# Pomme de terre et cultures de rotation : résultats d'un projet de recherche longue durée.

*Bruno Bélanger, agr. M.Sc. Institut de recherche et de développement en agroenvironnement (IRDA), 2700 Einstein, Sainte-Foy, (Québec), G1P 3W8, Canada*

Texte paru dans le magazine Producteur Plus, Hors série Zoom 2004.

Depuis six ans, une équipe de l'Institut de recherche et de développement en agroenvironnement (IRDA) conduit à la ferme de Deschambault des travaux sur la pomme de terre en relation avec les cultures de rotation. Dans le cadre de cet article, nous présenterons quelques résultats issus de cette recherche. Mais avant, nous allons faire un bref retour sur ce qui nous a amenés à nous intéresser à cette question.

En agriculture, d'une façon générale, les rotations sont reconnues comme une pratique incontournable si l'on veut maintenir la productivité des sols et la qualité des produits récoltés. Déjà, dans la Chine ancienne, voilà plus de 3 000 ans, on enseignait l'art des rotations en agriculture. Plus près de nous, nous avons connu une époque ou la quasi monoculture apparaissait comme possible : les engrais minéraux et les pesticides devant suppléer au manque de rotation. Aujourd'hui cette tendance s'est renversée mais il semble qu'il y ait encore place à l'amélioration.

En situation idéale, la pomme de terre ne devrait pas revenir plus d'une année sur quatre dans un même champ. Cette vision, peu conforme avec la réalité, nous amène à constater que l'entreprise spécialisée qui veut tendre vers cet idéal fait face à d'importantes contraintes. Mentionnons en quelques unes.

D'abord, les entreprises qui veulent améliorer leur système de culture doivent le faire dans un environnement économique très compétitif. Dans ce contexte, certaines pratiques agricoles intéressantes sur le plan environnemental n'apparaissent pas toujours économiquement rentable à court terme. L'introduction de cultures de rotation doit donc se faire sans hypothéquer la rentabilité de l'entreprise à court terme et doit offrir, à plus long terme, des bénéfices au niveau de la conservation des ressources.

Aussi, l'entreprise qui veut introduire plus de rotation dans son système de production doit posséder ou avoir accès au terrain qui lui permet d'atteindre ses objectifs.

Sur le plan agronomique, pour bien réussir les cultures de rotation, il faut maîtriser un ensemble de techniques de production propres à ces cultures. De plus, ces dernières ont des impacts sur la production de pommes de terre à venir qu'il faut anticiper et maîtriser.

Également, les entreprises sont souvent limitées dans le choix des cultures qui permettraient d'améliorer les rotations. Une des limitations importantes provient du pH des sols à pomme de terre. Pour éviter les problèmes reliés à la gale, les sols sont souvent maintenus acides. Dans ces conditions, peu de cultures autres que la pomme

de terre sont capables de bons rendements. Cette situation est particulièrement vraie pour des légumineuses comme le trèfle.

C'est donc dans ce contexte qu'a été mis en place à Deschambault un projet de recherche longue durée sur la pomme de terre et les cultures de rotation.

Avant de présenter les résultats de nos travaux, nous allons faire un bref rappel des conditions de réalisation de ce projet. Cet aspect nous apparaît important car nous croyons qu'il serait hasardeux d'adopter des pratiques culturales sans tenir compte du contexte dans lequel les résultats ont été obtenus.

Tout d'abord, mentionnons que nous avons travaillé avec le cultivar Shepody. Ce dernier est réputé difficile à produire et nécessite de bonnes conditions de sol pour qu'on puisse en tirer un rendement adéquat. Nous étions intéressés par ce genre de pomme de terre car elle nous apparaissait capable de réagir aux différentes stratégies que nous voulions étudier. De plus, la Shepody se prête bien à la transformation en frites, ce qui nous permet de pousser notre analyse jusque là.

Notre sol, un loam sableux, a une bonne capacité de réserve en eau, ce qui est un avantage marqué dans une culture comme la pomme de terre. Cette situation est d'autant plus importante que nos parcelles n'étaient pas irriguées. On retrouve résumés au tableau 1 d'autres éléments relatifs à la conduite de ce projet.

Mentionnons également qu'à l'automne 1997, 4,7 t/ha de pierre à chaux ont été appliquées afin d'atteindre un pH de 6,0. Cette opération nous a également permis de remonter le niveau de calcium de nos sols, élément souvent présent en trop faible quantité dans les sols à pomme de terre.

Au printemps 1998, une première séquence de cultures de rotation était mise en place (tableau 2). La pomme de terre a suivi sur l'ensemble des parcelles l'année suivante. Ce même rythme s'est poursuivi les autres années. Au printemps 2004 nous amorcerons, avec les cultures de rotation, un quatrième cycle.

