



ACADÉMIE
DES SCIENCES
INSTITUT DE FRANCE

18^{ème} année



Séance publique de l'Académie des sciences
Mardi 20 juin 2023 à 14h30

Grande salle des séances
23 quai de Conti – 75006 Paris

LES GRANDES AVANCÉES FRANÇAISES EN BIOLOGIE PRÉSENTÉES PAR LEURS AUTEURS

En 2023, « Les Grandes Avancées Françaises en Biologie » de l'Académie des sciences récompensent six jeunes chercheurs, auteurs d'avancées scientifiques majeures en biologie en 2022 ou 2023.

Lors de cette séance publique* exceptionnelle dans la Grande salle des séances de l'Institut de France, les lauréats, présentés par leurs directeurs de recherche, exposeront les travaux qui leur ont valu l'attribution du prix.

- 14h30** **Pascale COSSART**, *Académie des sciences, Institut Pasteur*
Daniel CHOQUET, *Académie des sciences, Institut Interdisciplinaire de Neurosciences*
Introduction
- 14h40** **Elise PAREY et sa directrice de recherche Camille BERTHELOT**
A l'origine des poissons : résolution d'une énigme de l'arbre du vivant
Institut de Biologie de l'École Normale Supérieure (IBENS) – Université PSL – Institut Pasteur – Paris & INRAE – LPGP – Rennes
- 14h55** Discussion
- 15h00** **Arthur BOUTILLON et son directeur de recherche Nicolas DAVID**
Un troupeau sans berger : un nouveau mode de guidage de la migration cellulaire collective
Laboratoire d'optique et biosciences – École Polytechnique - Institut Polytechnique de Paris (IPP) – Palaiseau
- 15h15** Discussion
- 15h20** **Juliette MATHIEU et son directeur de recherche Jean-René HUYNH**
Les divisions incomplètes maintiennent le lien entre les cellules germinales sœurs
Centre interdisciplinaire de recherche en biologie (CIRB), Collège de France, équipe Evolution et développement des cellules germinales - Paris
- 15h35** Discussion
- 15h40** **Stéphanie JACQUET et ses directrices de recherche Dominique PONTIER et Lucie ETIENNE**
Dupliquer leurs gènes, l'un des secrets des chauves-souris pour faire face aux virus
Laboratoire de biométrie et biologie évolutive (LBBE) et Centre International de Recherche en Infectiologie (CIRI) – Université Claude Bernard Lyon - Villeurbanne
- 15h55** Discussion
- 16h00** **Laia RICHART-GINÈS et son directeur de recherche Raphaël MARGUERON**
Un lien entre inactivation du chromosome X et tumeurs du sein ?
Institut Curie - Equipe Mécanismes de répression par les protéines Polycomb, Unité génétique et biologie du développement - Paris
- 16h15** Discussion
- 16h20** **Aurore VERNET et son directeur de recherche Emmanuel GUIDERDONI**
Reproduction clonale par grain d'une plante hybride cultivée : une nouvelle perspective pour les petits riziculteurs
Centre de coopération internationale en recherche agronomique pour le développement (CIRAD), UMR Institut Amélioration génétique et adaptation des plantes (AGAP Institut) - Montpellier
- 16h35** Discussion
- 16h40** Discussion générale et conclusion

* Entrée libre – inscription obligatoire

Informations : Direction du service des séances académiques, prix et relations internationales - 01 44 41 45 76

colloques@academie-sciences.fr
<http://www.academie-sciences.fr>



IVL MAZARIN S R E CARD BASILICAM ET GYMNASIUM A M D C C X

Présentation

Lancé en 2006, le concept des « Grandes Avancées Françaises en Biologie » est né du souhait de créer ou réactiver des liens et des échanges entre l'ensemble de la communauté scientifique française et l'Académie des sciences et renforcer ainsi la place et le rôle de cette dernière dans le paysage scientifique de notre pays.

En effet les moyens de communication et publication ont changé. Les chercheurs français ne viennent plus présenter devant les académiciens une découverte non encore publiée, mais l'Académie se doit d'encourager la vie scientifique. C'est l'une de ses missions essentielles.

