MDV DK 537221 CD-RP 15979

Compte-rendu du septième congrès international sur l'hormone végétale éthylène.

Rapport de mission en Italie
Du 18 au 22 juin 2006

Pascal MONTORO
Julie LECLERCQ
CIRAD-CP
UMR BEPC

CP - 2023
Juin 2006

CIRAD-DIST
Unité bibliothèque
Lavalette

CIRAD
000082037

Sommaire

Remerciements i
Personnes rencontrées ii
Emploi du temps iii
Résumé vii
Introduction 6
1. Biosynthèse, perception et transduction du signal 7
2. Intéraction entre l'éthylène et les autres hormones 8
3. Rôle de l'éthylène dans le développement et la différentiation 9
4. Développement, mûrissement et qualité du fruit 10
5. Abscission et sénescence 11
6. Stress biotiques et abiotiques 12
7. Biotechnologie et applications 13
Conclusion 14

Remerciements

Nous remercions les directions du département des cultures pérennes et de l'UMR-BEPC pour avoir autorisé cette mission.

Personnes rencontrées

Pr Jean-Claude PECH, ENSAT, Toulouse
Pr Monder BOUZAYEN, ENSAT, Toulouse
Pr Jim GIOVANNONI, Université de Cornell, USA
Pr Harry KLEE, Université de Floride, USA
Pr Donald GRIERSON, Université de Nottingham, UK
Dr Farid REGAD, MdC, ENSAT, Toulouse
Dr Didier MBEGUIE-A-MBEGUIE, CIRAD, Guadeloupe

Emploi du temps

Sunday, June 18

16.00-20.00 Registration and placement of posters

Monday, June 19

8.30-8.45 Opening Ceremony

8.45-9.30 The Tony Bleecker Memorial lecture by J. Ecker

1. Biosynthesis, Perception and Signal Transduction - SESSION 1

Chairperson: V. Buchanan-Wollaston

9.30-9.55 O1-1 - Invited speaker: J. Kieber -

9.55- 10.10 O1-2 - The Regulatory Mechanism of the Turnover of LeACS2 by Phosphorylation (Mori H., Kamiyoshihara Y., Iwata M., Fukaya T., Tatsuki M.)

10.10-10.25 O1-3 - The Arabidopsis enhanced ethylene response mutants eer3, eer4, and eer5 display ethylene hypersensitivity, but are partially ethylene insensitive at the molecular level (Christians M.J., Robles L.M., Cancel J.D., Larsen P.B.)

1. Biosynthesis, Perception and Signal Transduction - SESSION 2

Chairperson: C. Chang

11.00-11.25 O1-4 - Invited Speaker: M. Ohme-Takagi

11.25-11.40 O1-5 - Discovery and Characterization of Novel Ethylene Signaling Components in Arabidopsis (Qiu L-P., Zhou X., Xie F., Wen C-K.)

11.40-11.55 O1-6 - Long-term effects of ethylene on etiolated Arabidopsis seedlings (Binder B.M., Zutz T.C., O'Malley R.C., Wang W., Bleecker A.B.)

11.55-13.00 Poster viewing

1. Biosynthesis, Perception and Signal Transduction - SESSION 3

Chairperson: C. Chang

14.30-14.45 O1-7 - Nucleoside Diphosphate Kinase - a Component of the Ethylene Signal Transduction Pathway? (Moshkov I., Novikova G.V., Smith A.R., Hall M.A.)

14.45-15.00 O1-8 - 1-MCP: Physiological and Molecular Study of its Action in Reducing Tissue Sensitivity to Ethylene During Floret Development in Phlox Cut Flowers (Dotan A., Meir S., Riov J., Philosoph-Hadas S.)

15.00-15.15 O1-9 - Reversion to Ethylene Sensitivity-1: A Novel Component in the Ethylene-Signaling Pathway (Resnick J., Wen C.K., Shockey J., Chang C.)

15.15-15.30 O1-10 - New inhibitors of ethylene perception affect display quality and expression of ethylene related genes in miniature roses (Rosa hybrida L.) (Mibus H., Buanong M., Sisler E. C., Serek M.)