Ce type de rotation, qui est loin de l'idéal que nous avancions plus tôt, offre l'avantage de nous permettre de mesurer l'impact de différents précédents culturaux sur la pomme de terre.

Tableau 1 - Conditions de réalisation du projet

| | |
|---|---|
| Type de sol | Loam sableux |
| Cultivar | Shepody |
| Fertilisation minérale<br>• Azotée<br><br><br>• Autres éléments | <br>Cinq niveaux (0-45-90-135-180 kg/ha) avec application fractionnée pour les doses 135 et 180<br>Selon l'analyse du sol et les grilles de fertilisation du CRAAQ |
| Régie des cultures | Selon les recommandations du CRAAQ et sans irrigation |

Tableau 2 – Séquence des cultures

| Année | Type de culture |
|---|---|
| 1998 | Cultures de rotation |
| 1999 | Pomme de terre |
| 2000 | Cultures de rotation |
| 2001 | Pomme de terre |
| 2002 | Cultures de rotation |
| 2003 | Pomme de terre |
| 2004 | Cultures de rotation |

Les cultures de rotation retenues sont présentées au tableau 3. Notons qu'un de nos systèmes inclut la pomme de terre en continu, ce qui nous permet d'obtenir des résultats sur le comportement de la plante en absence de rotation. En d'autres termes, les parcelles de pommes de terre en continu nous servent de témoin. Fait à noter, ces parcelles n'ont pas été chaulées.

| Tableau – 3 Cultures de rotation |
|---|
| orge en semis pur |
| orge en semis pur et plante de couverture (moutarde blanche) après la récolte de l'orge |
| orge grainée avec le trèfle rouge |
| canola |
| soya |
| pois sec |
| maïs grain |
| pomme de terre en continu (témoin sans rotation) |

À la figure 1, nous avons un aperçu des parcelles lorsque les cultures de rotation sont implantées. On remarque tout de même à l'avant plan de cette photo une parcelle qui

est en pommes de terre. C'est notre témoin qui simule une situation où il y a absence de rotation. Chacune des cultures de rotation, incluant le témoin, sont répétées quatre fois sur l'ensemble du champ consacré à ce projet.

À la figure 2, on revoit les parcelles l'année où elles sont en pommes de terre. L'ensemble de ces parcelles sont implantées à l'endroit même où se trouvaient les cultures de rotation l'année précédente. Cette situation est aussi vraie pour les parcelles témoin (pomme de terre en continu ou absence de rotation). Cette façon de faire nous permet d'attribuer à un précédent cultural précis d'éventuels impacts sur la pomme de terre.

Toujours à la figure 2, on peut observer une variation dans le développement foliaire de la pomme de terre : les rangs du centre sont moins développés que ceux des extrémités. Cette différence doit être attribuée au fait que nous ayons cinq niveaux de fertilisation minérale azotée par parcelle ( de 0 à 180 kg/ha de N). Lorsque aucune fertilisation azotée n'est appliquée, la capacité du sol à «nourrir la plante» se reflète alors sur le développement de la pomme de terre. Sur cet aspect des rotations, certains précédents culturaux sont meilleurs que d'autres. Nous y reviendrons.

Les principales mesures prises lorsque toutes les parcelles sont en pommes de terre touchent, entre autres, au rendement, à la qualité de la production, à des maladies importantes et à l'évolution de la qualité des sols. De plus, durant la saison de croissance, des mesures de chlorophylle et de contenu en nitrates du feuillage ont été faites à différents stades de développement de la pomme de terre. Les nitrates ont également fait l'objet d'un suivi au niveau du sol.

Dans le cadre de cet article, nous ne traiterons que des résultats relatifs aux rendements, à la qualité de la récolte de pommes de terre et à des maladies qu'on observe sur les tubercules, la gale commune (figure 3) et la rhizoctonie (figure 4) et sur le feuillage, la sclérotiniose (figure 5). En ce qui touche aux cultures de rotation, nous ne présentons que les résultats relatifs aux précédents culturaux qui incluent des engrais verts.

De plus, afin de simplifier la présentation des résultats sur la pomme de terre, nous avons séparé nos données en deux groupes : nous avons d'une part les données observées pour l'ensemble des parcelles où il y a eu rotation et d'autre part les résultats obtenus sur la pomme de terre dans les parcelles sans rotation (témoin).

