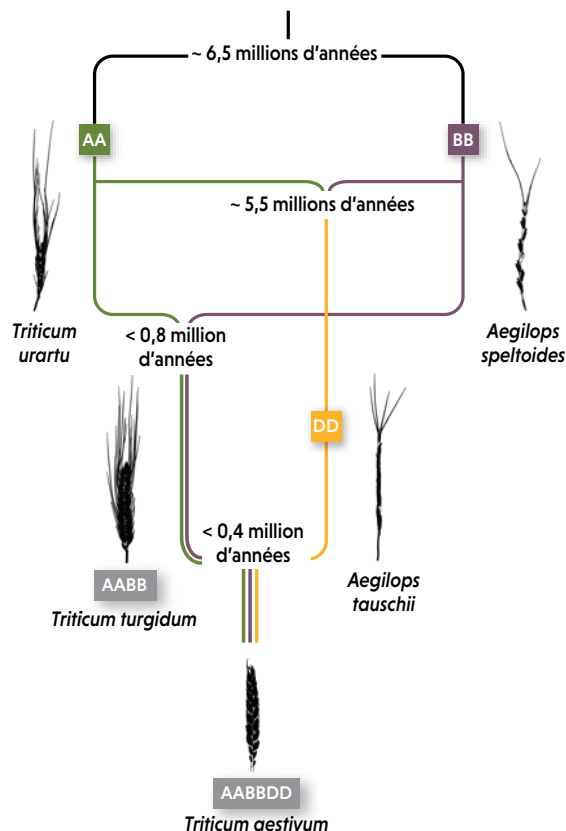


L'HISTOIRE ÉVOLUTIVE DU BLÉ TENDRE

Les genres *Triticum* et *Aegilops* se sont séparés il y a 6,5 millions d'années et ont depuis évolué séparément, donnant respectivement un génome de type A et un génome de type B. Puis, il y a 5,5 millions d'années, deux espèces des deux genres se sont hybridées (sans polyploïdisation) et ont donné un génome D composite. La suite de l'histoire s'est passée il y a 10 000 ans, dans le croissant fertile entre le Tigre et l'Euphrate, lorsque les agriculteurs ont cultivé différentes céréales : des espèces proches de l'actuel *Triticum urartu* (génome AA) et de l'actuel *Aegilops speltoides* (génome BB), et un descendant de la première hybridation, *Aegilops tauschii* (génome DD). Il y a moins de 800 000 ans, les deux premières se sont hybridées avec polyploïdisation, donnant un blé dur *Triticum turgidum*, au génome tétraploïde AABB. Puis, il y a moins de 400 000 ans, ce *Triticum turgidum* s'est hybridé à son tour – avec polyploïdisation – avec *Aegilops tauschii*, donnant le blé tendre *Triticum aestivum* au génome hexaploïde AABBDD. Ainsi la première hybridation d'il y a 5,5 millions d'années était bel et bien un phénomène strictement naturel, tandis que les dernières ont été favorisées par l'agriculture.



> génome B, l'égilope faux-épeautre (genre *Aegilops*), deux genres proches qui se sont individualisés il y a environ 6,5 millions d'années. Le génome D est quant à lui le fruit d'une hybridation (sans polyploïdisation) de deux espèces de ces deux genres survenue il y a 5,5 millions d'années. Puis l'agriculture a favorisé deux autres hybridations qui ont conduit l'une à un blé dur de génome tétraploïde AABB, puis l'autre au blé tendre (voir l'encadré ci-dessus).

