

Rapport final réalisé dans le cadre du programme Prime-Vert,
Volet 11 – Appui à la Stratégie phytosanitaire

**DÉVELOPPEMENT DE L'UTILISATION RÉGIONALE DES
CAPTEURS DE SPORES POUR LA GESTION DU BOTRYTIS DE
L'OIGNON.**

PROJET #PHYD-1-SPP-04-010

Réalisé par :

Luc Brodeur, Odile Carisse, Jean-François Desteredjian, Daniel
Rolland, & Mathieu Tremblay

DATE : 14 Décembre 2006

Les résultats, opinions et recommandations exprimés dans ce rapport
émanent de l'auteur ou des auteurs et n'engagent aucunement le ministère
de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation.

Développement de l'utilisation régionale des capteurs de spores pour la gestion du botrytis de l'oignon.

Luc Brodeur, Odile Carisse, Jean-François Desteredjian, Daniel Rolland,
& Mathieu Tremblay

Durée : 03/2005 – 04/2007

FAITS SAILLANTS

Le réseau de capteurs de spores combiné au dépistage et aux systèmes prévisionnels est une approche intégrée qui a permis de réduire l'utilisation des fongicides de 17% en 2005 et 2006. Sans diminuer les rendements, cet outil cible le moment où l'utilisation d'un fongicide n'est pas nécessaire (quantité d'inoculum inférieur au seuil économique de traitement) tout en identifiant clairement les périodes à risque qui nécessitent une intervention avec un fongicide. Le réseau de capteur aura des retombées directes au niveau du secteur des productions végétales entre autres par une meilleure gestion de la lutte chimique (coût de production, salubrité des aliments, pollution, gestion de la résistance aux fongicides). Nous croyons que les capteurs de spores pourront, dans un avenir rapproché, faire économiser davantage de fongicides que le 17% obtenu en parcelles expérimentales. Par contre, une réduction de cet ordre représente une quantité appréciable de fongicide en moins dans l'environnement et c'est un début impressionnant. Il faut laisser le temps aux producteurs d'adopter la technologie et de l'intégrer dans leurs pratiques de gestion. Grâce aux données recueillies, cette technologie sera dès l'an prochain adoptée comme service offert aux producteurs d'oignons. Les capteurs de spores, bien qu'ils soient moins faciles à contempler que les éoliennes, feront dorénavant partie du paysage agricole Québécois.



OBJECTIF ET MÉTHODOLOGIE OU DÉMARCHE

L'objectif de ce projet est de valider le potentiel des capteurs de spores pour rationaliser la lutte chimique contre la brûlure de la feuille de l'oignon et réduire le nombre d'applications de fongicides. Lors des étés 2005 et 2006, nous avons évalué une approche régionale d'utilisation des capteurs sous forme d'un réseau.

À chaque été, des capteurs de spores ont été installés chez 8 producteurs participants à l'étude et membres du réseau de dépistage PRISME. Les capteurs ont été installés au centre de la parcelle (minimum de 50 m de la périphérie du champ) à 10 cm au dessus du couvert végétal. Les capteurs ont fonctionné de 10h00am à 12h00pm à raison de 3 jours par semaine. La collecte des lamelles (dispositif de mesure des capteurs par impaction) a été effectuée à chaque journée d'échantillonnage. Le dénombrement des conidies a été fait le jour même afin de fournir une lecture en temps réel de la concentration aérienne de conidies (inoculum aérien) pour chaque site. Toujours dans la même journée, l'information a ensuite été transférée aux intervenants (PRISME) afin qu'une décision soit prise concernant les arrosages de fongicides. Chez les producteurs membres du PRISME, la recommandation d'un traitement fongicide se fait en intégrant plusieurs facteurs comme : la mesure du nombre de lésion sur feuille (dépistage), les modèles prévisionnels, la mesure de l'inoculum aérien, le stade phénologique, etc... La réussite du contrôle de cette maladie dépendait de tous ces facteurs et des conditions météorologiques.

RÉSULTATS SIGNIFICATIFS POUR L'INDUSTRIE

Impact de la régie de traitement sur le l'utilisation des fongicides.

Pour l'ensemble des sites suivis en 2005, la régie basée sur le réseau de capteurs a permis une réduction du nombre de traitement de l'ordre de 20%. En 2006, la réduction du nombre de traitements a été de 13.6% (Tableau 1). En général, la réduction du nombre de traitements de fongicides est due à un décalage du début des traitements. Ce sont surtout les applications de début de saison qui ont été éliminées. Les figures 1 et 2 illustrent la progression de la concentration aérienne de conidies observée dans le réseau de capteurs de spores situé dans la région des terres noires du Québec.