**Les rendements**

On retrouve à la figure 6 les données relatives au rendement vendable. Sur les trois années où l'on retrouvait des pommes de terre dans toutes les parcelles (1999-2001-2003), le fait d'avoir introduit des cultures de rotation nous a permis d'augmenter nos rendements vendables de 47% en moyenne par année. C'est 10,2 t/ha de plus de pommes de terre qui ont été récoltées en moyenne à chaque année dans ces parcelles comparativement à celles sans rotation.

**La qualité du produit**

En plus d'augmenter la quantité de pommes de terre récoltées, la qualité s'est améliorée. En effet, dans les parcelles de pommes de terre qui suivaient les cultures de rotation, les tubercules avaient un poids spécifique plus élevé (figure 7). En d'autres termes, chaque pomme de terre récoltée dans les zones en rotation avait un contenu en matière sèche plus élevé. C'est donc dire, qu'à la transformation (frite et croustille), ces pommes de terre offrent un meilleur rendement en produit fini et consomment moins d'huile.

Toujours au chapitre de la qualité, les avantages de la rotation ne s'arrêtent pas là. Les frites que nous avons faites avec ces pommes de terre (figure 8) présentent une couleur plus pâle lorsqu'elles proviennent des parcelles en rotation (figure 9). Rappelons que ce critère est également fort apprécié de l'industrie de la frite surgelée et la croustille.

**Impact sur la gale commune, la rhizoctonie et la sclérotiniose**

Nos façons de faire dans la conduite de ce projet : chaulage important des sols et présence d'importants résidus de culture en surface, nous ont amené à nous attarder d'une façon toute particulière au suivi de la gale commune et de la rhizoctonie car ces deux maladies sont souvent associées à ces pratiques. L'indice que nous avons utilisé pour quantifier ces maladies tient compte à la fois du pourcentage de recouvrement du tubercule par la maladie et de la gravité de l'attaque (ex. gale profonde ou de surface) .

Nous devons mentionner au départ que nos sols sont apparus, au fil des années, peu propices au développement de ces maladies. Souvent, les tubercules récoltés présentaient des indices de gale et de rhizoctonie plus faibles que ce qui avait été mesuré sur la semence (figure 10). Dans le cadre de projets plus spécifiques sur la gale, nous avons également travaillé avec le cultivar Belmont et même dans ce cas, nous n'avons pas été en mesure d'observer des problèmes significatifs sur les tubercules.

Tout de même, nous avons noté, qu'au niveau de la gale, le problème était plus important lorsqu'il y avait rotation (figure 10). L'indice de gale a doublé par rapport à un système sans rotation. Rappelons que dans les parcelles de pommes de terre en continu, il n'y a pas eu de chaulage. Dans ces zones, les indices sont demeurés très faibles et en bas de ce qui a été mesuré sur la semence. Où il y a eu rotation des cultures, les indices, quoique plus élevés, sont demeurés relativement faibles et comparables à ce qui a été noté sur la semence.

Comme nous l'avons mentionné plus tôt, les données que nous venons de présenter sur les rendements, sur les aspects liés à la qualité et sur les maladies sont issues de moyennes qui englobent tous les précédents culturaux. Cette façon de faire ne permet pas de montrer l'impact que pourrait avoir un précédent cultural en particulier sur la pomme de terre. Dans l'ensemble, on peut affirmer que pour ces éléments, l'effet des précédents culturaux sur la pomme de terre sont semblables. Par contre, nous avons remarqué une exception : au niveau de la gale, il y en avait plus dans les parcelles où nous avons introduit le trèfle comme engrais vert.

Au niveau de la rhizoctonie (sclérote sur les tubercules), les indices sont très faibles et en bas de ce qui est mesuré sur la semence.

En ce qui touche à la sclérotiniose, le fait d'avoir introduit une culture comme le soya semble nous avoir causé d'importants problèmes au niveau des tiges de pommes de terre. Dans ce cas, il est difficile d'être plus affirmatif car les parcelles étant près l'une de l'autre, la contamination se fait aisément et il devient difficile d'en préciser la source.

**La fertilisation azotée**

Nous avons déjà mentionné que lorsque l'ensemble des parcelles étaient en pommes de terre, la fertilisation minérale azotée comportait cinq niveaux : 0-45-90-135-180 kg/ha de N. Cette façon de faire nous a permis de déterminer le niveau optimum de fertilisation azotée pour un rendement qu'on qualifie également d'optimum et de relier le tout au précédent cultural. Voici quelques éléments que nous avons dégagés suite à cette approche de la fertilisation azotée des parcelles de pommes de terre.

D'abord, la plupart des précédents n'amènent pas de modifications à la fertilisation minérale azotée de la pomme de terre tel que généralement recommandée dans les guides. Dans le cadre de nos essais, le niveau optimum d'azote avoisine les 150 kg/ha.

