

## Visage d'aujourd'hui

### Mieux comprendre les défenses des plantes... au laboratoire de Jacqueline Bede

par Josée Boisclair

Chaque année, l'agriculture et la foresterie subissent des pertes importantes en raison de l'activité d'insectes ravageurs : dommages à la récolte, infestations dans les forêts ou encore coûts encourus par les méthodes de lutte. Par contre, une meilleure compréhension des moyens utilisés par les plantes pour se défendre nous permettraient de développer des stratégies d'intervention contre les insectes nuisibles qui miseraient sur les défenses naturelles des plantes. C'est ce qui constitue l'objet des travaux réalisés au laboratoire de la Dre Jacqueline Bede, au département de sciences végétales de la Faculté de sciences de l'agriculture et de l'environnement de l'Université McGill.

#### Le parcours de Jacquie

Jacquie a tout d'abord obtenu un baccalauréat en biochimie de l'Université de Calgary, où elle a d'ailleurs grandi. Intéressée par les propriétés des plantes, Jacquie a commencé ses études supérieures à l'Université de Toronto. Elle y obtient une maîtrise en botanique. Elle étudie alors un précurseur de médicaments utilisés contre certaines formes de cancers; ces produits sont encore extraits d'une plante parce que la synthèse chimique en est très difficile. Puis, elle poursuit au doctorat en étudiant, cette fois, la production d'hormone juvénile chez une espèce de souchet, *Cyperus iria*. Elle axe sa recherche sur la distribution de cette hormone dans la plante, sa biosynthèse et ses fonctions biologiques potentielles. C'est là qu'est né son intérêt pour les interactions plantes-insectes.

Quels sont maintenant les intérêts de recherche de Jacquie ? Les travaux menés dans son laboratoire portent spécifiquement sur les réactions de défense des plantes en réponse à l'alimentation des chenilles. C'est dans le cadre d'un projet post-doctoral de recherche mené en collaboration avec Dr Kenneth L. Korth, du Département de pathologie végétale à l'Université d'Arkansas-Fayetteville, qu'elle a commencé à étudier plus spécifiquement ces aspects qui sont à la croisée de l'entomologie et de la biologie végétale.

#### Un peu de « background »

Les plantes possèdent de grandes capacités pour adapter leurs processus métaboliques en fonction de différents stress biotiques et abiotiques. On a longtemps cru que les réponses des plantes à des blessures mécaniques étaient similaires à celles résultant de l'attaque de chenilles défoliatrices. Des investigations plus récentes ont toutefois permis de comprendre que la situation n'est pas si simple. Les plantes réagissent différemment à des attaques d'espèces d'insectes différentes. Elles doivent ainsi utiliser des signaux uniques pour reconnaître les herbivores, comme par exemple les éliciteurs (stimulateurs) présents dans les sécrétions orales des chenilles. Reste à voir comment les plantes règlent leurs processus métaboliques en réponse à l'activité des chenilles.

#### Le modèle

Le modèle privilégié pour les investigations menées dans le laboratoire de Jacquie comprend une légumineuse, *Medicago truncatula*, plante diploïde apparentée à la luzerne. Plante fourragère d'importance économique, la luzerne est d'ailleurs fort utilisée pour des études physiologiques ou encore pour mieux comprendre les interactions végétales dans la famille des Fabacées. Par contre, les réponses de défense de *M. truncatula* contre les insectes herbivores sont encore peu connues. Du côté entomologique, un généraliste, la légionnaire de la betterave, *Spodoptera exigua*, constitue l'herbivore utilisé. À partir de ce modèle expérimental, trois principaux thèmes de recherche sont poursuivis dans le but de mieux comprendre les interactions plantes-insectes.



Larve mature de la légionnaire de la betterave, *Spodoptera exigua*

## Thème 1 : la résistance induite des plantes en réponse à l'herbivorisme des chenilles

L'échec de la plupart des études comparant les réponses des plantes au broutage des chenilles par rapport aux dommages mécaniques réside dans la difficulté d'imiter la « blessure » causée par le broutage. Les sécrétions salivaires labiales sont produites par la filière (*spinneret*). Ainsi, la cautérisation de la filière des chenilles donne un excellent moyen de vérifier des réactions spécifiques à l'insecte puisque que cette opération permet de différencier les réponses résultant de blessures mécaniques de celles provenant de substances salivaires stimulatrices.

Shireff Darwish, étudiant à la maîtrise dans le laboratoire de Jacquie, a mené une robuste expérience pour identifier les gènes de la plante qui sont induits tôt et spécifiquement en réponse à l'herbivorisme des chenilles. Des études à venir se pencheront sur l'analyse de l'expression des gènes dans les plantes soumises à différents traitements (i.e. plantes traitées au méthyl jasmonate, alimentation par des chenilles généralistes versus chenilles spécialistes, etc.). À partir de là, les changements métaboliques dans ces plantes seront évalués par chromatographie liquide à haute pression (HPLC).

En étudiant les premières réponses des plantes, on cible les protéines susceptibles de fournir des informations à savoir comment les plantes coordonnent et régularisent leur flux métabolique. La compréhension de ces processus permettra éventuellement de développer des stratégies de protection des plantes basées sur les réponses endogènes de défense de celles-ci.

## Thème 2 : les éliciteurs présents dans les sécrétions salivaires des chenilles

Il semble que les éliciteurs présents dans les sécrétions salivaires des chenilles auraient pour rôle de modifier les réponses de défense des plantes. En fait, une très grande plasticité des plantes est observée dans leur habileté à reconnaître différentes espèces d'insectes herbivores et à réagir aux attaques des ravageurs. Non seulement des éliciteurs présents dans les sécrétions orales jouent un rôle important dans la reconnaissance des herbivores et l'induction des réactions de défense, mais ces mêmes substances pourraient également interférer avec les réponses des plantes. En effet, des enzymes salivaires tels que la glucose-oxidase (GOX) pourraient supprimer les réponses de défense qui sont normalement induites (Musser *et al.*, 2002. *Nature* 416 : 599). C'est le cas chez la légionnaire de la betterave.



