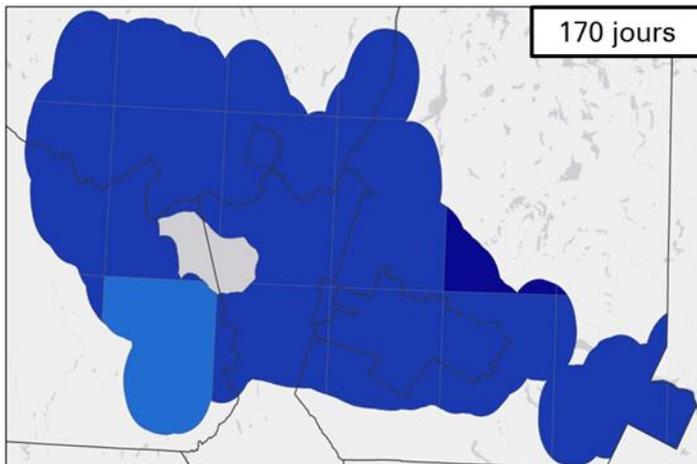
Hiver plus chaud et plus court : moins de neige et plus de pluie!

Au cours des prochaines décennies, nos hivers vont graduellement se transformer. Les températures seront plus élevées et la durée de l'hiver sera raccourcie. L'alternance d'épisodes de pluie et de neige sera plus fréquente pendant les mois de décembre, janvier et février. Ainsi, la neige sera présente moins longtemps et l'accumulation de neige au sol sera moins grande. Cependant, dans les secteurs montagneux, la neige sera encore abondante, car les températures y resteront plus froides que dans le reste du territoire.

DURÉE DE LA PÉRIODE D'ENNEIGEMENT *

HISTORIQUE : 1999-2010

FUTUR : 2041-2070



Historique : 170 jours
Δ 2041-2070 : -64 à -19 jours

* Période avec plus de 3 cm de neige au sol



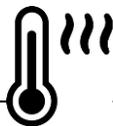
LE PRINTEMPS EN 2050 AU SAGUENAY-LAC-SAINT-JEAN



**DERNIER GEL À -2 °C
13 JOURS PLUS TÔT**

2050 : 12 mai
(2 au 20 mai)

Historique : 25 mai



**+563 DEGRÉS-
JOURS (DJ) BASE
0 °C***

2050 : 2 804 DJ
(2 527 à 3 081 DJ)

Historique : 2 241 DJ



+23 MM DE PLUIE

2050 : 229 mm
(215 à 253 mm)

Historique : 206 mm



**+23 JOURS DE
SAISON DE
CROISSANCE***

2050 : 199 jours
(184 à 208 jours)

Historique : 176 jours

* Ces indices sont calculés sur la durée de la saison de croissance, soit tant que la température moyenne excède 5,5 °C pendant 5 jours consécutifs.

Quels impacts en grandes cultures?