Tableau 1. Nombre de traitements et pourcentage de réduction des fongicides, (Les fongicides employés en mélanges ont été considérés comme un seul traitement).

Régie	Nombre de traitements pour 2005	Nombre de traitements pour 2006
Capteur	64	70
Conventionnelle	80	81
Réduction partielle	20%	13.6%
Réduction totale	16.8%	

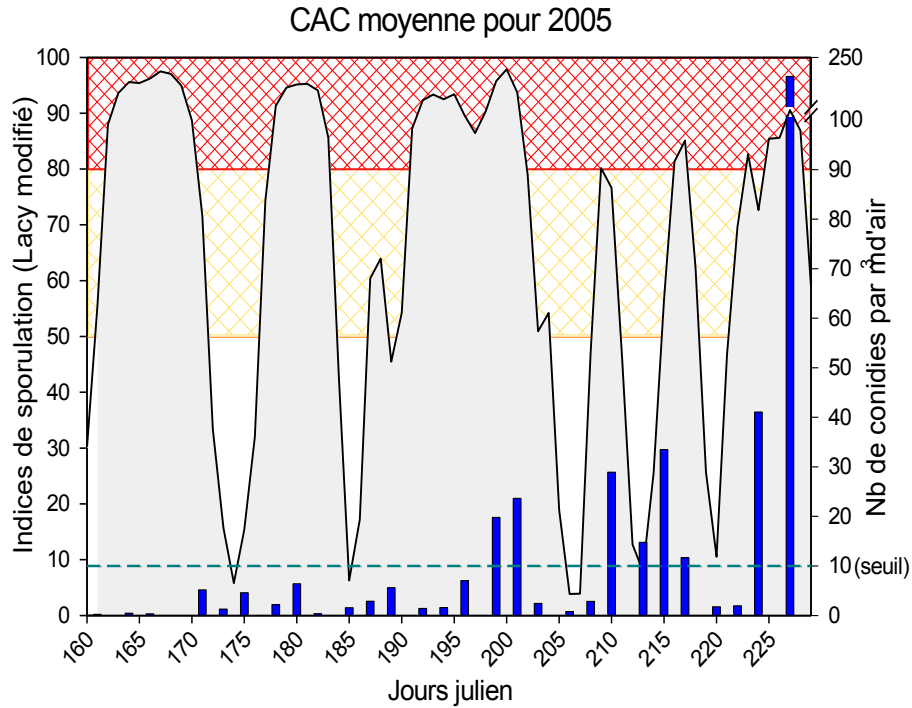


Figure 1: Graphique corrigé de la concentration de spores moyenne pour toutes les parcelles avec capteurs de spores en comparaison avec les indices de sporulation pour l'année 2005. Les barres bleues représentent la concentration aérienne de conidies (CAC). Les zones grises représentent les indices de sporulation selon le modèle prévisionnel de Lacy modifié. Sur l'échelle de gauche, la zone entre 50 et 80 représente un risque de sporulation moyen. Au delà de 80, le risque est identifié comme étant élevé. La ligne pointillée représente le seuil économique de traitement de la CAC.