15.30-15.45 O1-11 - Subcellular localization and membrane topology of the melon ethylene receptor CmERS1 (Ma B., Cui M.L., Sun H.J., Takada K., Mori H., Kamada H., Ezura H.)

15.45-16.00 Discussion

2. Interactions Between Ethylene and Other Hormones

Chairperson: M. Bouzayen

16.30-16.55 O2-1 - Invited Speaker: D. van der Straeten

16.55-17.10 O2-2 - Ethylene production during a hypersensitive response in tobacco is influenced by nitric oxide and salicylic acid (Mur L.A. J., Laarhoven L. L. J, Lloyd A.J., Harren F.J., Hall M.A., Smith A. R.)

17.10-17.25 O2-3 - Impact of Jasmonate Esters on ETR1 Ethylene Binding and the Triple

Response (Linden, J.C., Schaller, G.E.)

17.25-17.40 O2-4 - Ethylene and abiscisic acid interaction during hibiscus (Hibiscus rosasinensis L.) flower development and senescence (A. Ferrante)

17.40-17.55 O2-5 - Analysis of a Novel Ethylene-induced COI1-dependent Signalling Pathway in Arabidopsis thaliana (Adams E., Devoto A., Turner J. G.)

17.55-18.10 O2-6 - Ethylene involvement in auxin transport during apple fruitlet abscission (Malus x domestica L. Borkh) (Dal Cin V., Galla G., Boschetti A., Dorigoni A., Velasco R., Ramina A.)

18.10-18.25 O2-7 - Ethylene counteracts the blue light mediated inhibition of hypocotyl elongation in Arabidopsis (Vandenbussche F., Rieu I., Hedden P., Van Der Straeten D.)

18.25-18.40 Discussion

Tuesday, June 20

3. Role in Plant Growth and Differentiation

Chairperson: J.C. Pech

8.30-9.10 O3-1 - Opening Lecture: H. Klee

9.10-9.25 O3-2 - Ethylene stimulates elongation growth to reach out for light (Pierik R., Voesenek L.A.C.J.)

9.25-9.40 03-3 - Ethylene induces the sexual development through the enhanced expression of a novel zyg1 gene in Dictyostelium (A. Amagai)

9.40-9.55 O3-4 - Ethylene Affects Meristem Behaviour in Birch (Ruonala R., Rinne P.L.H., Moritz T., Tuominen H., Kangasjärvi J.)

9.55-10.10 O3-5 - Ethylene controls the development, germination and growth of petunia male gametophyte in progamic phase of fertilization (Kovaleva L., Timofeeva G., Dobrovolskaya A., Rakitin V.)

10.10-10.25 O3-6 - Ethylene-regulated Synthesis of Floral Volatile Organic Compounds in Petunia x hybrida (Clark D.G., Dexter R.J.)

10.25-10.40 Discussion

4. Fruit Development, Ripening and quality

Chairperson: D. Grierson

11.00-11.25 O4-1 - Invited Speaker: J.J. Giovannoni

11.25-11.40 O4-2 - 1-MCP effects on ethylene emission and fruit quality traits of peaches and nectarines (Ziosi V., Bregoli A.M., Fiori G., Noferini M., Costa G.)

11.40-11.55 O4-3 - Flesh softening in melting flesh, non melting flesh and stony hard peaches: endopolygalacturonase expression and phosphorylation of soluble polypeptides in relation to ethylene production (Ghiani A., Negrini N., Morgutti S., Spinardi A., Ortugno C., Mignani I., Bassi D., Cocucci M.)

11.55-13.00 Poster Viewing

4. Fruit Development, Ripening and quality - SESSION 2

Chairperson: D. Grierson

14.30-14.55 O4-4 - Invited Speaker: M. Bouzayen

14.55-15.10 O4-5 - Interaction between ethylene biosynthesis, perception and fermentative volatile evolution in citrus fruit (Shi J.X, Porat R., Goldschmidt E.E., Goren R.)

15.10-15.25 O4-6 - Role of ethylene in the expression of genes involved in the biosynthesis of aroma volatiles in melon (Pech J.C., Manríquez D., El-Sharkawy I., Lucchetta L., Flores F.B., Latché A.)