Augmentation des
risques d'érosion des
sols non couverts



Possibilité de semer plus tôt
lorsque le sol le permet

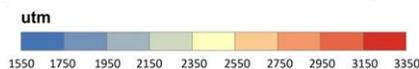
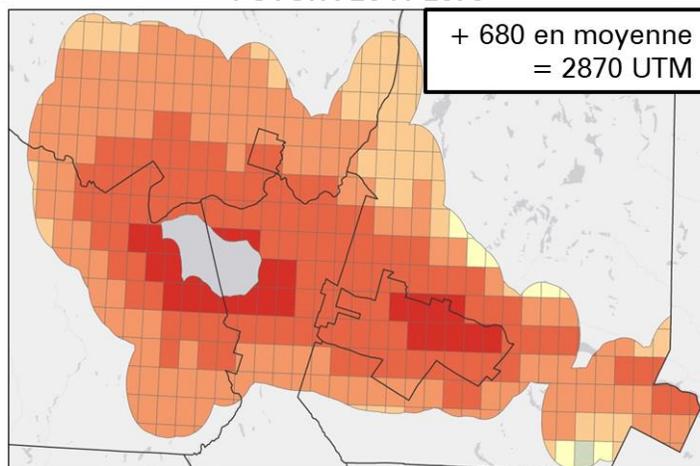
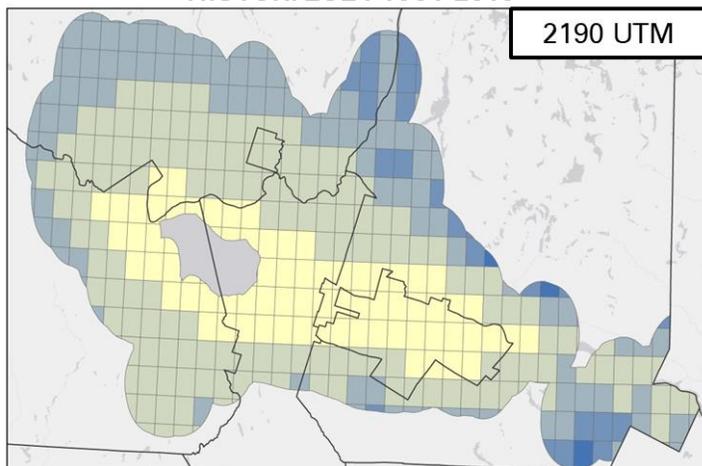
Printemps plus hâtif, légèrement plus pluvieux : une saison plus longue!

Le printemps démarrera plus tôt, ce qui aura pour effet d'allonger la saison de croissance. Les risques de gel printanier tardif ne seront pas plus importants qu'actuellement. Puisque l'épaisseur de neige au sol sera moins importante, la fonte sera devancée et plus rapide. Cependant, il pleuvra un peu plus qu'actuellement au cours des mois de mars, avril et mai. Avec des températures plus élevées, il devrait tout de même être possible de devancer le début des travaux au champ. Par contre, pour les années particulièrement pluvieuses, la période des semis pourrait être retardée.

UTM POTENTIELLES DURANT LA SAISON DE CROISSANCE

HISTORIQUE : 1981-2010

FUTUR : 2041-2070



Historique (1981-2010): 2189 utm
Δ 2041-2070 : +313 à +996 utm

OURANOS
Logan, T. 2017



L'ÉTÉ EN 2050 AU SAGUENAY-LAC-SAINT-JEAN



+10 JOURS AVEC UNE TEMPÉRATURE MAXIMALE > 30 °C

2050 : 13 jours
(6 à 22 jours)

Historique : 3 jours



DÉFICIT HYDRIQUE EN AUGMENTATION DE 28 MM

2050 : -95 mm
(-57 à -141 mm)

Historique : -67 mm



QUANTITÉ DE PLUIE SIMILAIRE

2050 : 332 mm
(307 à 366 mm)

Historique : 324 mm



PLUIES INTENSES PLUS FRÉQUENTES

Davantage de cellules orageuses localisées

Quels impacts en grandes cultures?



Augmentation des risques de pertes de rendement en raison des fortes chaleurs et du manque d'eau



Nouveaux ennemis des cultures, pression plus importante des espèces déjà présentes

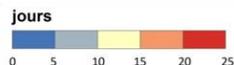
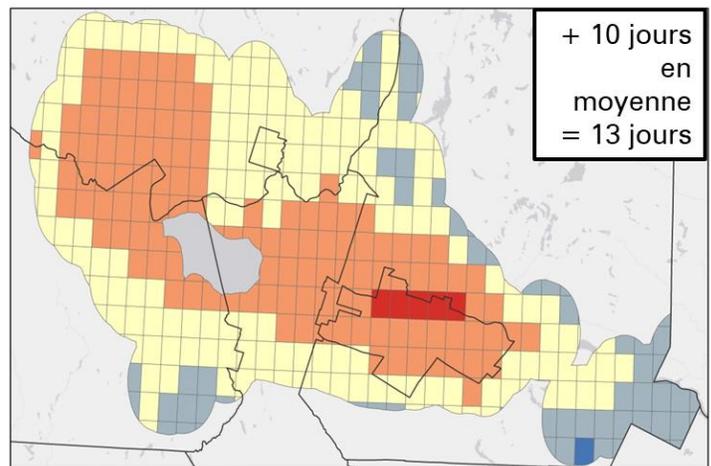
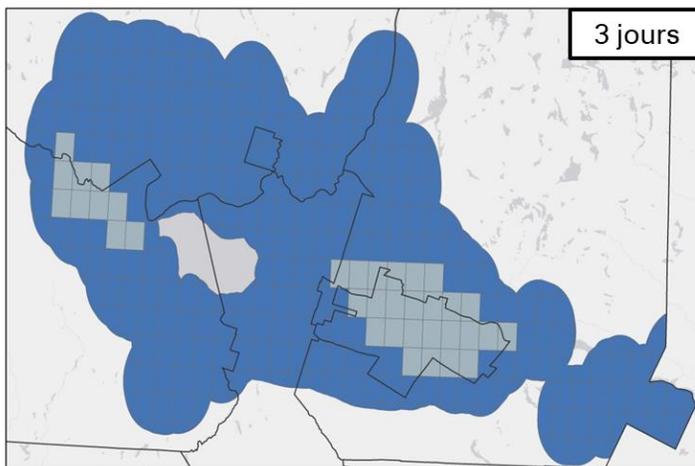
Des étés plus chauds, mais avec autant de pluie : attention au manque d'eau!