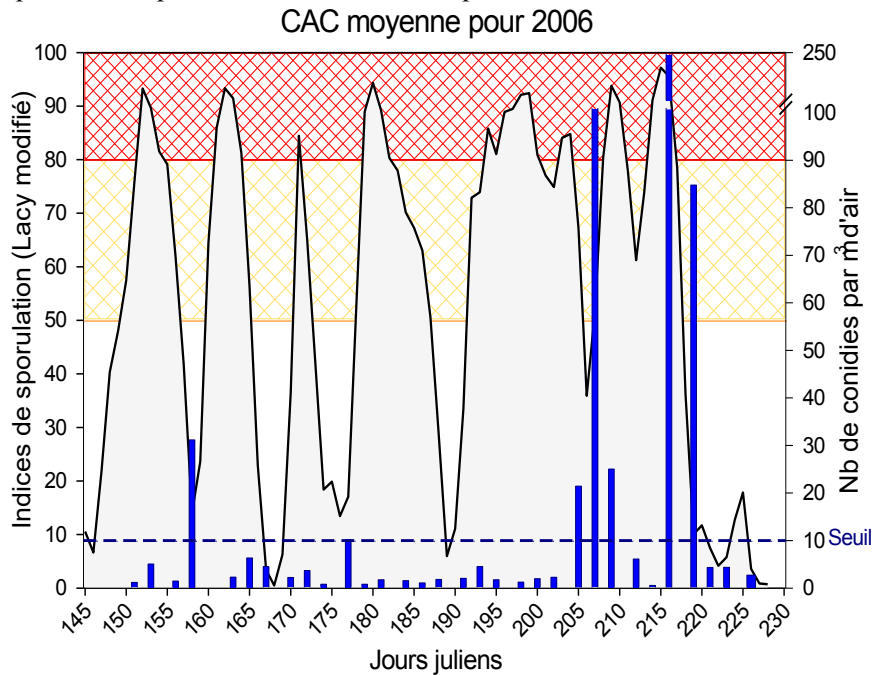


Figure 2: Graphique de la concentration de spores moyenne pour toutes les parcelles avec capteurs de spores en comparaison avec les indices de sporulation pour l'année 2006. Se référer à la légende de la figure 1.

Impact de la régie de traitement sur le rendement.

Pour les producteurs suivis en 2005 et en 2006, il n'y a pas eu d'effet significatif de la régie de traitement fongicide sur le rendement en oignon (figure 3 et 4).

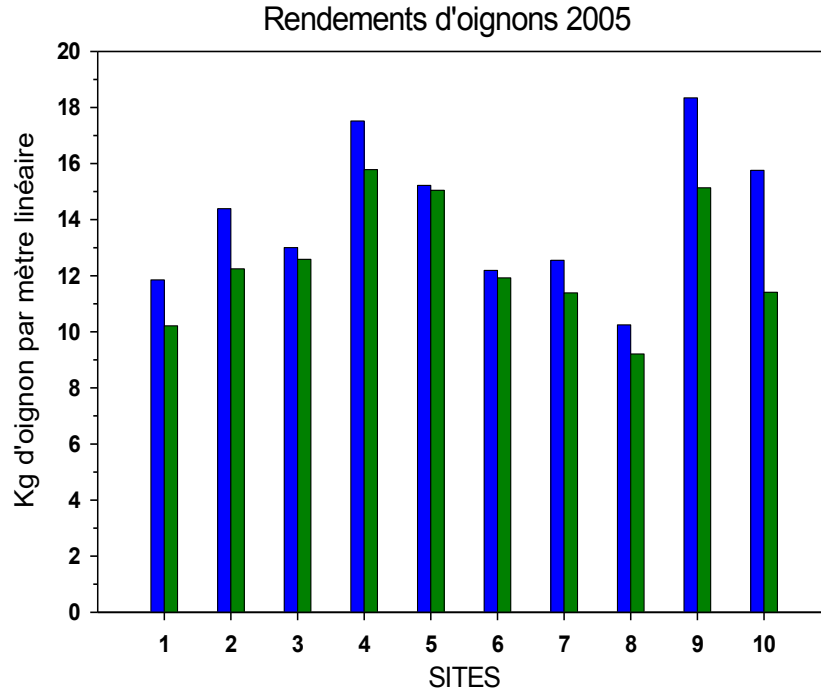


Figure 3: Graphique des rendements obtenus selon les différentes régies de traitements pour 2005. Les barres bleues représentent la quantité d'oignons vendables pour la régie avec capteurs. Les barres vertes représentent la quantité d'oignons vendables pour la régie conventionnelle.