L'idée de l'initiative dont nous célébrons aujourd'hui la 18^e édition est donc de mettre en valeur les premiers auteurs - pratiquement toujours des jeunes chercheurs – d'articles publiés dans l'année écoulée et de leur donner une occasion inédite de se faire connaître en présentant leurs travaux devant une assemblée composée de personnalités reconnues, les académiciens. Il est vrai que très souvent les directeurs de recherche sont mis en exergue pour un travail pour lequel l'expérimentateur a été l'élément décisif dans la réussite du projet. Mettre en valeur les jeunes acteurs de la recherche paraissait indispensable. Il n'en reste pas moins que tout travail ne peut aboutir sans, soit l'idée originelle ou l'orientation générale émanant du directeur de recherche soit l'infrastructure mise en place par le directeur de recherche ou encore l'enthousiasme et le soutien sans failles – financier ou autre- du directeur de la recherche.

C'est pour toutes ces raisons que la formule adoptée a été de faire intervenir lors de la séance de présentation des travaux d'abord le directeur de la recherche puis le premier auteur de l'article sélectionné.

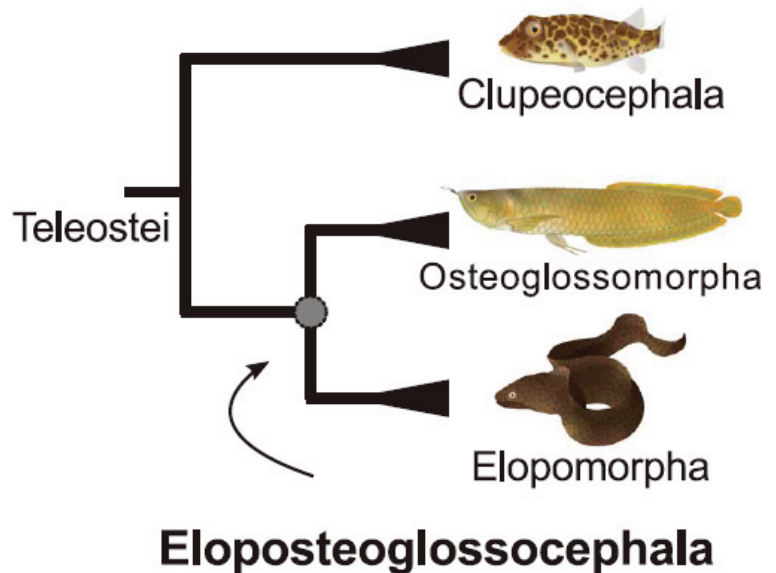
Pour l'édition 2023, nous avons reçu 57 candidatures, toutes de qualité exceptionnelle. La science française est vraiment d'une qualité insoupçonnée et insuffisamment reconnue. Nous pouvons être fiers des avancées françaises en biologie. Elles contribuent aux avancées mondiales.

Pascale Cossart et Daniel Choquet
co-présidents du jury des Grandes avancées



A l'origine des poissons : résolution d'une énigme de l'arbre du vivant

Plus de 96% des poissons actuels sont regroupés au sein de la classe des poissons dits téléostéens. On recense près de 30000 espèces dans ce groupe, qui comprend des organismes modèles précieux à la recherche biomédicale, sur l'évolution, ou en écologie. Depuis plus de 50 ans, les relations évolutives entre les 3 groupes majeurs de poissons téléostéens ont fait l'objet de nombreux débats. Dans ce travail, nous tirons avantage de génome de référence de haute qualité pour résoudre cette énigme. Nous démontrons que les anguilles sont plus proches des poissons à langue osseuse qu'ils ne le sont du reste des poissons téléostéens. L'impact de ce résultat est double. La résolution de la phylogénie à l'origine des poissons permettra des investigations plus exactes des dynamiques génomiques et évolutives de ce groupe remarquablement divers. Il met également en lumière la puissance d'approches de génome complet pour retracer l'évolution des espèces et laisse entrevoir la possibilité de réexaminer d'autres zones controversées de l'arbre du vivant.