Les glandes salivaires de la légionnaire de la betterave

Les recherches menées dans le laboratoire de Jacquie démontrent également que, chez les chenilles de *S. exigua*, la GOX est fortement dépendante de la diète (Merkx-Jacques et Bede 2005). Pour plusieurs insectes phytophages, la qualité nutritionnelle des plantes, particulièrement le ratio protéines-glucides digestibles (P:C), peut affecter la croissance, le développement et la fécondité de l'insecte herbivore. Une diète mal équilibrée peut résulter en une plus longue période de développement et peut ainsi augmenter l'exposition des insectes herbivores aux prédateurs et aux parasitoïdes. Il est généralement reconnu que les chenilles réagissent aux excès de glucides en augmentant leur respiration. Des études effectuées dans le laboratoire de Jacquie suggèrent que l'activité de la GOX est un mécanisme grâce auquel les chenilles pourraient manipuler les niveaux de glucides présents dans leur diète. Ceci revêt un intérêt particulier si nous considérons également que la GOX présente dans les sécrétions salivaires des chenilles agit comme agent suppresseur des réponses de défense des plantes. Ainsi, la qualité nutritionnelle d'un régime alimentaire végétal peut affecter les éliciteurs présents dans les sécrétions salivaires des chenilles qui, en retour, influencent les défenses des plantes.

Pour mieux comprendre la régulation endocrine de l'activité de la GOX salivaire, Jacquie poursuit des projets en collaboration avec des chercheurs de l'Institut de parasitologie de l'Université McGill et de l'Université de Toronto-Mississauga.

## Thème 3 : l'impact de l'augmentation du gaz carbonique sur les réponses des plantes aux chenilles herbivores

Une augmentation du niveau de gaz carbonique (CO<sub>2</sub>) atmosphérique peut entraîner des impacts importants sur les interactions entre les plantes et les autres organismes (ravageurs, symbiontes, etc).

Les espèces de plantes C3 répondent généralement positivement à l'augmentation des niveaux de CO<sub>2</sub> atmosphérique, c'est-à-dire par un taux de photosynthèse et une biomasse végétale plus élevés. Cependant, ces réponses sont souvent de courte durée et les plantes tendent à s'acclimater aux conditions atmosphériques au moyen d'une régulation homéostatique de l'équilibre C:N. Une des façons de renverser cette balance et d'augmenter la production de biomasse végétale est de perturber le système en exposant les plantes à des stress tels que l'herbivorisme, lequel résulte en un ajustement du ratio. Dans son laboratoire, Jacquie compare les réponses compensatoires des plantes à l'herbivorisme dans un environnement ambiant et dans des conditions de concentration élevée de CO<sub>2</sub>. Si les niveaux de glucides affectent l'activité de la GOX

salivaire, laquelle peut supprimer l'induction des défenses des plantes, il est alors primordial de déterminer si la composition en glucides et en azote des métabolites des plantes va changer sous différents régimes de CO<sub>2</sub> et de fertilisants pour ainsi prédire comment les futurs changements de niveaux atmosphériques de CO<sub>2</sub> peuvent affecter ces interactions plantes-insectes.

Les plantes et les chenilles ont mutuellement façonné certains processus physiologiques chez l'un et chez l'autre, et ce, à travers la sélection naturelle et la coadaptation. Les travaux de recherche menés dans le laboratoire de Jacqueline Bede tentent de mieux expliquer ces processus en mettant l'accent sur la régulation des réponses moléculaires et biochimiques tant chez la plante que chez la chenille.

### Équipe du laboratoire de Jacqueline Bede

Plusieurs personnes participent aux travaux de recherche qui ont cours au laboratoire de Jacquie actuellement :



Équipe du laboratoire de J. Bede. De gauche à droite : Li Pan, Magali Merckx-Jacques, Shireef Darwish, Khash Afshar, Alexandre Poisson et Jacqueline Bede.

#### Assistante de recherche :

Li Pan 1) Plant overcompensatory responses to caterpillar herbivory under elevated levels of carbon dioxide

2) Effect of diet on caterpillar salivary gene expression.

#### Étudiants à la maîtrise :

- Shireef Darwish : Early transcriptional responses of the model legume, *Medicago truncatula*, to caterpillar herbivory (projet terminé en 2006)
- Magali Merckx-Jacques : Nutritional regulation in the generalist caterpillar *Spodoptera exigua* (Hübner) (projet terminé en 2006)
- Taeko Sasaki : The identification and characterization of genes encoding proteins involved in the biogenesis of small RNAs in rice, *Oryza sativa* L.

#### Chercheuse invitée :

Cécile Bertin, Université de Cornell. Projet : Élaboration du mode d'action de la toxine m-tyrosine présente dans les racines de fétuque.

#### Étudiants au baccalauréat

- Branislav Babic : Effect of dietary nutritional quality on caterpillar performance
- Jean Lacasse : Effect of dietary nutritional quality on caterpillar performance and glucose oxidase gene expression
- Alexandre Poisson : Peptide regulation of digestive enzymes
- Marie-Hélène Weech : Regulation of plant defense pathways in response to caterpillar herbivory
- Khash Afshar : a travaillé au labo à l'été 2006 et entreprendra une maîtrise en janvier 2007.

Josée Boisclair est agronome-entomologiste à l'Institut de recherche et de développement en agroenvironnement (IRDA).