L'été, les températures seront en moyenne plus élevées de 2,6 °C à l'horizon 2050 par rapport à ce que nous avons connu pour la période 1981-2010. Les épisodes de canicules seront plus fréquents : il y aura en moyenne 13 jours par an avec des températures supérieures à 30 °C. Les précipitations seront plus souvent intenses, car elles seront issues de cellules orageuses, ce qui augmente les risques de ruissellement. Des températures plus élevées entraîneront davantage d'évapotranspiration et en conséquence une augmentation du déficit hydrique (qui correspond à la différence entre les pluies et l'évapotranspiration). Les plantes pourraient donc souffrir plus souvent de manque d'eau, surtout dans les sols compactés ou légers. Les fortes chaleurs pourraient affecter particulièrement les céréales.

NOMBRE DE JOURS AVEC UNE TEMPÉRATURE MAXIMALE SUPÉRIEURE À 30 °C

HISTORIQUE : 1981-2010

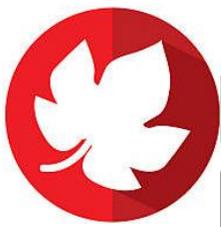
FUTUR : 2041-2070



Historique (1981-2010): 3 jours
Δ 2041-2070 : +3 à +19 jours



Logan, T. 2017



L'AUTOMNE EN 2050 AU SAGUENAY-LAC-SAINT-JEAN



AUGMENTATION DE LA TEMPÉRATURE MOYENNE DE 2,5 °C

2050 : 4,8 °C
(3,3 à 6,6 °C)

Historique : 2,3 °C



**PREMIER GEL À 0 °C
14 JOURS PLUS TARD**

2050 : 13 octobre
(7 au 23 octobre)

Historique :
29 septembre



**DES PLUIES
SIMILAIRES**

2050 : 286 mm
(263 à 312 mm)

Historique : 268 mm



**FIN DE LA SAISON DE
CROISSANCE
12 JOURS PLUS TARD**

2050 : 7 novembre
(30 octobre au 13 novembre)

Historique :
26 octobre

Quels impacts en grandes cultures?

Rendement potentiel plus élevé pour le maïs et le soya, dans la mesure où l'état de santé des sols et le contrôle des ravageurs et maladies sont adéquats



Conditions plus favorables au semis de cultures de couverture, de céréales d'automne et à la diversification des rotations