PAREY E, LOUIS A, MONTFORT J, BOUCHEZ O, ROQUES C, IAMPINETRO C, LLUCH J, CASTINEL, A, DONNADIEU C, DESVIGNES T, [...], BERTHELOT C*, ROEST CROLLIUS H.*, GUIGUEN Y*.
Genome structures resolve the early diversification of teleost fishes. (2023). *Science* 379, 572–575. [10.1126/science.abq4257](https://doi.org/10.1126/science.abq4257).

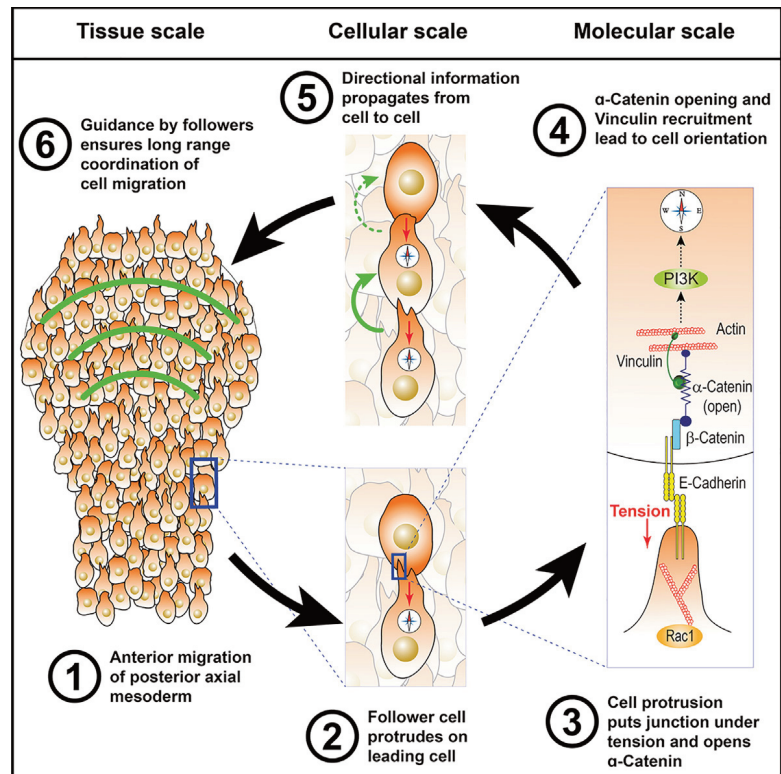
* *Co-corresponding authors*

NOTES

Un troupeau sans berger : un nouveau mode de guidage de la migration cellulaire collective

Les migrations cellulaires sont essentielles à de nombreuses fonctions physiologiques comme l'immunité ou le développement embryonnaire, mais sont aussi impliquées en situations pathologiques, comme lors de la cicatrisation ou de la formation de métastases. Beaucoup de migrations sont collectives, les cellules communiquant entre elles pour coordonner et orienter leur mouvement. Comprendre ces mécanismes de coordination et de guidage pourrait permettre de contrôler les migrations, pour faciliter la réparation de tissus ou limiter la formation de métastases. Les cellules au front du groupe sont considérées comme des cellules leaders, celles derrière comme des suiveuses. Dans beaucoup de migrations collectives, il

a été proposé que ce sont les cellules leaders qui guident la migration de l'ensemble, percevant des signaux de guidage externe et entraînant avec elles les suiveuses. Depuis quelques années cependant, différents résultats suggéraient que les suiveuses puissent jouer un rôle plus actif. En analysant la migration d'un groupe de cellules lors du développement embryonnaire d'un poisson modèle, nous avons identifié un mode de migration collectif original : au lieu d'être guidée par les cellules leaders, ce sont les cellules suiveuses qui orientent la migration. Plus précisément, chaque cellule dans le groupe, en migrant, tire sur la cellule devant elle. Cette traction oriente la cellule de devant, qui, à son tour, orientera celle devant elle. L'information de direction se propage ainsi dans le groupe, assurant la coordination de l'ensemble. Ce phénomène, que nous avons nommé « Guidage par les suiveuses », pourrait expliquer comment des cellules pathologiques arrivent à migrer a priori sans source d'attraction.