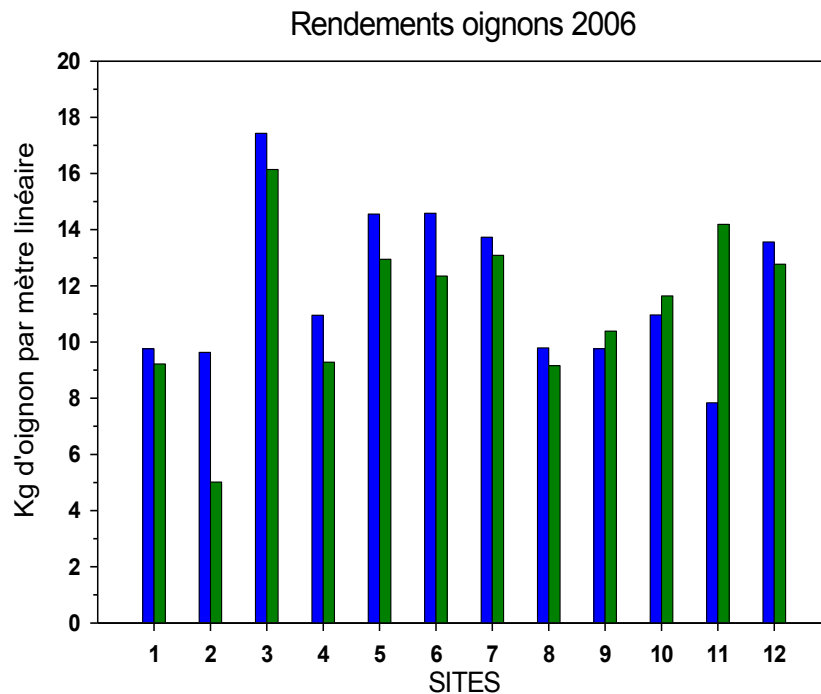


Figure 4: Graphique des rendements obtenus selon les différentes régies de traitements pour 2006. Se référer à la légende de la figure 3.

Relation entre la concentration de spores et les conditions climatiques.

La progression de la concentration aérienne de spores en fonction de la température moyenne, de l'humidité relative moyenne et de la pluie pour les deux années de l'étude est présentée en annexe 3, figures 5 et 6. On note que la progression de la concentration aérienne de spores est semblable pour les deux années. Les périodes de concentration aérienne de spores élevée semblent être reliées aux périodes d'humidité et de température élevées. Ces observations sont similaires à celles rapportées dans la littérature scientifique. Dans les années 80 plusieurs équipes de recherche (1, 2, 3, 4) ont étudié la relation entre les conditions climatiques et la concentration de conidies de *B. squamosa* dans l'air. Ces chercheurs ont mis en évidence le rôle de la concentration aérienne de spores dans le développement de la brûlure de la feuille de l'oignon. Sutton et al. (2) ont rapporté une bonne corrélation entre la concentration aérienne de spores (conidies) et la sévérité de la maladie. Quelques années plus tard, Vincelli et Lorbeer (4) ont démontré que les risques de développement de la maladie étaient élevés lorsque la concentration aérienne de spores était supérieure à 10 conidies par m³.

Dans le cadre du présent rapport, les données de concentration de spores sont comparées avec le modèle prévisionnel Predictor développé par Lacy et Pontius (1). Ce modèle prévisionnel est basé sur l'influence des conditions climatiques sur la concentration aérienne de spores au dessus d'un couvert végétal d'oignon (cv sensible).

1. Lacy, M. L., and Pontius, G. A. 1983. Prediction of weather-mediated release of conidia of *Botrytis squamosa* from onion leaves in the fields. *Phytopathology* 73:670-676.
2. Sutton, J. C., James, T. D. W. and Rowell, P. M. 1983. Relation of weather and host factors to an epidemic of *Botrytis leaf blight* in onions. *Can. J. Plant Pathol.* 5:256-265.
3. Vincelli, P. C., and Lorbeer, J. W. 1987. Sequential sampling plan for timing initial fungicide application to control *Botrytis leaf blight* of onion. *Phytopathology* 77: 1301-1303.
4. Vincelli, P. C., and Lorbeer, J. W. 1988. Relationship of precipitation probability to infection potential of *Botrytis squamosa* on onion. *Phytopathology* 78: 1078-1082.

APPLICATIONS POSSIBLES POUR L'INDUSTRIE

Ce projet de recherche nous a permis de valider le potentiel des capteurs de spores comme outils de lutte intégrée contre la brûlure de la feuille de l'oignon. De plus, ce projet a permis le passage de l'expérimental au commercial. Au cours des 2 années du projet, la réduction du nombre de traitements fongicide a été plus faible que celle obtenue en conditions expérimentales soit environ 17%. Ce phénomène peut s'expliquer par la réticence des producteurs à éliminer des traitements fongicides. En fait, dans plusieurs cas des traitements fongicides ont été faits alors que le risque de développement de la maladie était faible. Comme toute nouvelle technologie, les producteurs doivent apprendre à l'utiliser et il est fort probable que les producteurs d'oignon développeront leur confiance dans les données fournies par les capteurs et réduiront davantage les traitements fongicides.

