

Compte-rendu de la 3^e conférence internationale sur les glucosinolates « *Glucosinolates and beyond* »

Alain Quinsac*

CETIOM, rue Monge, Parc Industriel, 33650 Pessac, France

Reçu le 10 novembre 2014 – Accepté le 24 novembre 2014

Résumé – La 3^e conférence internationale sur les glucosinolates, intitulée « *Glucosinolates and beyond* », a rassemblé plus d'une centaine de participants à Wageningen aux Pays-Bas, du 12 au 15 Octobre 2014. Le programme a été organisé en quatre sessions couvrant la recherche fondamentale sur l'origine et la biosynthèse des glucosinolates au cours de l'évolution, et les applications concrètes en santé humaine et agriculture. Près de 90 communications orales et posters, portant sur les récents progrès et les questions émergentes pour les recherches futures ont été présentés.

Mots clés : *Glucosinolates and beyond* / glucosinolate / biomoléculaire / génétique / agronomie / alimentation / santé humaine / écologie

Abstract – **Proceedings of the Third international Glucosinolate conference, “Glucosinolates and beyond”**. The 3rd International Conference on glucosinolates, entitled “Glucosinolates and Beyond”, held from 12 to 15 October 2014 in Wageningen, The Netherlands, was attended by over a hundred participants. The program was organized in four sessions devoted to research on the origin and biosynthesis of glucosinolates during evolution, and applications in the fields of agriculture and human health. Around 90 lectures and posters on recent progress and new challenges for future research were presented.

Keywords: *Glucosinolates and beyond* / glucosinolate / biomolecular / genetic / agronomy / food / health / ecology

Du 12 au 15 Octobre 2014, s'est tenue la 3^e conférence internationale sur les glucosinolates, intitulée « *Glucosinolates and beyond* ». Organisée par l'Université et le Centre de Recherche de Wageningen (Pays-Bas), cette conférence a rassemblé plus d'une centaine de participants autour de 33 communications orales et 56 posters dédiés aux récents progrès et aux questions émergentes pour les recherches futures.

En ouverture, Nicole M. van Dam du *German Centre for Integrative Biodiversity Research* (Halle-Jena-Leipzig, Allemagne) a introduit les glucosinolates comme un groupe fascinant de composés secondaires des plantes, de structures très diverses, et qui ont fait l'objet de nombreux travaux depuis plus de cinquante ans. À ce propos et avant de rendre compte des communications présentées lors de la conférence qui est annoncée comme regardant « au-delà » (« *Glucosinolates and beyond* »), il peut être utile de rappeler l'évolution de la recherche sur les glucosinolates depuis ces quelques décennies et de montrer, en particulier, son impact sur le développement des oléagineux en France et en Europe.

1 Évolution de la recherche

Historiquement et très schématiquement, trois phases se sont succédées. La première, jusqu'aux années 1970, a consisté à observer et comprendre les effets délétères sur l'homme ou l'animal, de la consommation excessive de certaines crucifères (choux, navets, moutarde, colza, etc.). À partir de l'observation des troubles du fonctionnement thyroïdien, la chimie des glucosinolates et leur réactivité *in vitro* et *in vivo* avec la myrosinase, l'enzyme endogène spécifique de leur dégradation, ont été étudiées. Cela a conduit à l'identification des voies métaboliques et plusieurs composés impliqués ont pu être isolés et identifiés (glucosinolates, isothiocyanates, nitriles, oxazolidinethiones). Une cinquantaine de glucosinolates et leurs produits de dégradation ont aussi été dénombrés dans d'autres sources végétales.

La deuxième phase s'est déroulée jusqu'en 1990 et a coïncidé avec le besoin d'amélioration de la qualité du colza d'hiver. L'importance économique qu'avait prise en Europe cette culture, productrice de tourteaux riches en protéines potentiellement substituables aux tourteaux de soja pour l'alimentation

* Correspondance : quinsac@cetiom.fr

animale mais de qualité dégradée par la présence de glucosinolates, a motivé une grande partie de ces recherches. Elles ont profité des progrès en matières analytique et génétique et ont permis de progresser dans la connaissance de la biosynthèse des glucosinolates, leur déterminisme génétique, leurs propriétés chimiques, leur réactivité avec les enzymes type myrosinase, leur rôle dans la plante, leurs effets sur les insectes, etc. Ces travaux ont abouti dans les années 1980 à la sélection de variétés de colza d'hiver dites double-zéro à teneur abaissée dans les graines, à l'évaluation zootechnique des tourteaux correspondants et à la conversion complète de la sole européenne en quelques années avec le support de la Communauté Européenne.