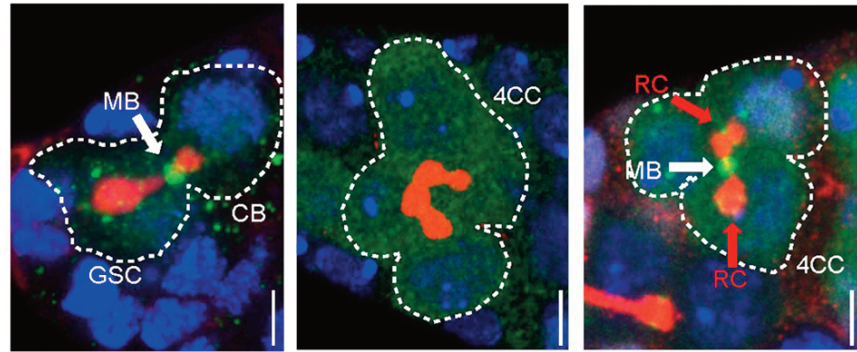
BOUTILLON A, ESCOT S, ELOUIN A, JAHN D, GONZÁLEZ-TIRADO S, STARRUß J, BRUSCH L and DAVID N B. Guidance by followers ensures long-range coordination of cell migration through alpha-catenin mechano-perception. (2022) *Dev. Cell*, 57, 1529-1544.e5.

NOTES

Centre interdisciplinaire de recherche en biologie (CIRB), Collège de France, équipe Evolution et développement des cellules germinales - Paris

Les divisions incomplètes maintiennent le lien entre les cellules germinales sœurs

La grande majorité des cellules animales se divisent de façon complète pour donner naissance à deux cellules filles physiquement séparées. A l'inverse, les cellules de la lignée germinale de nombreux organismes se divisent de façon incomplète pour produire des groupes de cellules sœurs, appelés cystes germinaux, reliés par des ponts, et qui partagent le même cytoplasme. Cette propriété est essentielle pour permettre aux gamètes mâles de profiter des produits de gènes portés par les chromosomes X et Y alors que chaque gamète n'hérite que de l'un de ces deux chromosomes. Notre étude a permis de montrer que la protéine Usp8, conservée de la levure à l'homme, joue un rôle majeur sur l'issue des divisions cellulaires. Usp8 est nécessaire pour que les divisions soient incomplètes dans les cystes germinaux, et elle est suffisante pour bloquer les divisions de cellules souches germinales, qui sont normalement complètes. Dans les cystes germinaux, Usp8 agit en enlevant des peptides d'ubiquitine liés aux protéines ESCRT, ce qui a pour conséquence d'empêcher leur recrutement au pont cytoplasmique qui relie les cellules filles. Les protéines ESCRT étant nécessaires à la coupure du pont de cytoplasme, leur absence dans les cystes germinaux empêche ainsi les divisions complètes. Dans les types cellulaires qui se divisent de façon complète, les protéines ESCRT liées à l'ubiquitine s'accumulent progressivement au site de coupure, ce qui promeut la scission entre les cellules filles. Cette étude permet une meilleure compréhension de la formation des gamètes, qui est une étape clé de la reproduction sexuée. Au-delà des cellules germinales, on retrouve aussi des divisions incomplètes chez des organismes unicellulaires comme les choanoflagellés, qui par division incomplète peuvent former des colonies de plusieurs cellules, et ainsi permettre l'émergence de la multicellularité dans l'histoire du Vivant.



MATHIEU J, MICHEL HISSIER P, BOUCHERIT V and HUYNH JR. The deubiquitinase USP8 targets ESCRT-III to promote incomplete cell division. (2022). *Science* 376, 818-823.