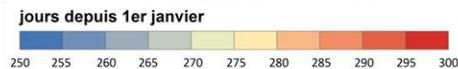
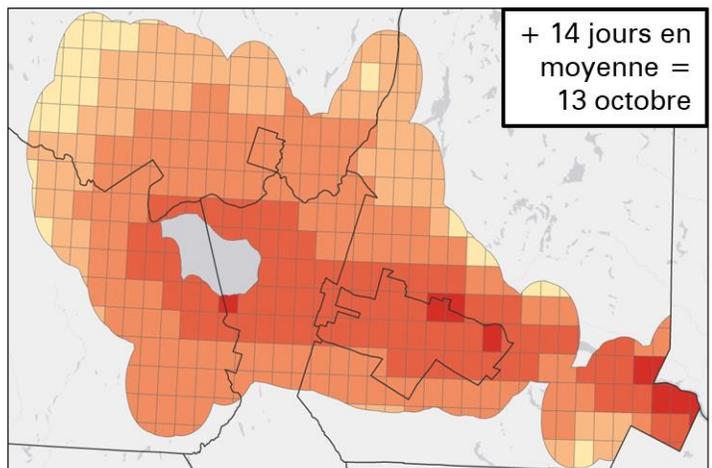
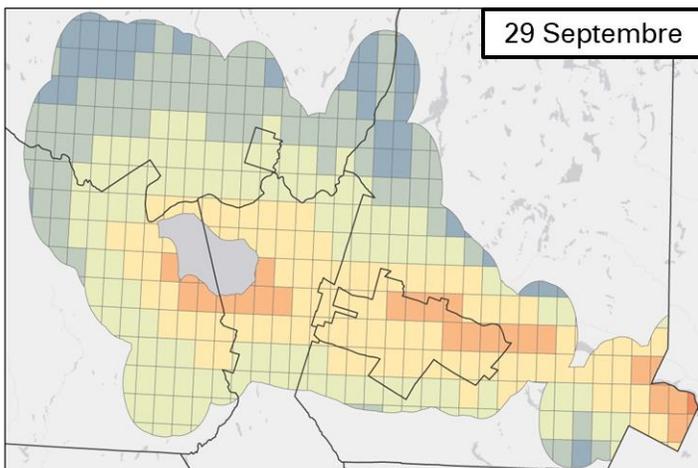
Des automnes plus tardifs : de nouvelles possibilités?

Puisque les températures seront plus chaudes et que le premier gel aura lieu plus tard, la saison de croissance des plantes sera plus longue. Les précipitations entre septembre et novembre seront similaires en quantité par rapport à celles observées historiquement. Ces conditions auront pour effet de devancer la maturité des cultures, permettant des récoltes dans des conditions de sol plus secs.

DATE DU PREMIER GEL À 0 °C

HISTORIQUE : 1981-2010

FUTUR : 2041-2070



Historique (1981-2010): 272 jours depuis 1er janvier
Δ 2041-2070 : +7 à +23 jours



Logan, T. 2017

QUE SAVONS-NOUS DES ÉVÉNEMENTS EXTRÊMES?

Certains événements extrêmes peuvent avoir des conséquences dévastatrices sur les productions agricoles. Verglas, grêle, rafales : nombreux sont les événements médiatisés ces dernières années qui donnent froid dans le dos!

Prédire si ces événements vont devenir plus fréquents ou pas dans le futur est un véritable casse-tête pour les climatologues, car il y a plusieurs types d'événements différents et peu de données disponibles.

En s'appuyant sur les données du passé et sur les modèles climatiques, les climatologues d'Ouranos envisagent pour le Québec :

- ✓ Qu'il y aura CERTAINEMENT plus d'épisodes de canicule et de chaleur extrême, et moins de vagues de froid extrême;
- ✓ Qu'il y aura POSSIBLEMENT plus d'épisodes de précipitations intenses sous forme de cellules orageuses localisées;
- ✓ Bien que les risques de grêle n'aient pas été étudiés, nous savons que les formations orageuses, dans lesquelles se développe la grêle, seront plus intenses et fréquentes. Il est toutefois impossible à ce stade de prévoir s'il en découlera plus d'épisodes de grêle;
- ✓ Nous ne pouvons émettre d'hypothèse appuyée par la science quant aux risques de verglas et de rafales de vent.



© Éric Labonté, MAPAQ

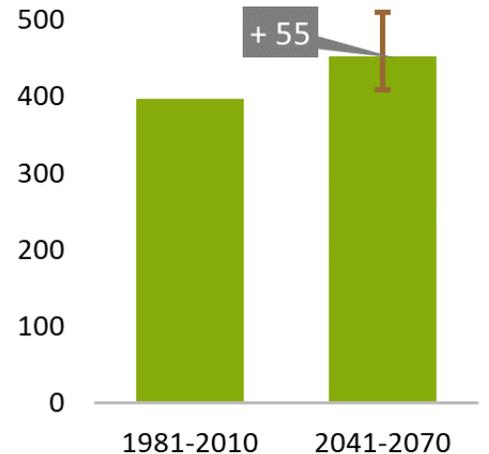
VOS SOLS SONT-ILS EN SANTÉ?