Nous avons tout de même noté deux exceptions à cette règle générale. Avec le maïs grain, qui laisse d'importants résidus de culture, la fertilisation azotée de la pomme de terre a nécessité des apports plus élevés d'engrais azotée qui sont de l'ordre de 30 kg/ha.

Aussi, lorsque des engrais verts comme la moutarde blanche et le trèfle rouge sont bien implantés après la récolte d'orge, on peut «emmagasiner» dans la plante des quantités d'azote qui ont atteints jusqu'à 92 kg/ha (tableau 4). Nous avons ici une source d'azote qui peut être restituée à la pomme de terre l'année suivante et qui permet de réduire la fertilisation minérale azotée. Dans ces conditions, nos rendements se sont maintenus tout en réduisant la fertilisation azotée de près de 20%.

Tableau – 4 Rendement des engrais verts associés à la culture de l'orge, 1998, 2000 et 2002

| Cultures | Rendement en matière sèche et contenu en azote | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | t/ha | | | Teneur en N (%) | | | N en kg/ha | | |
| | 1998 | 2000 | 2002 | 1998 | 2000 | 2002 | 1998 | 2000 | 2002 |
| Trèfle rouge | 3,6 | 2,2 | 3,1 | 2,3 | 2,3 | 2,8 | 84,7 | 50,1 | 87,9 |
| Moutarde blanche | 0,8(1) | 1,6(2) | 3,3(2) | 1,5 | 1,5 | 2,8 | 11,9 | 23,8 | 92,0 |

(1) Sans fertilisation azotée après la récolte d'orge
(2) Avec une fertilisation azotée de 75kg/ha de N après la récolte d'orge

Pour nous aider à mieux gérer cet élément, lorsque la pomme de terre est de retour dans le cycle de rotation, nous avons travaillé avec des outils qui nous permettent de mesurer le contenu en nitrates et en chlorophylle des feuilles à des moments précis du développement de la pomme de terre. Nous voulons ainsi développer des grilles de référence qui nous permettraient de bien doser la fertilisation azotée en cours de culture et de faire face aux différentes situations que nous venons d'évoquer.

**Quand est-il de la rentabilité de tout cet exercice**

Nous évoquions plus tôt dans ce texte, la nécessité de rentabiliser les rotations. Pour répondre à cette question, nous avons cherché à savoir si les gains mesurés au niveau du rendement en pommes de terre pouvaient compenser pour la baisse de revenus souvent associée aux cultures de rotation. Dans notre cas, l'impact des cultures de rotation a été tellement positif sur la pomme de terre qu'il était difficile de ne pas y voir une rentabilité. Toutefois, ce projet a connu une extension sur une ferme commerciale de la région de l'Assomption et là aussi l'opération s'est avérée payante sur le plan économique. Dans ce cas, le fait d'avoir introduit des cultures de rotation nous a permis de dégager un bénéfice additionnel de 277$/ha.

**En guise de conclusion**

Suite à nos travaux et aux quelques données que nous venons de présenter, nous sommes d'avis que dans le cas d'une culture aussi intensive que la pomme de terre, la rotation nous apparaît comme incontournable si l'on veut améliorer les rendements, la qualité du produit et agir au niveau de la conservation d'une ressource aussi importante que les sols.

Dans l'ensemble des cultures que nous avons introduites, la plupart n'ont pas causé de problèmes majeurs de maladies sur la pomme de terre si ce n'est de la sclérotiniose et de la gale commune lorsque le trèfle était présent dans la rotation. Cette dernière maladie présente probablement une des contraintes les plus importantes pour des entreprises qui ont déjà une problématique de gale et qui veulent tirer le plein potentiel des rotations.

La question de rentabilité des rotations est un élément central lorsque vient le temps de faire des choix aussi stratégiques. Pour en avoir discuté avec plusieurs producteurs qui ont résolument emprunté cette direction et suite à nos résultats, nous croyons qu'il suffit d'augmenter de peu les rendements en pommes de terre pour rentabiliser un système de production qui s'appuie sur des rotations de culture.

**Remerciements**

La réalisation de ce projet a été rendu possible grâce aux efforts d'une importante équipe rattachée à l'IRDA et au MAPAQ. Également, l'appui financier du Conseil pour le développement de l'agriculture du Québec (CDAQ) a été apprécié. Nous tenons à

remercier toutes ces institutions. Nous voulons de plus souligner tout particulièrement l'apport de Mme Danièle Pagé, technicienne qui voit à la réalisation de toutes les étapes de ce projet.

