

COMPTE RENDU DE MISSION DE D. MBEGUIE A MBEGUIE
7^{ème} Symposium International sur l'Hormone végétale ETHYLENE 18-22 juin 2006
Gordon Research Conference (GRC) sur la Physiology Postrécolte 9-14 juillet 2006

1. Présentation générale des symposiums éthylène et Gordon Research Conference (GRC)

Les symposiums « éthylène » rassemblent les chercheurs dont les travaux portent sur les différents aspects basic et appliqué liés éthylène. L'éthylène est l'hormone végétale impliquée entre autre dans l'initiation et la régulation de nombreux processus physiologiques liés au mûrissement et à la qualité des fruits climactériques comme la banane. Ces symposiums se tiennent tous les 4 ans sous l'égide de l'OTAN. La 7^{ème} édition de ce symposium s'est déroulée du 18 au 22 juin 2006 à PISE en Italie. Au cours de ce symposium, j'ai présenté une communication sous forme de poster sur la caractérisation des facteurs de transcription EIN3 de banane. Cette communication après révision a été acceptée pour publication dans les actes de ce symposium. L'ensemble des communications présentées lors de ce symposium est donnée en annexe 1.

La GRC (Gordon Research Conference) est une organisation non gouvernementale et à but non lucratif managée par et pour la communauté scientifique. Dans le cadre de ces activités, la GRC fournit à la communauté scientifique entre autre un forum de discussion à travers les conférences qu'elle soutient et organise dans les divers domaines allant des sciences biologiques à la chimie, la physique etc. Les conférences axées sur la physiologie postrécolte des fruits et légumes se tiennent tous les 4 ans et la dernière édition s'est déroulée du 9 au 14 juillet 2006 dans le Connecticut (USA). Contrairement au symposium sur l'éthylène, les différentes communications (orale ou poster) présentées lors des conférences organisées par la GRC ne sont pas publiées. Au cours de ce symposium, j'ai présenté les résultats des travaux sur l'isolement des gènes de banane différenciellement exprimés pendant le développement du fruit en vert. La liste des communications présentées lors de ce symposium et des participants sont disponibles sur simple demande auprès de Didier Mbéguié A Mbéguié (mbeguié@cirad.fr).

Les objectifs de cette mission étaient doubles :

- Présenter les résultats des travaux menés en Guadeloupe sur la physiologie moléculaire de la maturation de la banane par l'UMR 1270, Qualité des fruits et légumes tropicaux de Guadeloupe.
- Rencontrer d'autres chercheurs travaillant dans le domaine de la maturation des fruits dans une perspective de collaborations futures.

2. Principales communications scientifiques

Les communications présentées dans le cadre du symposium « Ethylene » toutes axées sur l'éthylène étaient organisées en 7 parties incluant entre autre sa biosynthèse, sa perception et son mode d'action, le rôle de l'hormone dans le développement, le mûrissement et la qualité du fruit, l'interaction entre l'éthylène et d'autres hormones végétales etc...

Les communications présentées lors de la GRC ont abordé divers aspects de la physiologie post récolte des fruits et légumes. Elles étaient réparties en huit thèmes dont le control génétique de la maturation des fruits, l'éthylène et la maturation, arôme et saveur, brûlures par le froid, le control de la sénescence, la technologie postrécolte etc.

- *Au niveau de la biosynthèse de l'éthylène,*

Deux communications de **J.J. Kieber** (University of North Carolina, USA) et **H. Mori** (Nogoya University, Japon) ont présenté lors du symposium « Ethylene » (voir annexe 1) des travaux démontrant l'importance de la régulation traductionnelle et posttraductionnelle dans le fonctionnement de la protéine en ACC synthase (ACS). L'ACS est l'enzyme qui catalyse l'étape de la voie de biosynthèse de l'éthylène, l'hormone qui initie et contrôle nombre des aspects de la maturation de la banane. Bien qu'ayant une portée à priori fondamentale, cette donnée a le mérite de mettre en avant la nécessité de tenir compte de l'aspect biochimie et enzymologie dans l'étude de la relation gène-fonction-phénotype. Cette approche combinée de biologie moléculaire-biochimie-enzymologie est celle adoptée par l'équipe de physiologie moléculaire de la maturation pour identifier les gènes candidats associés à la qualité du fruit et destiné au programme d'amélioration variétale.