15.25-15.40 O4-7 - Creating climacteric melon fruit from nonclimacteric parentals: Postharvest quality implications (Obando J., Miranda C., Jowkar M.M., Moreno E., Souri M.K., Martínez J.A., Arús P., García-Mas J., Monforte A.J., Fernández-Trujillo J.P.)

15.40-15.55 Discussion

CIRAD-DIST
Unité bibliothèque
Lavalette

5. Abscission and Senescence

Chairperson: E. Woltering

16.30-16.55 O5-1 - Invited Speaker: S. Patterson

16.55-17.10 O5-2 - Functional analysis of signalling pathways involved in Arabidopsis leaf senescence (Buchanan-Wollaston V., Breeze E., Harrison E., Page T., Warner N.)

17.10-17.25 O5-3 - Proteomic analysis of post-pollination and senescence signaling pathways in petunia flowers (Jones M.L., Bai S., Stead A., Kinter M.)

17.25-17.40 O5-4 - Circadian rhythm of Ethylene related genes under post harvest conditions in Transgenic Arabidopsis plants (Kenigsbuch D., Ovadia A., Chalupowicz D.)

17.40-17.55 O5-5 - Molecular characterization of three broccoli chloropyllase genes, differentially regulated by ethylene (Chou Y.F., Chen H.H., Chen Y.T., Shaw J.F.)

17.55-18.10 O5-6 - Understanding abscission regulation by analysis of ethylene and auxindependent gene expression in abscission zones prior to and during the abscission process (Meir S., Philosoph-Hadas S., Lers A., Halaly V., Reid M.S., Volpin H., Kushnirski T.)

18.10-18.25 Discussion

Wednesday, June 21

6. Biotic and Abiotic stresses - SESSION 1

Chairperson: P. Perata

8.30-9.10 O6-1 - Opening Lecture: R. Voesenek

9.10-9.25 O6-2 - Ethylene Receptor NTHK1 has a role in mediating salt stress responses (Zhang J.S., Cao W.H., Zhou H.L., Chen T., Mu R.L., He X.J., Zhang Z.G., Xie C., He S.J., Chen S.Y.)

9.25-9.40 O6-3 - Ethylene, phospholipid signalling and programmed cell death in plants (Woltering E.J., Iakimova E., Michaeli R.)

9.40-9.55 O6-4 - Signaling and terpenoid biosynthesis in legume plants in response to herbivorous damage (Arimura G., Volpe V., Kunert M., Mithöfer A., Maffei M., Boland W.)

9.55-10.10 O6-5 - Metabolomic approaches to understand ethylene mediated defences in Arabidopsis thaliana against Botrytis cinerea (Lloyd. A.J., Mur L., Smith. A.)

10.10-10.25 O6-6 (#96) - Separating ethylene biosynthesis from perception: the regulation of the herbivore-induced ethylene burst and plant defense responses in genetically modified Nicotiana attenuata plants (von Dahl C.C., Baldwin I.T.)

6. Biotic and Abiotic stresses - SESSION 2

Chairperson: P. Perata

11.00-11.25 O6-7 - Invited Speaker: C. Pieterse

11.25-11.40 O6-8 - Functional characterisation of LeMBF1/ER24 a distinct member of the tomato MBF1-like gene family of transcriptional co-activator (Jaimes-Miranda F., Sanchez-Ballesta MT., Tournier B., Zegzouti H., Mila I., Hommel M., Latche A., Pech JC., Regad F., Bouzayen M.)

11.40-11.55 O6-9 - Response of canola plants at the transcriptional level to expression of a bacterial ACC deaminase in the roots (Czarny J.C., Shah S., Glick B.R.)

11.55-12.10 Discussion

12.10-13.00 Poster Viewing

7. Biotechnology and Applied Aspects

Chairperson: S. Lurie

14.30-14.55 O7-1 - Invited Speaker: P. Tonutti

14.55-15.10 O7-2 - Principles for successful application of 1-methylcyclopropene (1-MCP) to apple fruit (Watkins C.)