Ce projet a également permis de mettre en place un système de collecte des échantillons et de diffusion des données. Plusieurs producteurs d'oignon de la région du sud-ouest de Montréal ont exprimé leur désir d'avoir des capteurs de spores sur leur ferme. De plus, le consortium PRISME étudie présentement la possibilité de fabriquer les capteurs et de mettre en place un service de dépistage de l'inoculum aérien. Dans l'avenir, il sera possible d'optimiser la lecture du nombre de spores en utilisant des méthodes moléculaires et d'ajouter d'autres services comme la présence de d'autres champignons comme le *Peronospora destructor* ou *Alternaria porri* et possiblement le suivi de la résistance aux fongicides.

Disponibilité de cette nouvelle technologie et transfert à la ferme.

La technologie de captage de spores est relativement simple en soi. Le consortium PRISME a acquis l'expertise nécessaire à la fabrication des capteurs de spores.

Les capteurs pourront être achetés du consortium Prisme pour un montant qui reste à déterminer, puisque le coût de fabrication dépend de la disponibilité et du coût des pièces. Actuellement nous pouvons produire un capteur à un coût inférieur à 1,500 \$ CAN, alors que le fabricant américain le distribue à plus de 4,000 \$ US.

L'expérience des 6 dernières années a démontré que l'interprétation des informations obtenues des capteurs de spores est plus facile dans le cadre d'un programme de lutte intégrée comprenant aussi le suivi des indices de sporulation obtenues du Modèle Lacy et la compilation du nombre de taches sur les feuilles.

Le tableau suivant résume les avantages comparatifs et les contraintes inhérentes à chacune des méthodes utilisées pour le suivi du botrytis sur l'oignon.

Avantages et contraintes des approches utilisées pour la gestion des infestations de *Botrytis squamosa* dans la production de l'oignon jaune

Service offert à l'industrie en 2007

Capteurs	Modèle prévisionnel	Dépistage
Requière un équipement spécialisé et un opérateur qualifié, les deux disponibles sur la ferme.	Requière des informations météorologiques régionales disponibles auprès d'Environnement Canada entre autres	Requière un observateur qualifié disponible sur la ferme
Mesure réelle du risque d'infection en fonction de la présence quantifiée des spores	Indice de risque potentiel d'éjection des spores dépendant des conditions environnementales	Évaluation post-infection des risques à venir (plus de taches, plus de sporulation à venir)
Pourrait permettre d'évaluer les risques pour un ensemble de maladies dont les spores peuvent être identifiés (Botrytis, mildiou, alternaria)	Permet d'évaluer le risque d'une seule maladie, le botrytis; des modèles validés seraient nécessaires pour les autres maladies	Permet d'évaluer l'incidence et la distribution dans les champs de plusieurs variables et ravageurs (maladies, insectes, cultivars, mauvaises herbes, régie)
La qualité des résultats dépend de la formation adéquate de l'opérateur (bonnes pratiques de laboratoire)	Aucun opérateur requis pour la collecte des données et l'obtention des résultats	La qualité des résultats dépend de la formation adéquate de l'observateur (bonnes pratiques de dépistage)
Permet l'évaluation de l'impact des régies sur les quantités de spores par champ mais pas sur le niveau d'attaque sur la culture ou sur les cultivars	Ne permet pas de connaître l'impact des régies sur l'incidence des infestations ou le niveau réel d'attaque sur la culture.	Permet l'évaluation de l'impact de la régie sur l'incidence des infestations et des maladies par cultivar et par champ en fonction du choix des fongicides, de l'opération des équipements de pulvérisation, de la fertilisation, des rotations, etc.
Les captures de spores confirment la prévision du modèle	Les prévisions permettent d'anticiper les risques plusieurs jours à l'avance et de mieux planifier les opérations de traitement et aussi de capture des spores	Le dépistage des symptômes permet de valider les informations provenant des capteurs et des prévisions.

Les contraintes pour l'utilisation efficace des capteurs sont liées davantage à la qualification des ressources humaines :

- qui opèrent les capteurs
- qui identifient et réalisent les comptages de spores avec un microscope
- qui interprètent les données de captage en fonction des autres informations : modèle prévisionnel et dépistage

En 2007, PRISME compte vendre un service de style "Clef en main", c'est-à-dire qu'un producteur d'oignon pourra s'abonner au service qui comprendra la location du capteur, le service de collecte des bâtonnets et de décompte des spores ainsi qu'une recommandation de traitements fongicide basée sur le résultats de la capture des spores, les indices de sporulation (Modèle Lacy) et le résultat du dépistage.

Le temps de réponse est très important pour assurer un contrôle adéquat du botrytis. Après une sporulation, le producteur dispose de 12 à 24 heures avant que le spore ne germe et que le champignon ne pénètre dans le feuillage. C'est quand il est appliqué dans les 12 à 24 heures suivant la sporulation que le fongicide est le plus efficace.