Le résultat de ces croisements est une plante dont le génome compte 107 891 gènes (contre 22 000 chez l'homme) également répartis dans les génomes élémentaires : 35 345 dans le génome A, 35 643 dans le B et 34 212 dans le D. Le génome D porte moins de pseudogènes (des gènes inactifs, ne codant plus de protéines), ce qui est cohérent, car son apport est le résultat de la plus récente hybridation. En effet, après polyploïdisation, surtout quand les organismes qui s'hybrident sont évolutivement proches, de nombreux gènes se trouvent redondants et sont perdus. Doit-on s'étonner du nombre considérable de gènes toujours en activité ? On pourrait croire qu'il est lié à la complexité de l'organisme. Mais on sait depuis une dizaine d'années que le cilié unicellulaire *Paramecium tetraurelia* arbore à lui seul 40 000 gènes !

Alors, que fait le blé de ses quelque 100 000 gènes ? En les scrutant, on voit apparaître une certaine spécialisation des génomes élémentaires. Ainsi, le sous-génome A est enrichi en gènes associés à

la formation de la graine, tandis que le sous-génome B comprend de nombreux gènes s'exprimant lors du développement et de la croissance de la plante. Mais la surprise vient de la localisation, sur les extrémités des bras de tous les chromosomes, de gènes liés à la résistance contre des maladies. Des gènes favorisant la formation d'hybrides sont par ailleurs trois fois plus nombreux que chez les autres plantes déjà étudiées. Enfin, des gènes impliqués dans la tolérance à la sécheresse et aux stress de température ont été trouvés en très grand nombre.

UNE PLUS GRANDE FACULTÉ D'ADAPTATION

Les biologistes de l'évolution postulent qu'un des avantages de la polyploïdisation est une plus grande faculté d'adaptation à des environnements variables. Cela semble bien le cas chez le blé tendre. Naturellement, il peut y avoir des désavantages, comme une croissance plus lente de l'organisme. Mais pour une plante cultivée annuelle, ce n'est pas grave !

Gageons que les résultats fondamentaux les plus spectaculaires sont à venir : comment ces trois génomes A, B et D dialoguent-ils ? On voit déjà une certaine spécialisation entre A et B. Comment D, le dernier arrivé, se comporte-t-il dans cette situation ? Il va falloir suivre pas à pas l'expression de ces gènes, de la germination à la fructification, pour bien le comprendre. ■

BIBLIOGRAPHIE

IWGSC, **Shifting the limits in wheat research and breeding using a fully annotated reference genome**, *Science*, vol. 361(6403), article eaar7191, 2018.

T. Marcussen et al., **Ancient hybridizations among the ancestral genomes of bread wheat**, *Science*, vol. 345 (6194), article 1250092, 2014.

R. Philippe et al., **A high density physical map of chromosome 1BL supports evolutionary studies, map-based cloning and sequencing in wheat**, *Genome Biol.*, vol. 14(6), article R64, 2013.

M. Feldman, A. A. Levy, **Genome evolution due to allopolyploidization in wheat**, *Genetics*, vol. 192, pp. 763-774, 2012.

DURÉE LIBRE

3 FORMULES AU CHOIX

41 %
de réduction

À renvoyer accompagné de votre règlement à :

Pour la Science – Service abonnements – 19 rue de l'Industrie – BP 90053 – 67402 Illkirch Cedex – email: pourlascience@abopress.fr

PAG18NOE

1 / Je choisis ma formule (merci de cocher) et je complète l'autorisation de prélèvement ci-dessous.

FORMULE DÉCOUVERTE
• 12 n° du magazine papier

**FORMULE
PAPIER +
HORS SÉRIE**

- 12 n° du magazine papier
- 4 Hors-série papier

**6,50€
PAR MOIS
-40 %**

PPV650K9

FORMULE INTÉGRALE

- 12 n° du magazine papier
- 4 Hors-série papier
- Accès illimité aux contenus en ligne

8,20€
PAR MOIS
-48%

JPV8F20K10

2 / Mes coordonnées

Nom:
Prénom:
Adresse:
.....
Code postal

--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

 Ville:
Tél.:

--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

E-mail:@
(Indispensable pour la formule intégrale)
J'accepte de recevoir les offres de Pour la Science ☐ OUI ☐ NON

* Réduction par rapport au prix de vente en kiosque et l'accès aux archives numériques. Durée d'abonnement : 1 an. Délai de livraison : dans le mois suivant l'enregistrement de votre règlement. Offre valable jusqu'au 31/03/2019 en France métropolitaine uniquement. Pour un abonnement à l'étranger, merci de consulter notre site <https://boutique.pourlascience.fr>. Photos non contractuelles.