15.10-15.25	O7-3 - Comprehensive analysis of candidate genes involved in ethylene production and perception during apple ripening: phenotypic dissection and functional profiling (Costa F., Stella S., Soglio V., Gianfranceschi L., Schouten H., Van de Weg W.E., Guerra W., Serra S., Musacchi S., Sansavini S.)
15.25-15.40	O7-4 - Chilling injury as related to climacteric behaviour in plums (Candan A.P., Graell J., Larrigaudière C.)
15.40-15.55	O7-5 - What does ethylene do in wood development? (Björklund S., Love J., Vahala J., Tuominen H., Kangasjärvi J., Sundberg B.)
15.55-16.10	Discussion
16.40-18.00	Business Meeting

Thursday, June 22

8.00-16.00	Technical Tour

Résumé

Le septième congrès sur l'hormone végétale Ethylène s'est déroulé du 18 au 22 juin 2006 à Pise, en Italie. Cette manifestation a été organisée par A. Ramina (Université de Padova, Italie). Ce symposium a été financé par le ministère de l'agriculture italien, l'agence régionale pour le développement et l'innovation dans l'agriculture et la sylviculture (ARSIA), le Conseil national de la recherche (Institut d'étude des écosystèmes) et un industriel Sensor Sense BV qui vend des appareil de mesure de gaz émis par les plantes.

Ce symposium a réuni plus d'une centaine de scientifiques venant d'une trentaine de pays. Les communications orales et les posters ont été répartis en sept sessions :

1-Biosynthèse, perception et transduction du signal éthylène (Chairperson : V. Buchanan-Wollaston et C. Chang)
2-Interaction entre l'éthylène et les autres hormones (Chairperson : M. Bouzayen
3- Rôle de l'éthylène dans le développement et la différentiation (Chairperson : J-C Pech)
4-Développement, mûrissement et qualité du fruit (Chairperson : D. Grierson)
5-Abscission et sénescence (Chairperson : E. Woltering)
6-Stress biotiques et abiotiques (Chairperson : P. Perata)
7- Biotechnologie et applications (Chairperson : S. Lurie)

Mots clés

Ethylène
Stress biotique
Stress abiotique

Abréviations

Introduction

Les travaux, conduits par l'équipe *Biologie du développement de l'hévéa et de la production de caoutchouc naturel*, sur la caractérisation des gènes de biosynthèse de l'éthylène chez l'hévéa doivent aboutir à la soutenance d'une thèse par M. Kuswanhadi en décembre 2006 et la préparation de deux projets de publication. Les meilleurs spécialistes sur l'hormone éthylène se réunissent tous les 4 ans dans le cadre d'un Symposium sur l'éthylène. Nous avons donc saisi l'opportunité du Symposium qui s'est tenu à Pise en Italie du 18 au 22 juin 2006 pour présenter sous forme d'affiche les résultats sur l' »isolement et les analyses d'expression des gènes codant l'ACC oxydase chez *Hevea brasiliensis* ». Cette participation visait aussi l'échange d'idées et l'acquisition des connaissances les plus avancées sur la signalisation éthylène en vue de mieux préparer la rédaction du manuscrit de thèse de M. Kuswanhadi.

L'éthylène, un alcène gazeux, est la structure moléculaire la plus simple des phytohormones. Tous les organes végétaux produisent de l'éthylène : les feuilles, les tiges, les fleurs, les fruits et les graines. Son implication a également été démontrée dans de nombreuses phases du développement telles que la germination des graines, la sénescence et l'abscission des feuilles et des fleurs, la croissance et le développement des racines, le développement et le mûrissement des fruits. L'éthylène est aussi synthétisé en réponse aux stress, la blessure, l'infection par des agents pathogènes, l'exposition à des métaux lourds et en réponse à la sécheresse.

CIRAD-DIST
Unité bibliothèque
Lavalette

1. Biosynthèse, perception et transduction du signal

La biosynthèse de l'éthylène se fait grâce à deux enzymes clefs. La transformation de la S-adénosyl-L-méthionine (SAM) en acide 1-aminocyclopropane-1-carboxylique (ACC) est catalysée par l'ACC synthase (ACS). La deuxième étape qui consiste en la conversion de l'ACC en éthylène est catalysée par l'ACC oxydase (ACO).

La perception de l'éthylène se fait grâce à des dimères de récepteurs et en présence de l'ion cuivre II. En aval, une MAPKKK, CTR1, a été caractérisée ainsi qu'une MAPKK et une MAPK. EIN2, protéine non caractérisée, intervient avant la cascade de facteurs de transcription EIN3-ERF1 qui contrôle l'activation d'autres facteurs de transcription de type EREBP ou des gènes cibles.