Il est donc très important de réduire au maximum le temps de réponse entre les captures de spores (de 10 :00 AM à 12 :00) et la transmission d'un résultat de comptage au producteur si on veut maximiser l'efficacité des applications. Le producteur doit décider de faire une intervention fongicide au plus tard en avant-midi le lendemain.

Considérant les déplacements requis entre les fermes, l'objectif visé par le service clef en main est de transmettre les résultats de comptage avant 15 :00 pm, afin que le producteur puisse planifier ses interventions et les réaliser en soirée ou au plus tard le lendemain matin, aux moments de la journée où les vents sont les plus faibles. Les relevés sont aussi effectuée en fin de semaine pour assurer un suivi continu de l'évolution de la sporulation.

Des variantes de ce service seront également disponibles en fonction de la situation du producteur. Il serait justifié pour les entreprises de grande dimension qui ont les ressources humaines requises de posséder un microscope et des capteurs et de réaliser à l'interne les comptages. Ces entreprises auraient accès aux résultats moins d'une heure après l'opération des capteurs. Le PRISME pourrait assurer la formation et l'encadrement du personnel de l'entreprise, ainsi que l'entretien des capteurs.

Diagnostic de l'efficacité des régies sur les niveaux d'infestations

L'utilisation des capteurs par plusieurs producteurs permet de chiffrer le niveau d'infestation des champs où les capteurs sont installés. Chaque producteur ayant une régie différente, il est possible de comparer ces régies (choix des cultivars, des équipements de pulvérisations, des fongicides) et d'évaluer leur efficacité sur le contrôle du botrytis (par le décompte des taches sur le feuillage) et sur les quantités de spores émises (à l'aide des capteurs).

Utilisation des capteurs dans le cadre des Avertissements phytosanitaires

Les résultats obtenus au cours des années montrent que :

- Le regroupement des résultats de l'ensemble des capteurs permet de connaître si la quantité des spores dans l'air est à la hausse ou à la baisse.
- Il y a beaucoup de variations dans le nombre de captures d'un site à l'autre; on peut atteindre le seuil à un site, alors que les autres sites sont sous le seuil.
- Les producteurs doivent connaître les résultats des captures dans les plus brefs délais si on veut les utiliser efficacement.

Les Avertissements Terres Noires sont émis une fois par semaine. La publication des résultats des capteurs à des intervalles hebdomadaires ne peut pas être utile dans la gestion quotidienne des pulvérisations fongicides; leur publication ne permettrait pas non plus d'expliquer les variations des infections d'un champ à l'autre sur les fermes où il n'y a pas de capteurs.

Cependant, les résultats des capteurs pourront être utilisés lors des bilans annuels, quand les avertisseurs désirent établir les risques encourus au cours de la saison, expliquer les pertes possibles de contrôle et identifier les périodes à risque où les producteurs auraient pu perdre le contrôle du botrytis.

POINT DE CONTACT POUR INFORMATION

Nom du responsable du projet : Luc Brodeur

Téléphone : 450.454.3992

Télécopieur : 450-454-5216

Courriel : lbrodeur@phytodata.qc.ca

AUTRES TRAVAUX OU RÉFÉRENCES SUR LE MÊME SUJET

Carisse, O., McCartney, H. A., Gagnon, J. A., and Brodeur, L. 2005. Quantification of airborne inoculum as an aid in the management of leaf blight of onion caused by *Botrytis squamosa*. *Plant Dis.* 89 (7):726-733.

REMERCIEMENTS AUX PARTENAIRES FINANCIERS

Ce projet a été réalisé dans le cadre du programme Prime-Vert, volet 11 - Appui à la Stratégie phytosanitaire avec une aide financière du ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation.

ANNEXE(S)

A N N E X E 2

FORMULAIRE

TABLEAUX FAISANT ÉTAT DES DÉPENSES

- **Tableau (Projet de transfert technologique, 1 an)**
- **Tableau (Projet de développement, 2 ans)**

N° du projet : _____

TABLEAU FAISANT ÉTAT DES DÉPENSES (Projet de transfert technologique, 1 an)

DÉPENSES	DÉTAILS (s'il y a lieu)	TOTAL \$
1. Main-d'œuvre (par personne)		
2. Location ou usage de terrains, de machines ou d'équipements		
3. Achat ou location de matériel, d'outillage ou d'intrants		
4. Frais de déplacement		
5. Coût de production de matériel, de rapports, de documents de vulgarisation et de préparation d'activités de démonstration		
6. Autres dépenses d'exploitation (Frais d'administration)		
7. Dépenses d'immobilisation (description)		
TOTAL		\$