Les informations que nous collectons dans ce bulletin d'abonnement nous aident à personnaliser et à améliorer les services que nous vous proposons. Nous les utiliserons pour gérer votre accès à l'intégralité de nos services, traiter vos commandes et paiements, et nous faire part notamment par newsletters de nos offres commerciales moyennant le respect de vos choix en la matière. Le responsable du traitement est la société *Pour la Science*. Vos données personnelles ne seront pas conservées au-delà de la durée nécessaire à la finalité de leur traitement. *Pour la Science* ne commercialise ni ne loue vos données à caractère personnel à des tiers. Les données collectées sont exclusivement destinées à *Pour la Science*. Nous vous invitons à prendre connaissance de notre charte de protection des données personnelles à l'adresse suivante : <https://rebrand.ly/charte-donnees-pls>. Conformément à la réglementation applicable (et notamment au Règlement 2016/679/UE dit «RGPD») vous disposez des droits d'accès, de rectification, d'opposition, d'effacement, à la portabilité et à la limitation de vos données personnelles. Pour exercer ces droits (ou nous poser toute question concernant le traitement de vos données personnelles), vous pouvez nous contacter par courriel à l'adresse protection-donnees@pourlascience.fr.

Groupe Pour la Science - Siège social : 170 bis, boulevard du Montparnasse, CS20012, 75680 Paris cedex 14 – Sarl au capital de 32 000 € – RCS Paris B 311 797 393 – Siret : 311 797 393 000 23 – APE 5814 Z

3 / Mandat de prélèvement SEPA

En signant ce mandat SEPA, j'autorise Pour la Science à transmettre des instructions à ma banque pour le prélèvement de mon abonnement dès réception de mon bulletin. Je bénéficie d'un droit de rétractation dans la limite de 8 semaines suivant le premier prélèvement. Plus d'informations auprès de mon établissement bancaire.

TYPE DE PAIEMENT : PAIEMENT RÉCURRENT

Titulaire du compte

Nom : Prénom :
 Adresse :

 Code postal [][][][] Ville :

Désignation du compte à débiter

BIC (Identification internationale de la banque) _____
 IBAN _____
 (Numéro d'identification international du compte bancaire)

Établissement teneur du compte

Nom :
 Adresse :
 Code postal | | | | | Ville :

Date et signature

Organisme Créancier: Pour la Science
170 bis, bd. du Montparnasse – 75014 Paris
N° ICS FR92ZZZ426900
N° de référence unique de mandat (RUM)

Partie réservée au service abonnement Ne rien inscrire

4 / MERCI DE JOINDRE IMPÉRATIVEMENT UN RIB

L'AUTEUR



HERVÉ THIS
physicochimiste,
directeur du Centre
international de
gastronomie moléculaire
AgroParisTech-Inra, à Paris

FROMAGES ET VINS EN QUÊTE D'ACCORD

Existe-t-il des appariements heureux? Quelles qualités du vin un fromage magnifie-t-il? Une étude statistique a été menée récemment pour tenter de répondre à ces questions.

La culture gourmande s'interroge sur les effets du fromage sur le goût du vin et réciproquement. On dit quelquefois qu'il faut un vin du même terroir que le fromage, mais l'art culinaire est d'abord art et, pour un artiste, les règles sont à abattre. Pas de loi, donc, mais un goût formé par notre culture.

Nonobstant, il existe quelques bases physiologiques. Par exemple, les protéines apportées par certains mets forment des complexes avec les tanins d'un vin astringent et évitent que ces tanins se lient aux protéines salivaires pour y engendrer une sensation désagréable.