Chez les plantes, toutes ces enzymes appartiennent à des familles multigéniques et chacun de ces membres sont autant de point de contrôle de la voie de biosynthèse, de perception, de transduction et de la réponse à l'éthylène.

Les résultats présentés lors de cette session concernent la régulation des ACS au niveau transcriptionnel (lors du développement, en réponse à des stress biotiques et abiotiques et aux hormones) et au niveau post-traductionnel conférant ou non une meilleure stabilité des protéines ACS (**J. Kieber**). Il a démontré la partie C-terminale des AtACS contient des sites de phosphorylation soit par des MAPKs, soit par des CDPK. Une fois phosphorylée, la protéine est ubiquitinylée et dégradée par le protéasome 26S en présence de la protéine ETO1. L'absence des sites de phosphorylation dans les mutants *eto2* et *A* (*ethylene overproducer*) stabilise la protéine AtACS5 et AtACS9 conduisant à une synthèse plus forte d'éthylène. D'autre part, il a été isolé par la technique du double hybride dans la levure quelques partenaires dont le DnaJ (chaperone) et le DnaK (Hsp70) qui sont impliqués dans le *turn-over* des protéines.

Le même phénomène a été démontré chez la tomate (**H. Mori**) avec la protéine LeACS2, et les protéines kinases la phosphorylant ont été identifiées (LeCDPK1 et 2). Une protéine phosphatase de type S/T PP2A interagit avec LeACS2.

De nouveaux mutants d'Arabidopsis ont été identifiés. Les mutants *eer* (*enhance ethylene response*) se caractérisent par une réponse accrue à l'éthylène malgré leur insensibilité partielle à l'éthylène au niveau moléculaire (**MJ Christians**). Des mutants *atr* (*altered triple response*) ont été identifiés par **C-K Wen** et sont en cours de caractérisation et a permis l'isolement de composant du système de signalisation (MADS-box, facteur de transcription, protéine kinase et cytochrome P450). Le mutant *rte1* (*reversion to ethylene sensitivity-1*) est muté dans un gène codant une nouvelle protéine membranaire qui semble interagir spécifiquement avec AtETR1 et pas avec les autres récepteurs (**J Resnick**).

Une nouvelle stratégie d'isolement de facteurs de transcription impliqués dans la mise en place de la réponse à l'éthylène a été mise en place par **M. Ohme-Takagi** chez Arabidopsis. Ce système permet de faire face à la redondance des facteurs de transcription. Il s'agit d'un système d'extinction de l'expression de gènes en utilisant une construction contenant le facteur de transcription couplé avec un domaine répresseur chimérique (1543 facteurs de transcription sont en cours de test). Les lignées T2 sont criblées sur la base d'une insensibilité à l'éthylène.

La localisation sub-cellulaire de ERS1 du melon (CmERS) a été présentée. Grâce à l'expression de la protéine ERS1 native ou tronquée avec la GFP, **H. Ezura** a montré que CmERS1 se trouve dans le réticulum endoplasmique, qu'il y a 3 domaines transmembranaires, que la partie N-terminale se trouve dans le lumen et que la partie C-terminale se trouve du coté du cytosol.

2. Interaction entre l'éthylène et les autres hormones

Les plantes perçoivent de nombreux signaux extérieurs et doivent constamment s'adapter aux changements environnementaux. Cette plasticité phénotypique résulte de l'intégration de tous les signaux extérieurs et hormonaux qui régule le développement de la plante.

Cette session illustre bien les interactions bipartite ou tripartite entre signaux.

Le mutant *slo1* (slow growth, **D Van der Straten**) est un mutant d'Arabidospis nain, à croissance lente, partiellement insensible à l'éthylène, hypersensible à l'ABA, hypersensible au sucrose. Le gène SLO1 joue un rôle dans

la transduction du signal éthylène mais n'emprunte pas la voie de ERF1. Il code pour une protéine comprenant des répétitions de motif pentatrichopeptide (PPR).