N° du projet : _____

TABLEAU FAISANT ÉTAT DES DÉPENSES (Projet de développement, 2 ans)

DÉPENSES	DÉTAILS (s'il y a lieu)	TOTAL \$ Année 2
8. Main-d'œuvre (par personne)		
9. Location ou usage de terrains, de machines ou d'équipements		
10. Achat ou location de matériel, d'outillage ou d'intrants		
11. Frais de déplacement		
12. Coût de production de matériel, de rapports, de documents de vulgarisation et de préparation d'activités de démonstration		
13. Autres dépenses d'exploitation (Frais d'administration)		
14. Dépenses d'immobilisation (description)		
TOTAL		\$

ANNEXE 3

Graphiques complémentaires demandés.

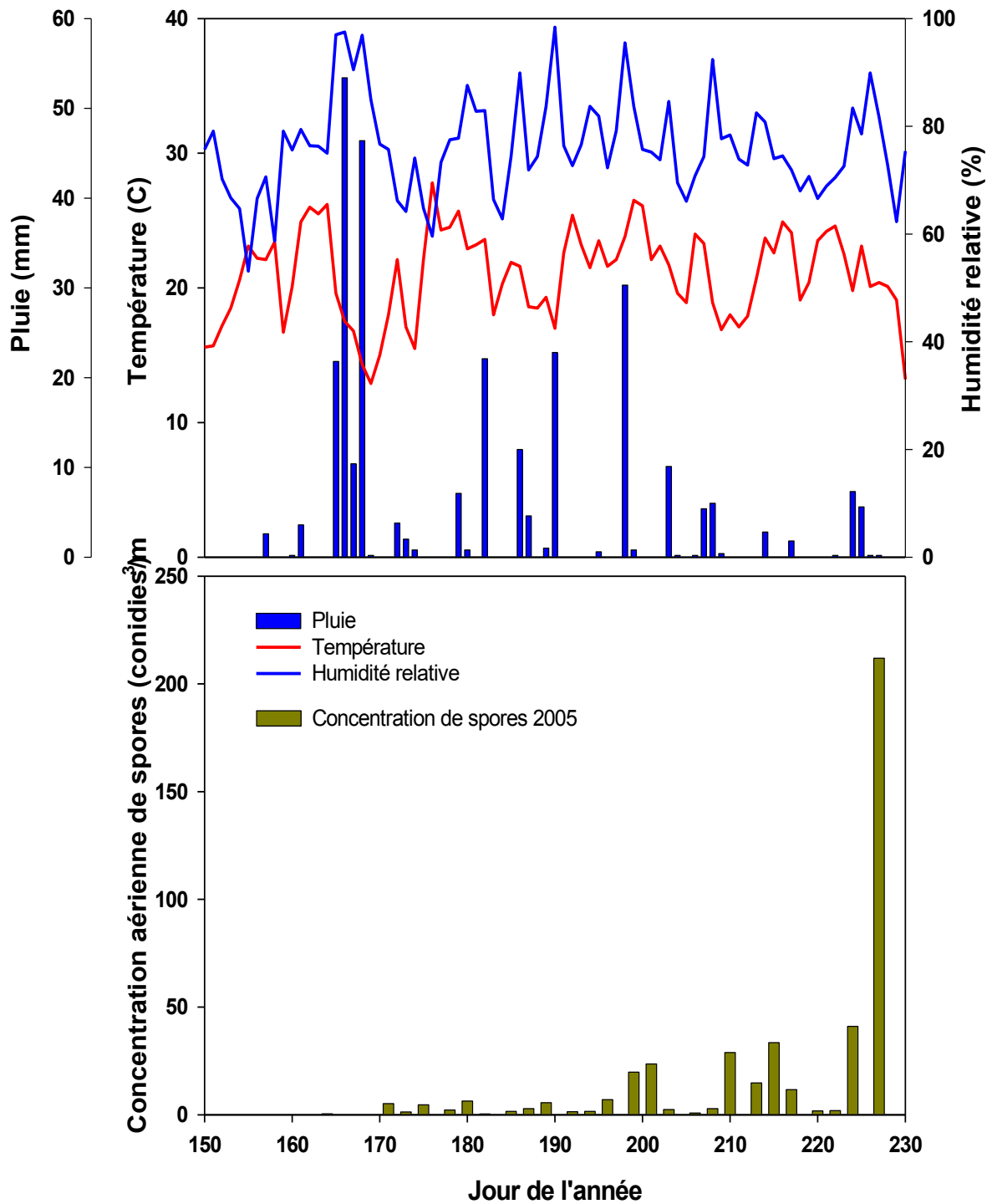


Figure 5: Progression de la concentration aérienne de spores en fonction des conditions climatiques pour l'année 2005