Figure 1 - Aperçu des parcelles l'année d'implantation des cultures de rotation

Figure 2 - Aperçu des parcelles l’année des pommes de terre

Figure 3 - Tubercules atteint de la gale commune

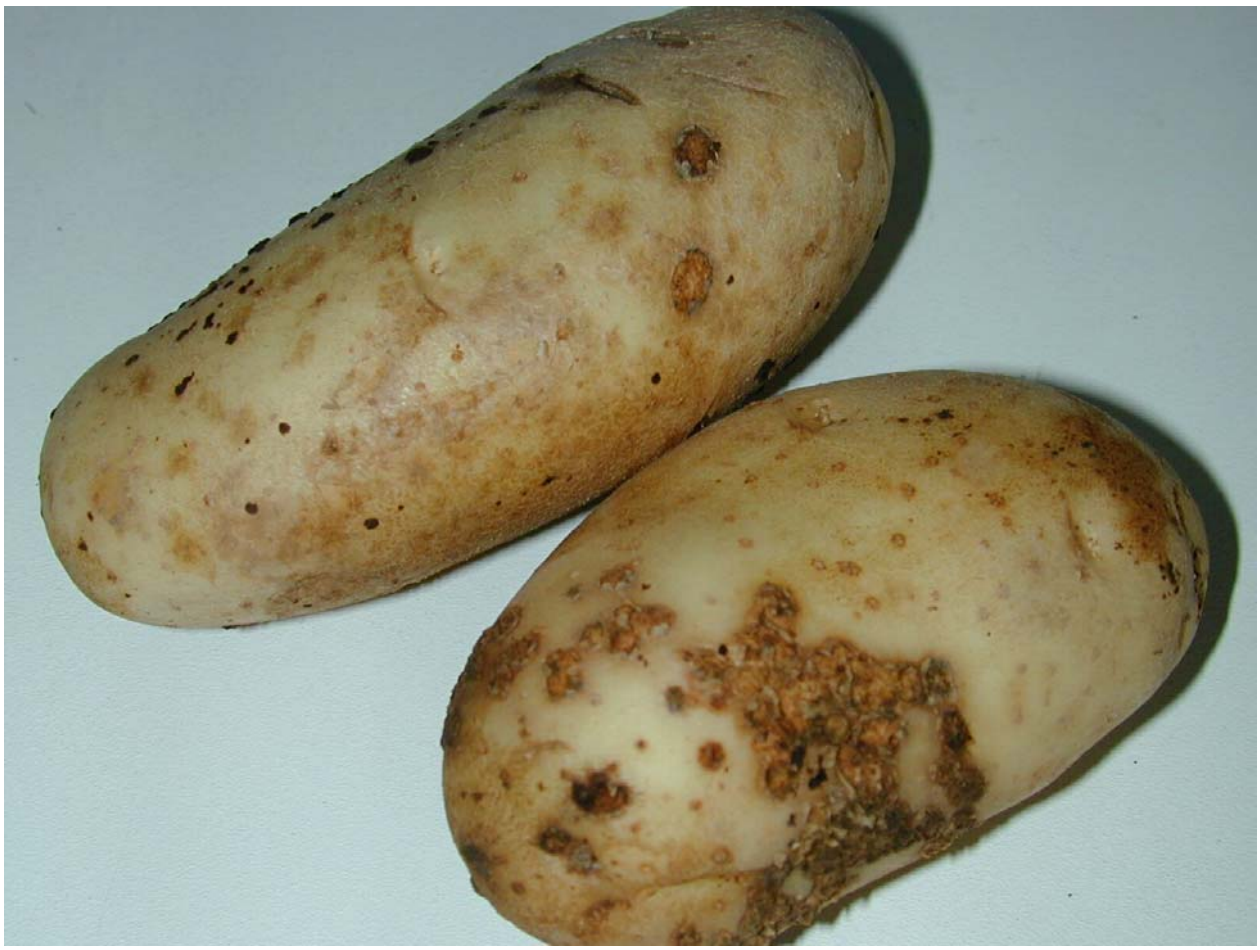


Figure 4 - Tubercules montrant des sclérotes de la rhizoctonie

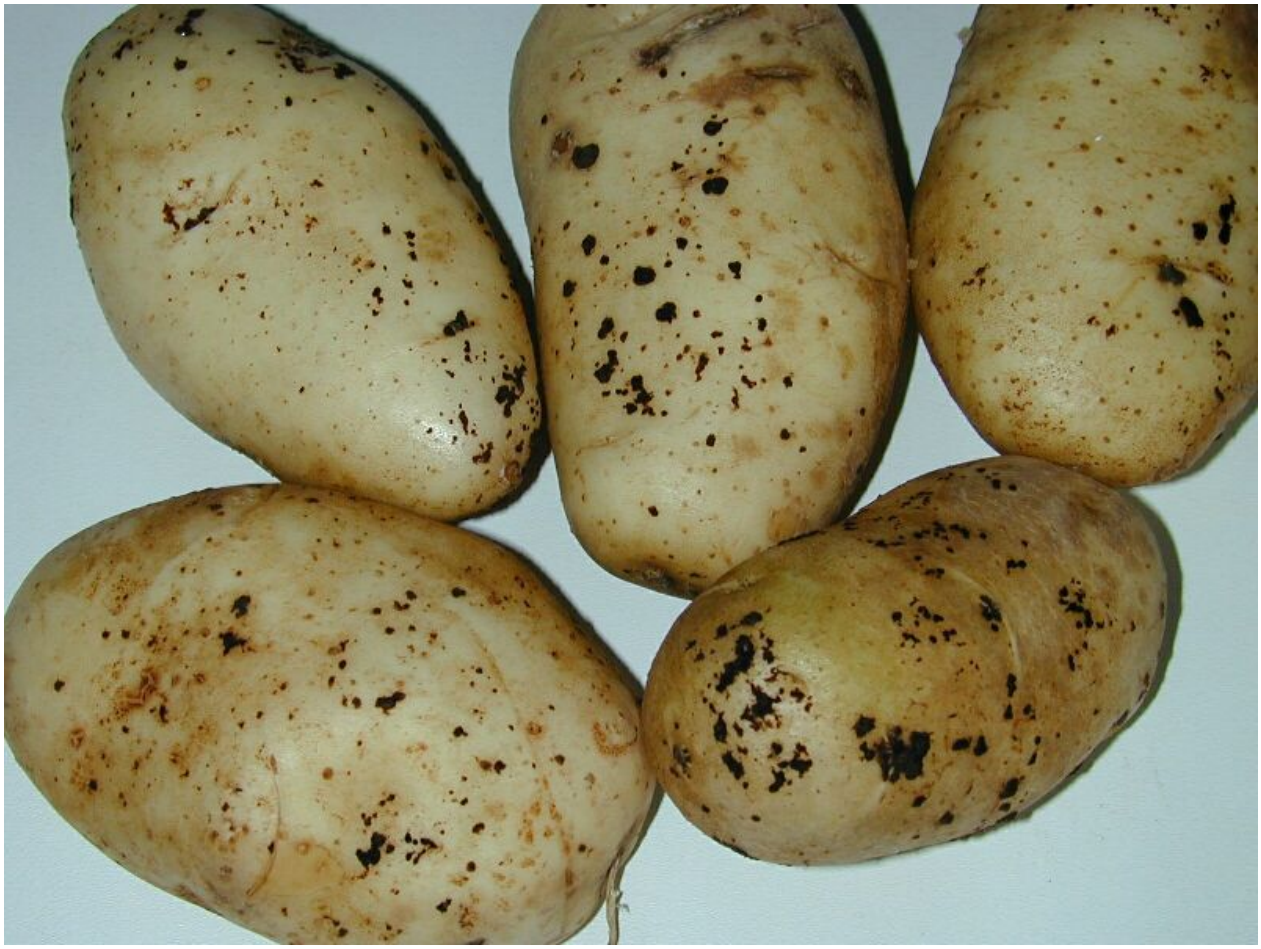


Figure 5 - Tiges avec le mycélium de la sclérotiniose; à remarquer la présence de sclérotes noirs au travers du mycélium blanc

**Figure 6- Rendement vendable de pommes de terre, cv. Shepody, exprimé en t/ha, en fonction de différents systèmes culturaux, Deschambault, moyenne 1999, 2001 et 2003**