POURQUOI S'EN PRÉOCCUPER?

À l'horizon 2050, les précipitations totales annuelles vont augmenter (voir graphique). En hiver et au printemps, la pluie sera plus fréquente et augmentera les risques de ruissellement, d'érosion et de lessivage des nutriments.

L'été, les précipitations seront en moyenne similaires à ce qu'on connaît en termes de quantité, mais elles seront souvent plus intenses (fortes pluies en peu de temps). Les risques d'érosion en berge et au champ seront plus importants, en particulier si les sols sont en pente et secs. De plus, le risque de sécheresse sera plus élevé puisque l'évapotranspiration augmentera de manière importante alors que les pluies resteront stables : la rétention d'eau dans le sol jouera donc un rôle essentiel pour limiter le stress hydrique des plantes.

La santé des sols est une pierre angulaire de l'adaptation aux changements climatiques. Un sol bien structuré et riche en matière organique sera plus résilient face aux nouvelles conditions et aux extrêmes climatiques.



Précipitations de décembre à mai (mm).

La barre verticale brune représente l'incertitude.

Données : Ouranos, 2017.

COMMENT S'ADAPTER?

- ✓ Observez-vous des accumulations d'eau dans vos champs après une pluie? Un profil de sol permettra d'identifier s'il s'agit d'un problème de compaction (voir point suivant) ou de drainage. Un nivellement des champs et un écoulement adéquat avec le drainage de surface ou souterrain, combinés à des aménagements hydroagricoles (fossé, avaloir, voie d'eau engazonnée, chute enrochée), réduisent l'érosion.
- ✓ Avez-vous remarqué des zones où la productivité est plus faible? La compaction du sol est souvent la cause d'une mauvaise infiltration de l'eau de surface et peut limiter l'enracinement en profondeur, rendant les plantes plus sensibles aux sécheresses. De la machinerie plus légère, des pneus adaptés et gonflés adéquatement, un lestage ajusté du tracteur et le choix des périodes de réalisation des travaux peuvent limiter les risques de compaction.
- ✓ Votre sol conserve-t-il l'eau nécessaire aux besoins des plantes? Un sol avec une teneur élevée en matière organique et une bonne structure, dans lequel les racines peuvent s'enfoncer en profondeur, permet aux plantes de mieux résister aux sécheresses et aux canicules.
- ✓ Est-ce que vos bandes riveraines sont d'une largeur suffisante et bien aménagées pour améliorer le travail de conservation du sol que vous réalisez au champ? La bande riveraine est souvent le dernier rempart pour filtrer l'eau de ruissellement, et peut également favoriser la présence de la biodiversité (insectes prédateurs, insectes pollinisateurs, oiseaux) et stabiliser les berges.



VOS SOLS SONT-ILS EN SANTÉ?

COMMENT S'ADAPTER (SUITE)?

- ✓ Avez-vous une rotation comprenant au moins trois espèces différentes sur chaque parcelle? Des rotations diversifiées, incluant des céréales d'automne ou des cultures fourragères pérennes améliorent la structure du sol. De plus, ces cultures maintiennent une couverture des sols en hiver, limitant ainsi les risques d'érosion des sols, notamment dans les champs en pente.
- ✓ Semez-vous des cultures de couverture en intercalaire (exemple raygrass dans le maïs) ou l'automne après la récolte des céréales (seigle ou mélange de crucifères annuelles)? Les cultures de couverture protègent vos sols contre l'érosion, améliorent la structure, favorisent la vie biologique et facilitent l'infiltration de l'eau, ce qui améliore la productivité de vos champs les années suivantes.