- *Au mode d'action de l'éthylène et initiation de la maturation*

Les approches combinées de génétique, biochimique et biologie moléculaire mises en œuvre chez le modèle *Arabidopsis* ont permis de proposer un schéma modèle permettant d'expliquer comment le signal éthylène, une fois perçu, est transduit dans les tissus végétaux. Ce schéma implique de nombreux éléments agissant de manière séquentielle. Ces éléments ne sont pas tous identifiés. De nombreuses communications orale et poster ont présenté lors du symposium éthylène (voir annexe 1) des travaux sur l'identification de nouveaux éléments potentiellement impliqués dans le mode d'action de l'éthylène.

La complexité de ce schéma vient de la multiplicité et la redondance des composés mis en jeu, ce qui rend difficile l'étude de leur impact dans le processus d'initiation et du control de la maturation. Sur ce point, **Ohme-Takagi** du Gene function Research Center (AIST, Japon) a présenté ses travaux sur le system CRES-T (chimeric repressor silencing technology) appliqué aux facteurs de transcription de type ERF (ethylene responsive factor) qui permet, dans un contexte de redondance « d'éteindre » spécifiquement l'activité d'un seul gène. Cette technologie basée sur l'utilisation du motif répresseur EAR ouvre des perspectives nouvelles et intéressantes pour les études de relation gène-fonction-phénotype.

Il est aujourd'hui admis que les différents critères de qualité du fruit sont initiés et contrôlé de manière spécifique. Pour la communauté scientifique, un des enjeux est d'identifier par rapport au modèle proposé, les étapes clés qui gouvernent chacun des critères de la qualité et le déterminisme génique associé. Répondre à cet enjeu permettrait d'améliorer de manière sélective un ou plusieurs critères de qualité du fruit en fonction des besoins. Les premiers éléments de réponses semblent indiquer que les points de régulation spécifiques des différents aspects de la qualité se situeraient au niveau du noyau et mettraient en jeu des facteurs de transcription entre autres ceux de type EIN3 / EIN3-like et ERF ; d'où l'intérêt porté à ces protéines chez la banane dans le cadre des activités de physiologie moléculaire de Guadeloupe.

Dans l'ensemble, trois communications sous forme de poster ont présentés des travaux menés sur la maturation de la banane. Lors du symposium éthylène, **G. De Martino** (Université de Viterbo, Italy) a présenté sous forme de poster les résultats des travaux préliminaires sur les effets du 1-MCP sur chez la banane après initiation de la maturation. Le 1-MCP un inhibiteur de l'action de l'éthylène actuellement testé chez un certain nombre de fruits climactériques pour prolonger leur durée de vie commerciale une fois leur mûrissement initié. Ces travaux menés en collaboration avec une équipe australienne démontrent que l'application du 1-MCP sur les bananes dont la maturation a préalablement été initiée provoque des désordres physiologiques (respiration et biosynthèse de l'éthylène modifiés) corrélés à une « mauvaise » décoloration de la peau de banane (qui passe du vert au gris au lieu du jaune). De manière générale, l'utilisation du 1-MCP pour prolonger la durée vie commerciale des bananes est à pour l'instant donné des résultats trop inconstant pour être utilisé à l'échelle commerciale.

A la Gordon Research Conférence, **H. Friedman** (Volcani Center, Israel) a présenté les résultats des travaux menés sur l'isolement des gènes MADS-Box de banane et l'analyse de leur expression au cours du développement du fruit. Chez la tomate, les protéines MADS-Box sont impliquées dans l'initiation de la maturation des fruits climactériques et dans le control des voies métaboliques qui gouvernent spécifiquement des aspects de la qualité du fruit. L'objectif à terme de cette équipe est de valider les gènes MADS isolés comme candidats et à des fins d'amélioration génétique, par génie génétique, en terme de durées de vie verte et commerciale. Pour la validation des gènes candidats, l'équipe Israélienne souhaite s'appuyer sur une collection des variétés de banane contrastés qui leur fait défaut actuellement, d'où les contacts initiés avec le CIRAD.

L'initiation de la maturation de la banane est un des aspects auquel s'intéressent également le CIRAD / UMR 1270 QUALITROP de Guadeloupe. Cet aspect de la maturation du fruit est complexe et peut être déclenché par les facteurs développementaux via par les protéines MADS-box (approche de H. Friedman) et/ou par l'éthylène via sa chaîne de transduction laquelle implique entre autre les facteurs de transcription de type EIN3 (approche Guadeloupe).