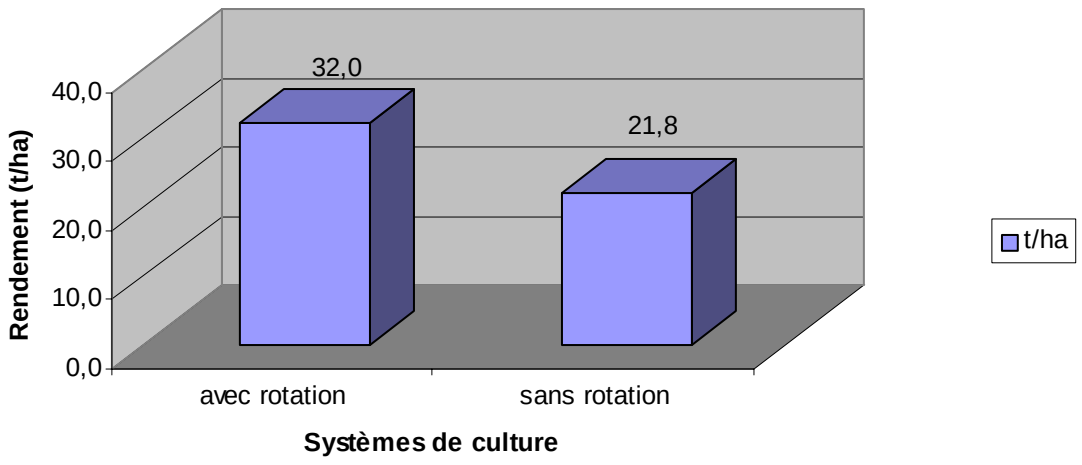



**Figure 7 - Poids spécifique de la pomme de terre, cv Shepody, en fonction de différents systèmes culturaux, Deschambault, moyenne 1999, 2001 et 2003**