LES AVANTAGES DES PLANTES FOURRAGÈRES PÉRENNES POUR L'ADAPTATION

Les avantages de cultiver des plantes fourragères pérennes en rotation avec des cultures annuelles sont multiples⁽¹⁾ dans une perspective d'adaptation aux changements climatiques : amélioration de la structure du sol, augmentation du taux de matière organique, couverture des sols, diversification des risques économiques, hébergement d'insectes prédateurs et pollinisateurs, effet bénéfique sur la biodiversité... Même si la tentation est parfois grande de les abandonner au profit de cultures annuelles, elles jouent un rôle important dans la résilience des entreprises de grandes cultures aux changements climatiques.



© Nathalie Hallé, MAPAQ

DOCUMENTS À CONSULTER

- [Guide sur les cultures de couverture](#)
- [La page Facebook « Cultures de couverture Québec »](#)

POUR RÉDUIRE LES GAZ À EFFET DE SERRE...

Favoriser l'infiltration de l'eau dans les baissières, pour éviter que l'eau s'accumule, permet de réduire les émissions de $N_2O^{(2)}$, un GES 300 fois plus puissant que le CO_2 .

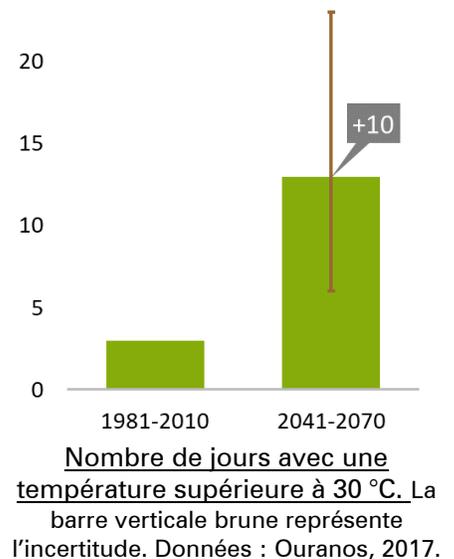
COMMENT RÉAGIRONT LES CULTURES?

POURQUOI S'EN PRÉOCCUPER?

À l'horizon 2050, les cultures présentes aujourd'hui dans la région réagiront de manières différentes aux nouvelles conditions climatiques.

La hausse de la concentration en CO₂ dans l'atmosphère sera bénéfique au soya, céréales, canola qui sont des plantes ayant une photosynthèse avec un cycle du carbone dit en C3. Les plantes dites en C4 telles que le maïs, le sorgho et le millet ne réagiront pas à l'augmentation des concentrations en CO₂, mais seront favorisées par les températures généralement plus chaudes.

Par contre, les canicules plus fréquentes (voir graphique) et les périodes de manque d'eau pourraient limiter les gains potentiels de rendement.



LES CÉRÉALES

Les céréales pourraient souffrir des températures élevées l'été, en particulier si celles-ci surviennent pendant la phase de remplissage des grains. Or, le remplissage des grains des céréales d'automne survient généralement avant l'arrivée des températures élevées, ce qui les rendent moins à risque comparativement aux céréales de printemps.

LE CANOLA

L'allongement de la saison de croissance serait favorable au canola⁽³⁾. Cependant, certaines années, les rendements pourraient être affectés par les températures élevées. La pression des insectes pourrait également représenter une menace importante pour les récoltes. Le canola d'automne pourrait être une avenue à explorer.

LA GOURGANE

La gourgane, comme le canola, est une culture de climat frais, qui pourrait donc souffrir de la chaleur. Cependant, aucune étude n'existe, à notre connaissance, sur les impacts des changements climatiques sur cette culture.

LE MAÏS

Le maïs aime la chaleur. La hausse des températures devrait permettre d'obtenir des rendements plus élevés. Attention cependant aux impacts environnementaux de cette culture à large entre-rang, notamment en termes d'érosion des sols et de pertes de nutriments! L'implantation d'intercalaires est à privilégier.

LE SOYA

Le soya profitera à la fois de la hausse de la concentration atmosphérique en CO₂ et de l'allongement de la saison de croissance, entraînant des hausses de rendement les années où le déficit hydrique ne sera pas trop important. Le semis direct et l'implantation de cultures de couvertures permettent de réduire les risques d'érosion.