En contraste, depuis environ vingt ans, la dernière phase de la recherche sur les glucosinolates essaie de mettre à profit la présence des glucosinolates en exploitant leurs propriétés bénéfiques sur la santé humaine ou dans la lutte contre les insectes et les maladies telluriques des plantes (bio-fumigation). Des objectifs plus fondamentaux sont de comprendre leur rôle dans l'évolution, et à l'aide du modèle *Arabidopsis thaliana*, de mieux connaître la physiologie de la plante au niveau des interactions moléculaires en réponse à des stress.

2 Un programme en quatre sessions

Le programme de la conférence a été organisé en quatre sessions dont les thèmes vont de la recherche fondamentale sur l'origine et la biosynthèse des glucosinolates au cours de l'évolution, aux applications concrètes en santé humaine et agriculture.

2.1 Aspects biomoléculaires et génétiques des glucosinolates

Les travaux présentés ont été en majorité réalisés sur *A. thaliana*, plante habituellement utilisée comme modèle pour les études biomoléculaires. Les voies de biosynthèse des glucosinolates, les modes de transport dans la cellule et les systèmes de régulation et de réponse aux conditions extérieures (agressions, stress) ont été étudiés par Halkier et Nour-Eldin (Univ. Copenhague) et Frerigmann (CEPLAS, Univ. Cologne), Moursi *et al.* (Univ. Göttingen). Le rôle des glucosinolates aliphatiques a été précisé au moyen de lignées transgéniques spécifiques (Li *et al.*, Centre for Sustainable Resource Science, Yokohama) et celui des indolylglucosinolates par Katz (*Department of Molecular Biology and Ecology*, Tel Aviv) et Pfalz (Univ. Paris-Sud).

Les mécanismes de l'orientation de la dégradation des glucosinolates en composés divers, par des protéines spécifiques ont été modélisés par Gumz (*Inst. of Pharmaceutical Biology*, Braunschweig).

Les travaux présentés dans cette partie ont pour intérêt d'avancer dans la compréhension de la synthèse, du transport et de l'accumulation et de la dégradation des glucosinolates, c'est-à-dire sur le potentiel qu'aura la plante de se défendre avec des armes spécifiques. Nicole van Dam a d'ailleurs

parlé de « *mustard oil bomb* » pour souligner le caractère puissant et adaptable de ce mode de défense, capable de transporter dans l'organisme une forme inactive (le glucosinolate) et de la transformer par l'enzyme myrosinase en une molécule très toxique (isothiocyanate ou essence de moutarde) pour des bio-agresseurs.

2.2 Applications des glucosinolates dans les domaines agronomiques et alimentaires

Les travaux présentés avaient dans l'ensemble l'objectif de caractériser les glucosinolates ou d'orienter leur structure pour des applications en alimentation humaine (espèces concernées : chou, chou-fleur, chou-blanc, navet, brocoli, etc.). La génétique est présentée comme un outil de choix pour obtenir des plantes dont les teneurs en glucosinolates sont adaptées à l'usage désiré (Prof. Schreiner, *Leibniz Inst. of Vegetable and Ornamental Crops*, Grossbeeren); Bell (Univ. Reading, UK). Les effets du processus culinaire (cuisson à la vapeur, aux micro-ondes, etc.) sur la stabilité des glucosinolates, leur biodisponibilité, la présence d'antioxydant, sont étudiés pour améliorer les propriétés gustatives de ces préparations (Giallourou *et al.*).

La caractérisation des glucosinolates est réalisée le plus souvent par HPLC-UV selon la norme ISO 9167-1 (1995) mais les équipements HPLC-MS et MS/MS qui permettent une meilleure identification des composés sont de plus en plus utilisés en raison de l'absence de produits standards commerciaux.