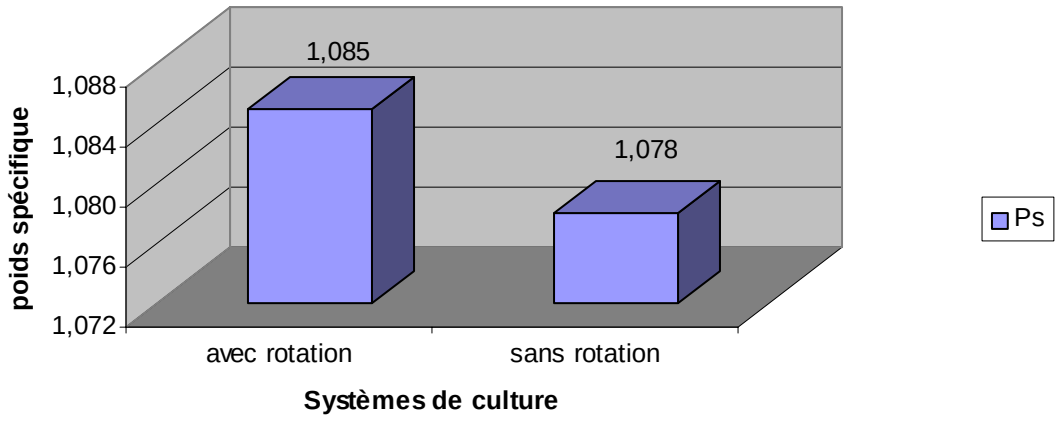


Figure 8 - Mesure de la couleur des frites à l'aide d'un appareil Agtron

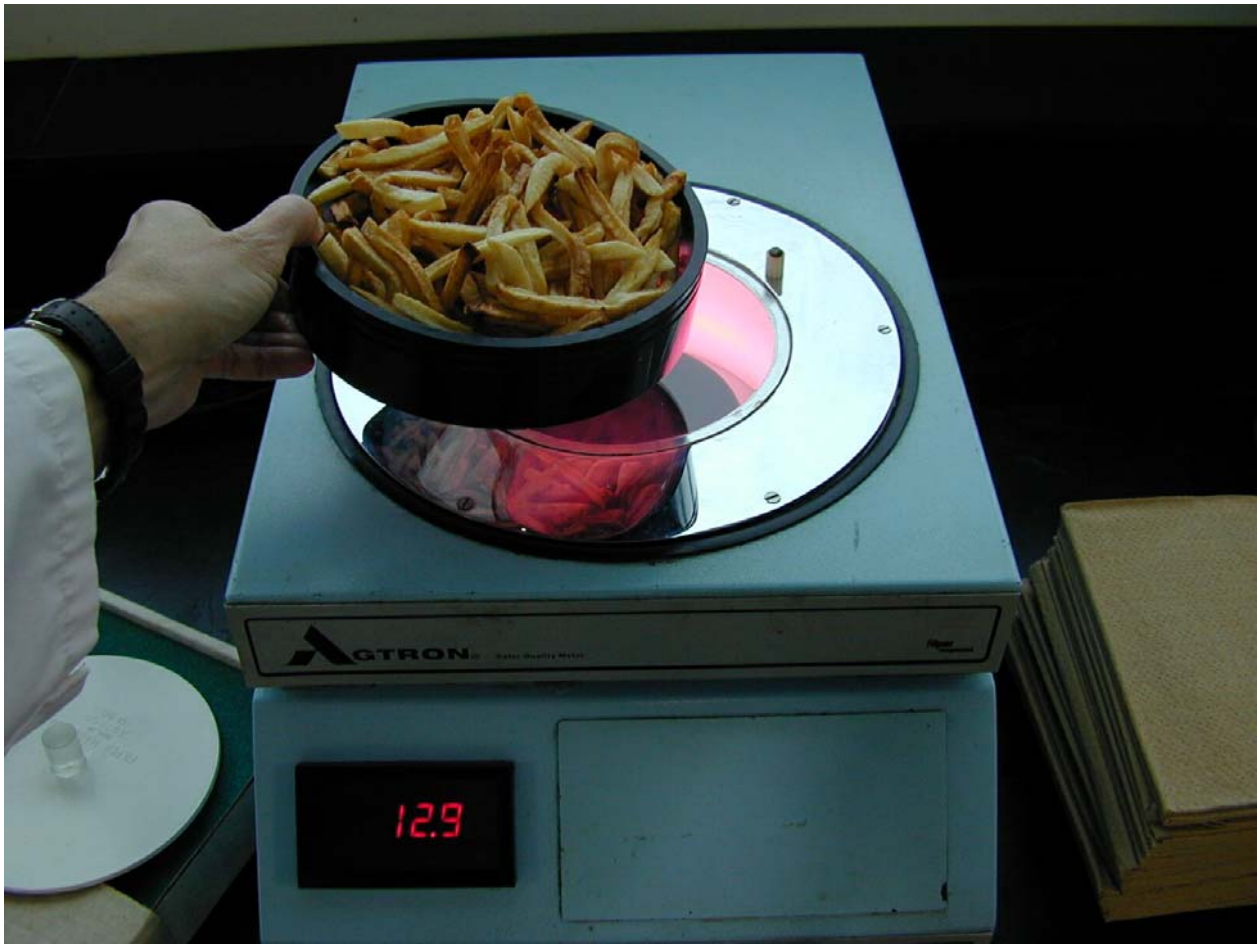
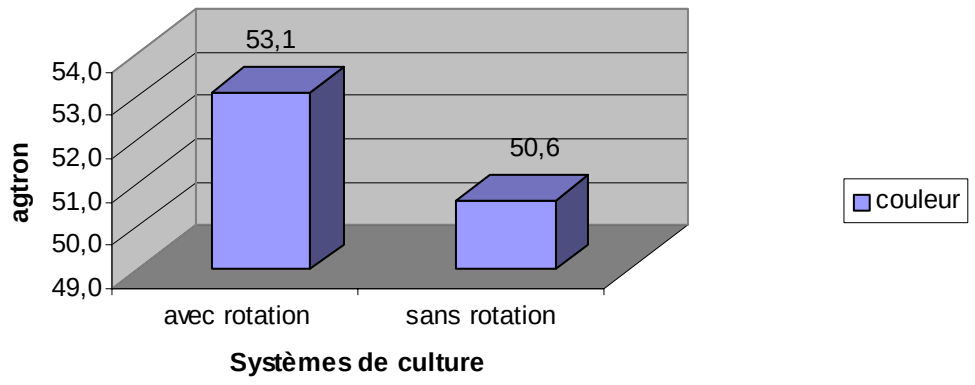


**Figure 9 - Couleur des frites, cv. Shepody en fonction