Lors de la réponse du tabac à certains pathovars de *Pseudomonas syringae*, la réaction hypersensible se met en place. **LAJ Mur** a démontré que la production d'éthylène est biphasique (grâce à un laser photoacoustique). Le premier pic induit la production de ROS et le second pic n'est visible que lors de la HR. Le NO et le SA sont nécessaires à la génération du second pic d'éthylène par le biais de la régulation transcriptionnelle d'au moins une *NtACS*. *A contrario*, la blessure n'induit qu'un seul pic d'éthylène.

L'interaction entre l'éthylène et les esters de jasmonate a aussi été présentée (**JC Linden**). Il a démontré que les jasmonates améliorent la capacité de liaison de l'éthylène au récepteur ETR1 mais d'une manière non spécifique, qu'ils agissent en fait en aval de CTR1 mais en amont de ETO1.

La caractérisation d'un nouveau mutant affecté dans la réponse au jasmonate (*coi1-16*) montre que l'inhibition de la croissance racinaire en réponse à l'éthylène à la lumière et à l'obscurité est dépendent de l'ACC, de la lumière mais indépendant du JA, mais passant par COI1 (**Adams E**), laissant entrevoir un mécanisme complexe sur la régulation de la réponse de la plante par l'éthylène et par le JA.

La complexité a été aussi montrée pour la croissance des hypocotyles en réponse à la lumière qui inhibe la plupart des autres signaux hormonaux (auxine, gibbérellines, brassinostéroïdes) (**F Vanderbussche**).

3. Rôle de l'éthylène dans le développement et la différentiation

Chez la tomate, **H. Klee** a démontré qu'il y avait une régulation de la sensibilité de la plante à l'éthylène qui se faisait au niveau des récepteurs. En plus d'être des régulateurs négatifs (ce qui semble être la règle chez les végétaux alors que les récepteurs sont toujours des régulateurs positifs chez les animaux), ils sont régulés différemment selon le type de tissu et le stade de développement. Lorsqu'il y a moins de récepteurs, les fruits mûrissent plus vite (hypersensibilité à l'éthylène) alors que c'est l'inverse lorsque il a plus de récepteurs (insensibilité à l'éthylène).

Au cours de cette session, une gamme très large des effets de l'éthylène sur la croissance de la plante et sur la différenciation a été présentée.

Une approche QTL sur une population issue d'un croissement entre 2 variétés ayant des programmes de mûrissement très différents (fruit rouge x fruit vert) permettra d'identifier les facteurs contrôlant le mûrissement (**H. Klee**).

R Pierik a démontré que l'éthylène stimule l'élongation des pétioles d'une plante semi-aquatique pour sortir les feuilles de l'eau. De même cette hormone stimule l'élongation des pétioles de plants tabac semés à haute densité pour éviter la compétition vis-à-vis de la lumière.

La caractérisation de bouleaux transgéniques exprimant *etr1-1* montre que l'éthylène joue un rôle dans la mise en place de la dormance au niveau des méristèmes (végétatifs apicaux, axillaires et reproductifs) en réponse à des jours courts (**R Ruonala**).

La caractérisation de pétunias transgéniques exprimant *etr1-1* a permis de démontrer le rôle de l'éthylène dans la synthèse des composés organiques volatiles, nécessaire à l'attraction des insectes pollinisateurs (**DG Ckark**).

4. Développement, mûrissement et qualité du fruit

Les fruits se classent en deux catégories en fonction de la présence ou non d'un pic de production d'éthylène: les fruits climactériques dont le mûrissement s'accompagne d'un pic de production d'éthylène et d'une crise respiratoire ; et les autres fruits pour lesquels il n'y a pas de pic de production d'éthylène. Le mûrissement des fruits étant un programme génétique, la caractérisation de mutants altérés dans le processus de maturation a permis la caractérisation de facteurs clefs du mûrissement.

J. Giovannoni a caractérisé plusieurs mutants de tomate. Le mutant *rin* (*ripening inhibitor*) présente des altérations au niveau de développement et deux MADS BOX sont responsables de ce phénotype. Le mutant *nor* (*no ripening*) possède une mutation dans un facteur de transcription contenant un domaine NAC. Le croisement des 2 mutants a permis de démontrer que RIN régule une partie des réponses contrôlées par NOR. Le mutant *gr* (*green ripe*) se caractérise

par une insensibilité à l'éthylène qu'au niveau des fruits et le gène pourrait être l'équivalent de RTE d'Arabidopsis.