LES PLANTES FOURRAGÈRES PÉRENNES

Les plantes fourragères pérennes pourraient bénéficier de l'allongement de la saison de croissance et de la hausse du CO₂ si leur gestion est adaptée. Pour assurer le succès de ces cultures, une attention particulière doit être portée au choix des espèces et mélanges, au semis avec des plantes abris, au régime des coupes, aux pratiques favorables à la survie à l'hiver et à l'application d'une fertilisation optimale.

COMMENT LUTTER CONTRE LES RAVAGEURS, MALADIES ET MAUVAISES HERBES?

POURQUOI S'EN PRÉOCCUPER?

À l'horizon 2050, des températures plus clémentes durant l'hiver devraient favoriser la survie de plusieurs espèces d'ennemis des cultures⁽⁴⁾.

De plus, des températures plus élevées le reste de l'année devraient accélérer les cycles de développement et de reproduction de plusieurs espèces d'insectes, permettant à certaines d'entre elles de réaliser un cycle de reproduction de plus. De nouvelles espèces jusqu'alors absentes de la région feront probablement leur apparition, et les ravageurs existants devraient être avantagés par les conditions climatiques futures. Les cultures subiraient donc une plus grande pression des ravageurs.

Certaines maladies fongiques, telles que la fusariose de l'épi⁽⁵⁾, seront plus fréquentes en climat futur. Le taux de survie des spores durant l'hiver sera augmenté et les conditions climatiques seront favorables à son développement durant la floraison.

Les mauvaises herbes devraient bénéficier de conditions de croissance plus favorables, notamment du fait de la hausse de la concentration du CO₂ atmosphérique. Ces conditions leur permettront d'être plus compétitives, notamment avec le maïs. De nouvelles espèces de mauvaises herbes qui présentement n'arrivent pas à compléter leur cycle de vie dans la courte saison de culture se développeront probablement. De plus, l'efficacité de certains herbicides pourraient être réduite⁽⁶⁾.

Les hivers moins rudes auraient pour effet de faciliter la survie et la reproduction de la grande faune (cerf de Virginie, dindon sauvage, oiseaux migrateurs, etc.), mais également d'agrandir leur aire de répartition. Ainsi, les dommages faits aux cultures par ces animaux pourraient être plus importants.



Vers gris occidental du haricot © Club agroenvironnemental de l'Estrie

COMMENT S'ADAPTER?

- ✓ Connaissez-vous les insectes, maladies et mauvaises herbes présents dans vos champs? Dans le contexte où la pression des ravageurs pourrait être plus forte, il est essentiel de décider, dès maintenant, des interventions au champ sur la base du dépistage et des avertissements phytosanitaires, dans une logique de lutte intégrée.
- ✓ Saviez-vous qu'il existe des variétés de soya résistantes à la sclerotinia? Dans plusieurs cultures, des recherches sont en cours pour sélectionner des variétés résistantes à des ravageurs et maladies⁽⁷⁾.
- ✓ Saviez-vous que la biodiversité est un atout contre les insectes ravageurs de vos cultures? Des rotations diversifiées et les espaces naturels à proximité des champs (boisés, bandes riveraines, haies brise-vent) hébergent des prédateurs naturels ainsi que des oiseaux champêtres friands d'insectes ravageurs des cultures. Attention toutefois à l'aménagement de ces espaces de biodiversité : par exemple, le nerprun sert de plante hôte au puceron du soya pendant l'hiver.

POUR EN SAVOIR PLUS

- [Étude sur les ravageurs des grandes cultures en contexte de changements climatiques](#)
- [Les modèles prévisionnels disponibles sur Agrométéo](#)
- [Impact des changements climatiques sur les ennemis des cultures](#)

POUR RÉDUIRE LES GAZ À EFFET DE SERRE...

Certaines actions qui favorisent les prédateurs naturels permettent aussi de stocker du carbone. C'est le cas des plantations d'arbustes dans les bandes riveraines et haies ou encore des cultures de couverture⁽⁸⁾.

À PROPOS DES SCÉNARIOS CLIMATIQUES...

D'OÙ PROVIENNENT LES INFORMATIONS?

Les informations présentées dans ce document sont le fruit des réflexions d'un groupe de producteurs et d'intervenants de la région qui se sont réunis dans le cadre du projet Agriculmat (2017-2020).

Le contenu a été validé par des scientifiques et des spécialistes québécois travaillant sur le sujet.