de différents systèmes culturaux, Deschambault, moyenne 1999, 2001 et 2002**



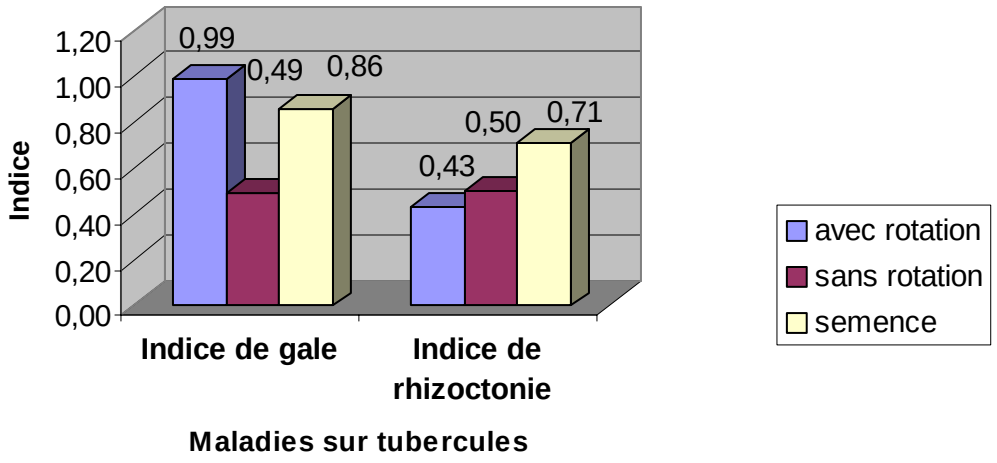


**Figure 10 - Indice de gale et de rhizoctonie en fonction de différents systèmes culturaux, Deschambault, moyenne 1999, 2001 et 2003**