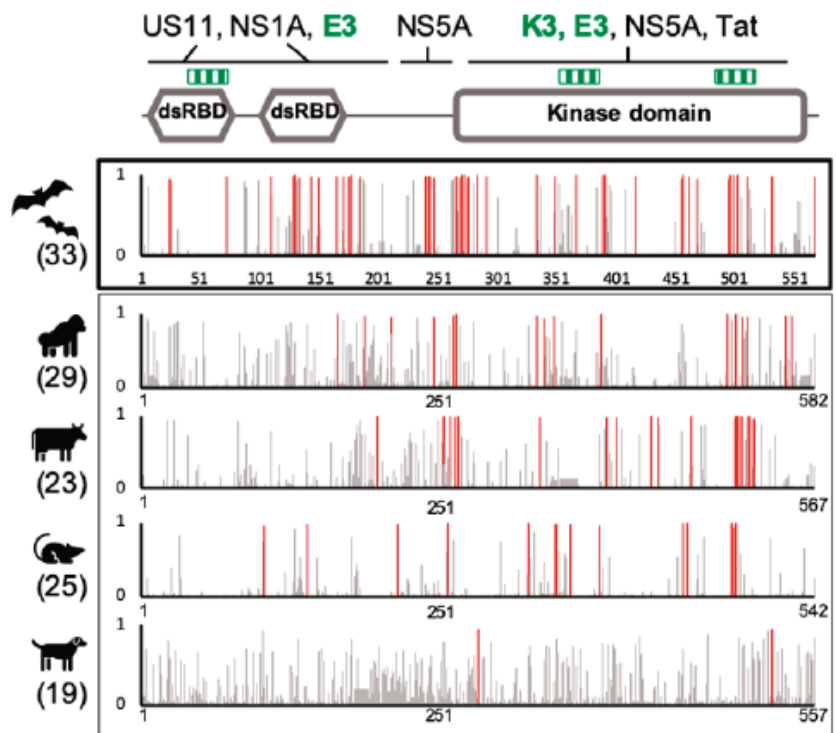
NOTES

Stéphanie Jacquet et ses directrices de recherche Dominique Pontier et Lucie Etienne

Laboratoire de biométrie et biologie évolutive (LBBE) et Centre International de Recherche en Infectiologie (CIRI) – Université Claude Bernard Lyon - Villeurbanne

Dupliquer leurs gènes, l'un des secrets des chauves-souris pour faire face aux virus

Plusieurs espèces de chauves-souris sont des réservoirs asymptomatiques de virus mortels chez d'autres mammifères. Une hypothèse communément admise suggère que leur réponse immunitaire repose sur un équilibre entre résistance et tolérance immunitaire, mais les connaissances sur ces adaptations restent encore parcellaires. En combinant des approches de terrain, des analyses évolutives et des expérimentations cellulaires, nous avons étudié l'évolution de la protéine kinase R (PKR) – une protéine de l'immunité qui a pour rôle de bloquer la réplication d'une grande diversité de virus. Nos résultats révèlent l'existence



de plusieurs copies de PKR dans le génome d'un groupe d'espèces de chauves-souris, alors que tous les autres mammifères étudiés n'en ont qu'une seule copie. Ils suggèrent que cette multiplication de PKR permettrait aux espèces d'augmenter leur réponse antivirale et de diversifier leurs possibilités d'empêcher les contournements de l'immunité par les virus. Enfin ils montrent que ces adaptations, qui ont évolué sur plusieurs millions d'années, influencent la susceptibilité des espèces de chauves-souris aux virus circulant aujourd'hui dans leurs populations.

JACQUET S, CULBERTSON M, ZHANG C, EL FILALI A, DE LA MYRE MORY C, PONS JB, FILIPPI-CO-DACCIONI O, LAUTERBUR ME, NGOUBANGOYE B, DUHAYER J, VEREZ C, PARK C, DAHOUI C, CAREY CM, BRENNAN G, ENARD D, CIMARELLI A, ROTHENBURG S, ELDE NC, PONTIER D*, ETIENNE L*. Adaptive duplication and genetic diversification of protein kinase R contribute to the specificity of bat-virus interactions. (2022) *Science Adv.* Nov 25;8(47):eadd7540. doi: 10.1126/sciadv.add7540.