La comparaison de plusieurs génotypes de pêchers (pulpe fondante, pulpe non fondante et pulpe dure) a permis de démontrer qu'ils ont une production d'éthylène différente, agissant sur l'expression des gènes tel que celui codant l'endopolygalacturonase et sur la phosphorylation d'une protéine soluble non encore identifiés (**A Ghiani**).

M. Bouzayen a montré de que les interactions entre l'éthylène et l'auxine sont importants pour la création d'un fruit par la plante. En effet, des plantes transgéniques sous-exprimant des facteurs de transcription de la famille des AUX/IAA et ARF, font entre autres des fruits parthénocarpiques.

5. Abscission et sénescence

La sénescence est un processus contrôlé génétiquement qui s'accompagne par une activation de la transcription et de la synthèse de protéines, d'une baisse de la photosynthèse (dégradation des chlorophylles), d'une dégradation d'acides nucléiques, des protéines et des lipides, de la mobilisation de composés cellulaires, le tout conduisant à la nécrose et à la mort cellulaire.

Bien que l'éthylène accélère l'abscission et la séparation cellulaire, la perception de l'éthylène par la plante ne semble pas nécessaire. Ceci a été démontré par **S. Patterson**, l'étude de l'abscission florale chez *Arabidospis* WT et tous les mutants insensibles à l'éthylène. Un certain nombre de mutants présentant un retard de l'abscission florale a été identifié. Ces mutants ont une réponse normale à l'éthylène ce qui laisse penser qu'il y a une voie indépendante de l'éthylène qui régule la séparation cellulaire.

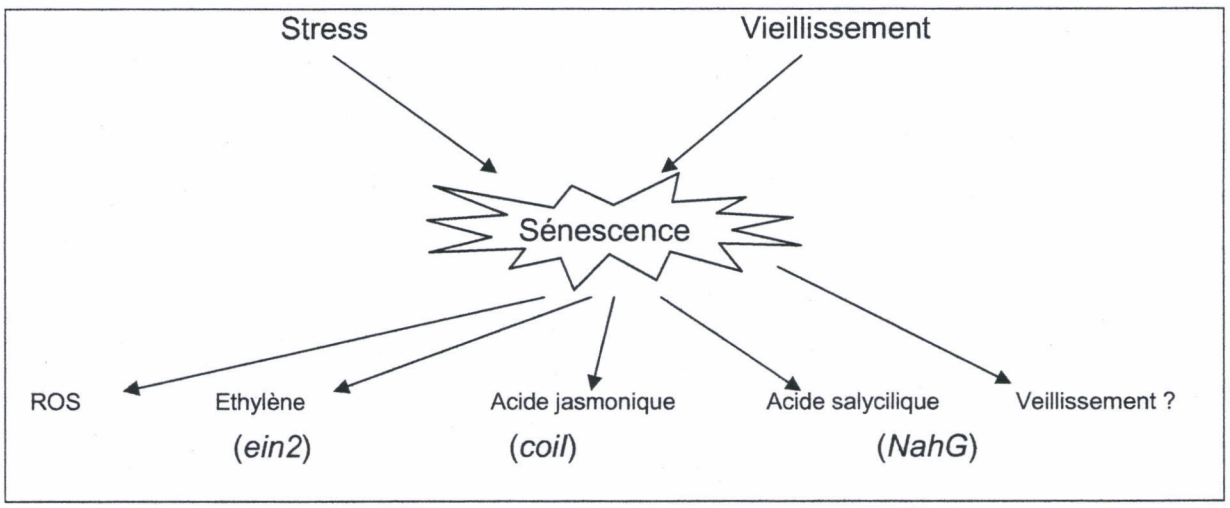
Dans le cas de l'abscission foliaire, une analyse fonctionnelle a été entreprise par **V. Buchanan** pour identifier des gènes sur-exprimés lors de la sénescence foliaire. Les gènes induits par la sénescence (44 clusters) sont des

CIRAD-DIST
Unité bibliothèque
Lavalette

facteurs de transcription (AP2, bZip, Myb, NAC, WRKY) et de protéines kinase (LRR). L'étude de mutant knock-out permettra de découvrir les étapes contrôlant ce processus.