Comment en savoir davantage? En utilisant la «dominance temporelle des sensations», cette méthode d'analyse gustative développée par Pascal Schlich et ses collègues au Centre des sciences du goût et de l'alimentation, à Dijon. La technique fait appel à un ordinateur, où s'affiche une liste de descripteurs, avec la possibilité pour les jurés qui réalisent les dégustations de désigner à chaque instant la sensation la plus importante. Des analyses statistiques, à partir d'un nombre suffisant d'enregistrements, permettent d'obtenir des lois d'appréciation des mets... ou, en l'occurrence, d'association de mets, car la technique a été utilisée pour explorer les appariements de fromage et de vin.

Ainsi, les chercheurs ont étudié les associations de quatre vins (pacherenc, sancerre, bourgogne rouge, madiran rouge) avec quatre fromages (comté, crottin de Chavignol, époisses, roquefort). Les jurés étaient 13 hommes et 18 femmes qui avaient déjà participé à de tels tests. Évidemment, les lumières, températures, tailles des portions et autres

Les associations entre vins et fromages relèvent en grande partie d'un goût façonné par la culture. L'étude objective de ces appariements n'en est qu'à ses débuts.



paramètres de dégustation étaient précisément fixés, car le fromage et le goût du vin peuvent évoluer rapidement. Les descripteurs étaient *amer, acide, doux, astringent, alcoolique, boisé, floral, grillé, miel, fruits jaunes, citrique, épicé, fruits rouges, végétal*. Il y a eu plusieurs séquences de dégustation: une évaluation du vin seul, une évaluation après une deuxième gorgée et une dégustation après une troisième gorgée. Puis, lors d'une autre séquence: une évaluation après une première gorgée, après la mise en bouche de fromage, après l'absorption d'une gorgée de vin, puis la répétition de l'enchaînement fromage-vin. On demandait également aux jurés d'indiquer, à l'aide d'un curseur sur un segment, combien ils appréciaient ce qu'ils buvaient.

Il est ainsi apparu que les associations avec certains fromages favorisaient la durée de sensation de douceur du vin, ou, au contraire, d'acidité.

Plus en détail, parmi bien des informations recueillies, le comté associé au pacherenc augmente la sensation d'alcool, le roquefort allonge la sensation d'amertume, l'époisses fait ressortir la sensation citrique. L'influence la plus nette d'un fromage sur le vin était avec le madiran, pour lequel l'astringence et l'acidité étaient réduites, tandis que la sensation de fruits rouges était allongée.

Les préférences, dans les cas étudiés, sont caractérisées par des durées réduites d'astringence ou d'amertume, perçues avec l'acidité comme négatives par les jurés. Bonne nouvelle, aucun des quatre fromages utilisés pour l'étude n'amoin-drissait l'intérêt du vin!



LA RECETTE

- 1 Faire bouillir 20 centilitres de gewurtztraminer afin d'évaporer l'alcool.
- 2 Poursuivre le chauffage, plus doux, après avoir ajouté trois crottins de Chavignol.
- 3 Poser la casserole sur des glaçons et fouetter jusqu'à ce que l'on obtienne une consistance de crème fouettée (un « crottin de Chavignol Chantilly »). Conserver au réfrigérateur.
- 4 Dans une autre casserole, cuire des échalotes entières à feu doux, avec de l'eau et abondance de glucose, jusqu'à ce que les échalotes soient fondantes; les réserver pour une autre préparation.
- 5 Poursuivre la cuisson du liquide jusqu'à ce que les bulles prennent une légère couleur blonde (« péligré de glucose »), comme pour la cuisson du sucre.
- 6 Avec de très minces lamelles de pain bien grillé, servir le crottin de Chavignol Chantilly et le péligré de glucose, accompagné d'un verre du gewurtztraminer qui a servi pour la recette.