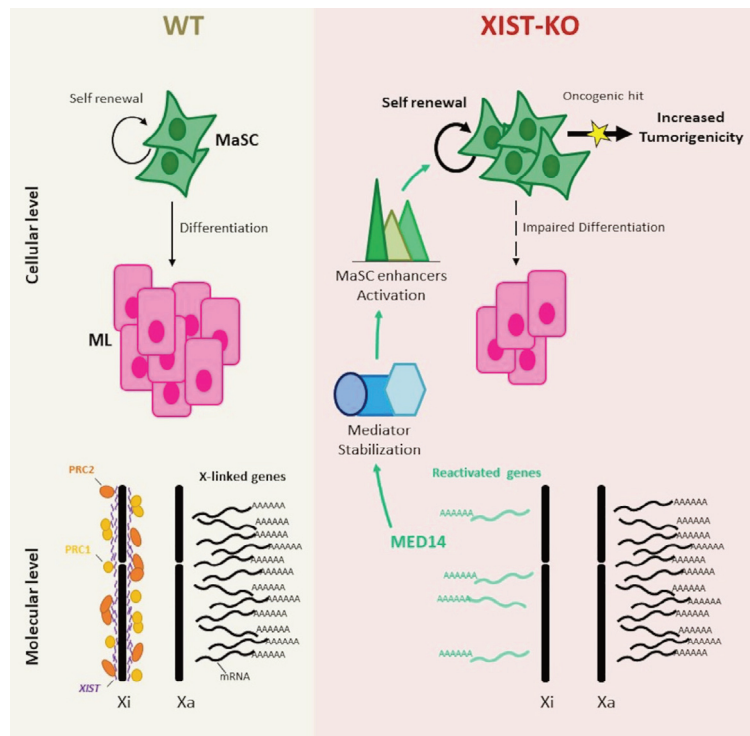
*Co-directrices

NOTES

Institut Curie - Equipe Mécanismes de répression par les protéines Polycomb, Unité génétique et biologie du développement - Paris

Un lien entre inactivation du chromosome X et tumeurs du sein ?

L'inactivation du chromosome X est un processus épigénétique qui assure la compensation de dosage de gènes entre les femelles (XX) et les mâles (XY) par l'inhibition transcriptionnelle de l'un des deux chromosomes X dans les cellules féminines. L'inactivation de l'X commence très tôt dans le développement avec la surexpression par l'un des deux chromosomes X de l'ARN long non codant XIST, qui "recouvre" le chromosome et déclenche une cascade d'événements qui aboutissent à la formation d'un domaine chromatinien compacté. Le X inactif est propagé à travers les divisions cellulaires et maintenu à l'âge adulte. Le rôle de XIST au-delà de l'initiation de l'inactivation de l'X commence seulement à être élucidé. La déplétion de XIST dans les cellules



souches mammaires humaines entrave leur différenciation et favorise l'émergence de tumeurs mammaires agressives lorsqu'elles sont injectées à des souris immunodéficientes. Mécaniquement, la perte de XIST déstabilise le silencing d'un sous-ensemble de gènes sur le X inactif qui sont essentiels à l'identité des cellules souches mammaires. L'instabilité transcriptionnelle de ces gènes est également fréquente dans les tumeurs mammaires humaines de mauvais pronostic. Nos travaux révèlent un rôle sans précédent de XIST dans le contrôle de l'identité des cellules souches somatiques, avec des conséquences potentielles pour notre compréhension des tumeurs malignes sexospécifiques.