Une approche protéomique a aussi été effectuée sur les fleurs de pétunia par **M.L. Jones** afin d'identifier les marqueurs protéiques de la sénescence post-pollinisation. Certaines des protéines surabondantes dans les pétales sénescents ont permis l'identification de gènes et une analyse de mutants VIGS devrait permettre une validation fonctionnelle.

Le schéma ci-dessous reprend l'essentiel des données communiquées :



6. Stress biotiques et abiotiques

Lors de cette session, plusieurs conférenciers ont présenté des résultats concernant la tolérance à des stress biotiques et abiotiques ainsi que sur la mort cellulaire programmée (PCD). Elle se manifeste lors de la nécrose, de l'apoptose, de l'autophagie, de la mort non lysosomale, etc. et s'accompagne de la fragmentation du noyau et de l'ADN.

La caractérisation ectopique de 2 récepteurs de l'éthylène (NtHK1 et NtHK2) du tabac chez Arabidopsis a permis à **JS Zhang** de démontrer une meilleure tolérance au sel (100 mM NaCl) des plants d'Arabidospsis sur-exprimant ces

gènes. Il a par ailleurs démontré que cette tolérance empruntait une voie indépendante de EIN3 mais dépendant de l'éthylène.

E. Woltering a analysé les effets d'agents chimiques induisant la PCD. Il a pu démontrer que le peroxyde d'hydrogène (H_2O_2) était le signal de la PCD. De plus, l'éthylène est nécessaire mais pas suffisant pour induire la PCD. Grâce à une approche pharmacologique, il a aussi démontré que la voie de signalisation passe par les phospholipases C et D, générant l'accumulation d'acide phosphatidique (PA), conduisant à l'activation de la NADPH oxydase (production de ROS) et menant à la PCD. A priori, l'éthylène activerait la SOD et inhiberait la catalase.

7. Biotechnologie et applications

Le 1-MCP (1-methylcyclopropène) est un composé chimique qui se lie aux récepteurs de l'éthylène et empêche ainsi la fixation de l'éthylène. La fixation du 1-MCP ne permet pas la transduction et la réponse à l'éthylène. Toutes les plantes et tous les organes ne répondent pas de la même façon au 1-MCP. Pour certains produits, la présence du 1-MCP lors du stockage permet une meilleure conservation (banane, avocat et mangue). Pour d'autres produits, c'est l'éthylène qui prévient l'apparition des désordres physiologiques (nectarine).

L'effet de l'éthylène sur le développement du bois de peuplier (**S Björklund**) a été effectué grâce à l'analyse d'arbres transgéniques sur-exprimant *etr1-1* ou *ACO1* sous le contrôle de différents promoteurs (35S ou spécifique du phloème ou du méristème cambial). Aucune différence n'est visible en termes de croissance de l'arbre. Part contre, la taille des éléments de vaisseaux ainsi que leur fréquence sont différentes ainsi que la composition chimique des fibres et des vaisseaux.

Conclusion

Etant donné l'importance de l'éthylène dans l'écoulement et la régénération du latex, notre mission nous a permis de valoriser le projet de l'équipe avec la présentation d'un poster et d'un compte-rendu sur l'isolement et la caractérisation de la famille multigénique des ACOs d'hévéa. Ce congrès a aussi permis d'approfondir des voies de recherche potentielles pour le projet de l'équipe (interaction éthylène-acide jasmonique, sénescence, mieux comprendre le rôle de l'éthylène en sur-exprimant *etr1-1* ou l'ACC désaminase dans des hévéas transgéniques, la co-production de cyanure et d'éthylène, l'utilisation du promoteur de peuplier spécifique du méristème cambial, etc. ainsi que de repérer des possibilités de collaboration. Dans cette perspective, la collaboration avec l'ENSAT sera renforcée : Jean-Claude Pech a accepté d'être le rapporteur de la thèse de M. Kuswanhadi et Monder Bouzayen sera proposé pour participer au comité de thèse du projet en cours sur la communication éthylène/jasmonate chez l'hévéa.

CIRAD-DIST
Unité bibliothèque
Lavalette