A ce titre, il serait sans doute intéressant de développer des collaborations avec cette équipe à travers des projets européens et/ ou Marie Curie par exemple. Des contacts pris dans ce sens lors de la GRC se poursuivent actuellement dans la perspective du montage d'un projet Européen.

Lors du symposium « Ethylene », j'ai rencontré **A. P. Sane** (NBRI, Inde) du laboratoire de d'expression génique des plantes (Pr P. Nath) et qui travaille sur les processus de maturation de la banane. Cette équipe est intéressée par les travaux développés au niveau génique le CIRAD / UMR 1270 QUALITROP de Guadeloupe et sur les gènes EIN3. L'équipe indienne souhaiterait aborder l'étude de ces gènes au niveau protéomique.

A ce titre, A. P. Sane souhaite développer des collaborations avec les physiologistes banane de Guadeloupe afin de disposer des séquences des gènes EIN3 et étudier la fonction des protéines correspondantes. Des contacts pris dans ce sens lors de la GRC se poursuivent actuellement.

- *Autres aspects de la maturation*

S. Ketsa (Université Kasetsart, Thaïlande) a pour sa part présenté à la Gordon Research Conférence les résultats de ses travaux sur l'effet de l'humidité sur le dégrain et les mécanismes physiologiques associés. Le dégrain est inversement corrélé au taux d'humidité. Dans une approche biochimique et enzymologique, l'auteur démontre que le dégrain est associé à des modifications de la fraction pectique des parois cellulaires probablement sous l'action des pectates lyases dont l'activité augmente abondamment dans les zones de dégrain comparé au reste du fruit. Les travaux menés par l'équipe thaïlandaise ont été menés uniquement sur un seul cultivar et sous des angles biochimique et enzymologique.

Le dégrain est un des critères choisis pour la caractérisation fonctionnelle des différentes variétés de banane de la collection. Il serait sans doute intéressant de développer des collaborations avec cette équipe thaïlandaise à travers des projets Franco-thaïlandais par exemple. Dans cette collaboration le CIRAD apporterait ses ressources génétiques (collection) et son savoir faire en biologie moléculaire complémentaire à l'expertise thaïlandaise en biochimie et enzymologie.

F. Costa (Université de Bologne, Italie) a pour sa part présenté lors du symposium « éthylène » des travaux menés sur la pomme et portant sur l'identification et la validation de gènes candidats associés à la biosynthèse et à la perception de l'éthylène. L'intérêt de ces travaux est dans l'approche combinée de caractérisation phénotypique, de génomique fonctionnelle, génétique utilisée par les auteurs pour identifier et valider les gènes comme candidats. En s'appuyant sur une collection de différentes variétés de pomme contrastées en terme de biosynthèse et de perception éthylénique, les auteurs ont identifié par génomique fonctionnelle (expression génique) et structurale (analyse de variabilité allélique) deux gènes candidats associés à la biosynthèse et à la perception de l'éthylène. Après cartographie de ces gènes, un d'eux s'est avéré être proche d'un QTL associé à la perte de fermeté du fruit. Ces résultats obtenus chez la pomme montrent la validité de cette approche, laquelle mérite par conséquent d'être testée chez la banane, encore faudrait-il s'en donner les moyens.

L'approche développée chez la pomme est similaire à celle envisagée par le CIRAD / UMR 1270 QUALITROP en Guadeloupe dans le cadre des activités de physiologie moléculaire de la maturation du fruit en liaison avec l'amélioration génétique.

Dans cet ordre d'idée, les activités de caractérisation (organoleptique, nutritionnelle et fonctionnelle) des différentes variétés de banane, de création des ressources génomiques (gènes de maturation, protéomique et biochimique) et de cartographie du bananier menées par les différentes équipes du CIRAD aux Antilles et à Montpellier méritent d'être soutenues. Ces différentes activités s'inscrivent dans la démarche proposée en conclusion de l'atelier de « physiologie du fruit - Qualité - Amélioration génétique » organisé en Guadeloupe en février 2006.

B. Nicolai (Université Catholique de Louvain, Belgique, bart.nicolai@biw.kuleuven.be) a présenté lors de la Gordon Research Conférence une nouvelle méthode d'analyse sensorielle basée sur le nez et la langue électronique entièrement mécanisée. L'appareil aujourd'hui commercialisé par ASTfee E-tongue (France), a été utilisé avec succès pour classer les jus de tomate issus de 4 variétés.