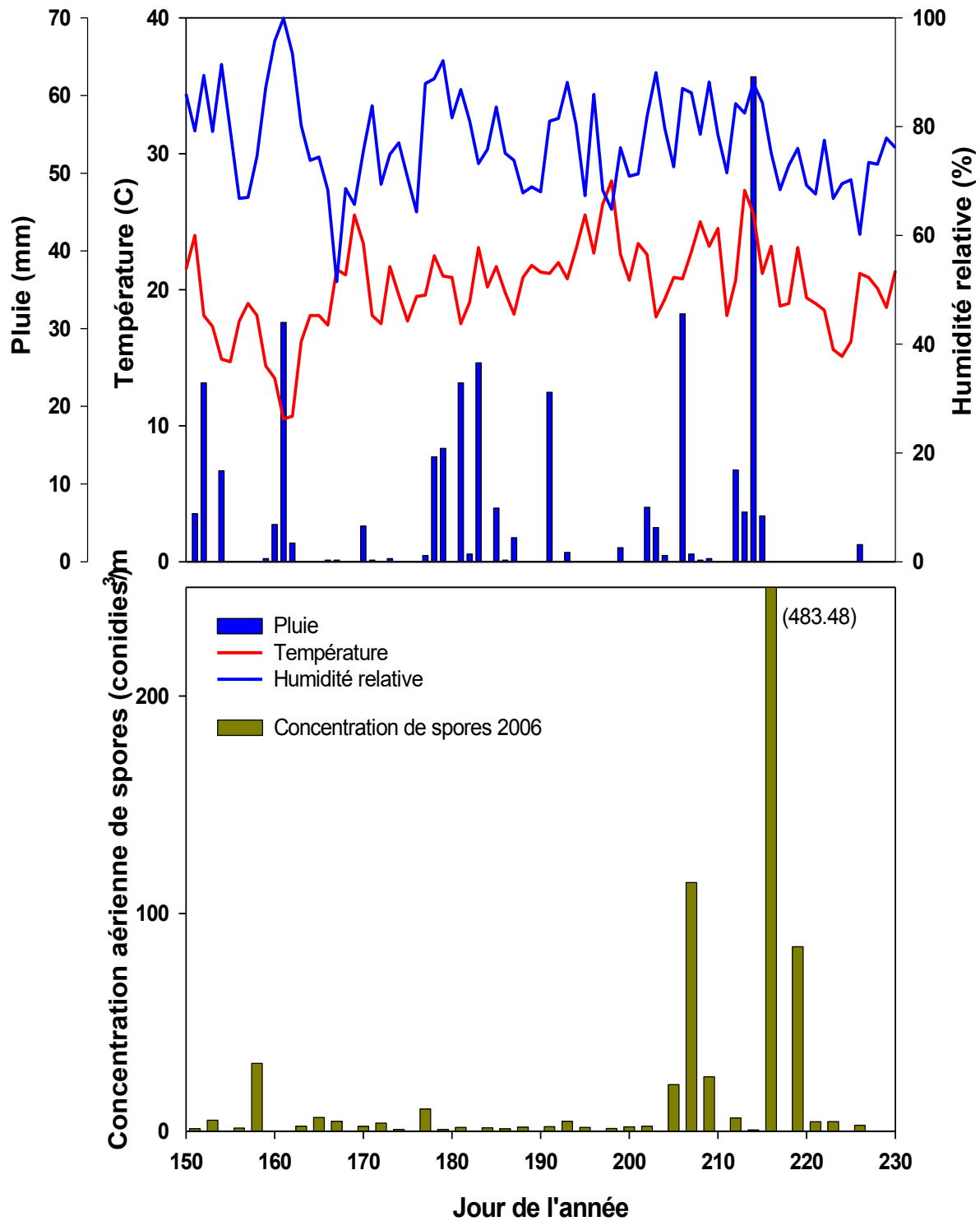


Figure 6: Progression de la concentration aérienne de spores en fonction des conditions climatiques pour l'année 2006