Une étude métabolomique a été menée par Hennig (*Department of Agric and Food Sciences*, Wageningen) pour identifier les facteurs favorisant la dégradation des glucosinolates du chou pendant la cuisson. Trois flavonols, deux indolylglucosinolates et une vingtaine de QTL associés ont été identifiés. Dans le domaine de la bio-fumigation, Lazzeri (CRCI, Bologne) a souligné l'intérêt de formulations liquides contenant une émulsion d'huile et de tourteaux riches en glucosinolates. Cette approche, compatible avec le règlement européen REACH (No. 1907/2006), est efficace contre les pathogènes et les ravageurs et procure des effets stimulant la plante. Bartoszek (Faculté de chimie, Gdansk) a présenté les résultats du projet AGROBIOKAP qui vise à utiliser le chou-blanc pour réduire la contamination des sols (phyto-remédiation) par le cadmium et le zinc, préparer des glucosinolates pour la protection des cultures et produire du biogaz.

2.3 Glucosinolates et santé humaine

Une grande partie des travaux concernent la glucoraphanine et son dérivé, le sulforaphane (4-méthylsulfinylbutylisothiocyanate) issu du brocoli. L'effet anti-cancer du sulforaphane a été suggéré dans le passé par de nombreuses études qui comparaient des régimes et des modes de vie différents ou utilisaient des doses en excès. Pour pallier cet inconvénient, Mithen (Inst. of Food Research, Norwich) a développé une variété de brocoli à haute teneur en glucoraphanine et, en l'utilisant dans une série d'études, a démontré l'effet sur le cancer et d'autres maladies chroniques en suggérant comme mode d'action, la modulation du

statut redox cellulaire et de certaines protéines. Ces résultats laissent espérer des effets sur la réduction du cancer de la prostate (projet ESCAPE pour estimer les doses nécessaires). L'incorporation de la glucoraphanine dans les rations alimentaires est préférable à celle directe, du sulforaphane qui réagit trop vite et loin de sa cible. La question d'un effet amplificateur de la flore bactérienne a été posée par la même équipe qui a observé une augmentation de la proportion des *Lactobacilli* favorables au maintien du statut oxydatif de la glucoraphanine. La relation glucosinolate-flore intestinale apparaît centrale dans de nombreuses études pour expliquer les effets anti-cancer (Angelino *et al.*, Univ. Illinois ; Doleman *et al.*, IFR, Norwich).

Le mécanisme de l'effet protecteur des isothiocyanates par l'effet antagoniste sur les récepteurs d'aryl-hydrocarbures a été confirmé par Razis (FOSREC, Malaisie) et leur cytotoxicité sélective envers des cellules cancéreuses du foie a été étudiée par Lamy *et al.* (Univ. Freiburg).

2.4 Écologie et évolution

Les glucosinolates jouent un rôle majeur dans les défenses de la plante contre les insectes et les pathogènes et constituent un modèle intéressant pour comprendre le mécanisme de l'évolution et les fonctions « écologiques » du génome. Mitchell-Olds (Duke Univ., USA) a montré que le flux de biosynthèse des glucosinolates était commandé par la première étape enzymatique et qu'il dépendait peu des conditions

environnementales. Le système glucosinolates-myrosinase et sa spécificité ont été évalués dans le cas de la défense de la plante contre l'altise (Beran *et al.*, *Max Planck Inst. for Chemical Ecology*, Jena) ou d'autres insectes (Vassao *et al.*, *Max Planck Inst.*, Jena ; Ahuja *et al.*, *Norwegian Univ. of Science and Technology*, Norway).

3 Conclusion

En conclusion, il se confirme qu'à l'exception de quelques cas, la recherche réalisée actuellement sur les glucosinolates n'a plus l'objectif de réduire leur présence dans les plantes. La preuve en est l'absence de travaux sur la nutrition animale dans le programme de cette conférence. Les recherches sont plutôt orientées vers la valorisation de leur rôle naturel dans la plante en interaction avec la faune ou les pathogènes. L'association glucosinolates et myrosinase, qui constitue la « mustard oil bomb » est un modèle bio-mimétique prometteur aussi bien en matière de santé humaine que de technologie agricole.

Pour en savoir plus

Proceedings of the 3rd International Glucosinolate Conference 2014 « *Glucosinolates and beyond* », Bon-nema G. and Verkerk R., Eds., Wageningen University. ISBN 978-94-6257-382-6.

Cite this article as: Alain Quinsac. Compte-rendu de la 3^e conférence internationale sur les glucosinolates « *Glucosinolates and beyond* ». OCL 2015, 22 (1) A101.