OURANOS a fourni les scénarios climatiques nécessaires à cet exercice. OURANOS est un consortium de recherche québécois sur la climatologie régionale et l'adaptation aux changements climatiques.



RÉALISATION : Sarah Delisle (CDAQ) et Sylvestre Delmotte (consultant).

REMERCIEMENTS : ce document est issu de la démarche Agriculmat mise en œuvre dans dix régions agricoles du Québec. Trois rencontres d'un groupe de travail composé de producteurs agricoles et d'intervenants ont eu lieu dans la région. Des ateliers ont également été réalisés dans la région pour partager l'information auprès des producteurs et recueillir leurs points de vue. Finalement, des experts de différentes organisations et institutions d'enseignement ont été consultés et ont contribué à ce document. Nous remercions l'ensemble des personnes qui ont collaboré au projet.

© CDAQ Novembre 2020

QUELS SCÉNARIOS CLIMATIQUES ONT ÉTÉ UTILISÉS?

Pour définir les impacts potentiels des changements climatiques et les adaptations à réaliser, un futur climatique dit « plausible » pour le Québec en 2050 a été utilisé.

Ce futur climatique représente la valeur médiane des scénarios climatiques d'OURANOS produits pour Agriculmat : certains des scénarios d'émissions utilisés considèrent une faible réduction des émissions de GES à l'échelle mondiale (RCP 8.5) alors que les autres sont basés sur une réduction plus importante des émissions de GES (RCP 4.5).

Les valeurs présentées pour les indicateurs climatiques dans les graphiques représentent la moyenne de la période 1981-2010 pour le climat historique et la moyenne de la période 2041-2070 pour l'horizon 2050. Chaque indicateur est calculé pour 22 scénarios climatiques internationaux issus de l'ensemble CMIP5. Pour l'horizon 2050, nous présentons la valeur médiane de ces 22 scénarios et les barres d'erreur correspondent au 10^e et 90^e percentile.

Sous chaque carte, il est également possible d'observer l'incertitude des projections climatiques : la mention « Δ 2041-2070 : » suivie de deux chiffres représente la fourchette basse (10^e percentile) et haute (90^e percentile) de l'indicateur calculé pour les 22 scénarios.

VOUS SOUHAITEZ EN SAVOIR PLUS?

Le plan d'adaptation du Saguenay-Lac-Saint-Jean est téléchargeable ici : www.agriclimat.ca

Communiquez avec :



Le projet Agriculmat-Saguenay-Lac-Saint-Jean a été financé par le ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation, dans le cadre du programme Prime-Vert ainsi que par le Conseil Régional de l'Environnement et du Développement Durable du Saguenay-Lac-Saint-Jean dans le cadre de la démarche « Par notre propre énergie ».



RÉFÉRENCES

1. Thivierge et al., 2020. *Bénéfices des plantes fourragères pérennes pour nos écosystèmes agricoles*. Présentation au colloque sur les plantes fourragères 2020. CRAAQ.
2. Chantigny. 2016. *Émissions de protoxyde d'azote (N₂O) en agriculture, contribution d'amendements organiques, des fertilisants minéraux et du labour*. 8p.
3. Qian et al. 2018. *Simulated Canola Yield Responses to Climate Change and Adaptation in Canada*. Agron. J., 110: 133-146. <https://doi.org/10.2134/agronj2017.02.0076>
4. Saguez et al. 2019. *Impact des changements climatiques et mesures d'adaptation pour les ravageurs présents et potentiels en grandes cultures au Québec*. CÉROM/Ouranos. 96 p.
5. Tremblay et al. 2012. *Pour en savoir plus sur la fusariose*. 7 p.
6. Tardif. 2016. *Lutte aux mauvaises herbes : effet des changements climatiques*. Présentation au congrès de l'OAQ. Changements climatiques. Réflexions et actions agronomiques.
7. SoyaGen. s. d. *Outils de sélection pour des variétés à résistance accrue aux maladies*.
8. Poeplau et Don. 2015. *Carbon sequestration in agricultural soils via cultivation of cover crops – A meta-analysis*, Agriculture, Ecosystems & Environment, Volume 200, pages 33-41, ISSN 0167-8809.