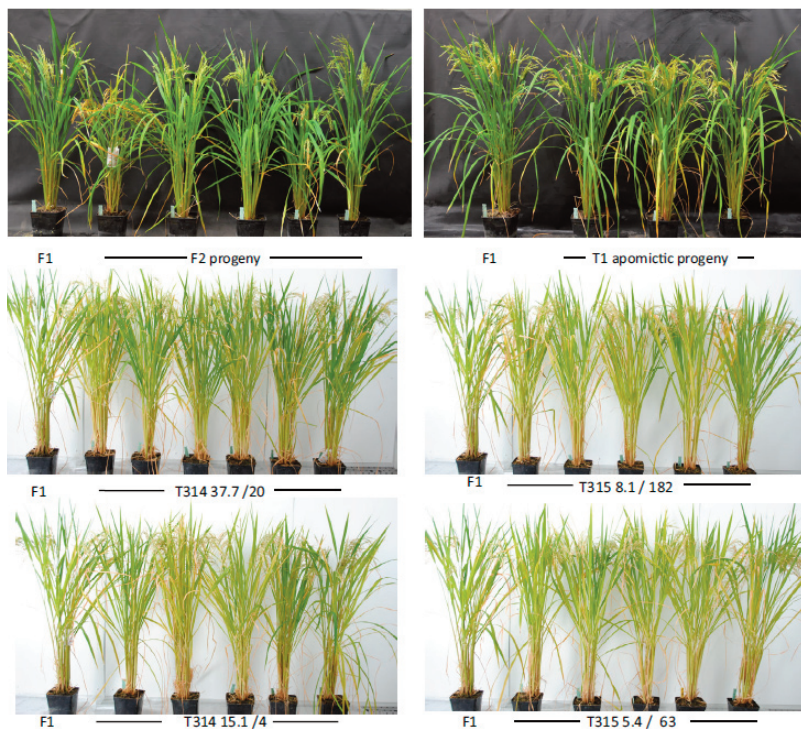
RICHART L, PICOD-CHEDOTEL ML, WASSEF M, MACARIO M, AFLAKI S, SALVADOR MA, HÉRY T, DAUPHIN A, WICINSKI J, CHEVRIER V, PASTOR S, GUITTARD G, LE CAM S, KAMHAWI H, CASTELLANO R, GUASCH G, CHARAFE-JAUFFRET E, HEARD E, MARGUERON R, GINESTIER C. XIST loss impairs mammary stem cell differentiation and increases tumorigenicity through Mediator hyperactivation. (2022) *Cell* 185(12), 2164-2183.e25.

NOTES

Centre de coopération internationale en recherche agronomique pour le développement (CIRAD),
UMR Institut Amélioration génétique et adaptation des plantes (AGAP Institut) - Montpellier

Reproduction clonale par grain d'une plante hybride cultivée : une nouvelle perspective pour les petits riziculteurs

Chez le riz comme chez d'autres espèces végétales, les lignées hybrides sont connues pour leur potentiel de rendement accru. Cependant les descendants de ces hybrides forment des populations de plantes hétérogènes pour un ensemble de caractères ce qui demande de recourir à de nouvelles semences à chaque plantation. Le coût et la complexité de production de ces semences limitent leur accès aux petits riziculteurs du Sud. Afin de pallier cela, il faudrait reproduire au cours des générations successives des grains génétiquement identiques à la plante qui les porte. En nous basant sur des mécanismes existant naturellement chez certaines espèces végétales sauvages, nous avons



introduit une « apomixie synthétique » chez le riz qui évite à la fois le brassage génétique survenant normalement lors de la formation des gamètes mâle et femelle et permet à la cellule-œuf de se développer sans fécondation. Nous avons démontré sur plusieurs générations que les descendances issues de ce mode de reproduction possèdent le même génome et les mêmes propriétés, incluant la qualité de grain, que la plante hybride de départ. Ces travaux ouvrent de nouvelles perspectives pour diversifier les combinaisons hybrides utilisées en les adaptant au mieux à la demande locale des petits riziculteurs et à un contexte environnemental changeant.

VERNET A, MEYNARD D, LIAN Q, MIEULET D, GIBERT O, BISSAH M, RIVALLAN R, AUTRAN D, LEBLANC O, MEUNIER AC, FROUIN J, TAILLEBOIS J, SHANKLE K, KHANDAY I, MERCIER R, SUNDARESAN V, GUIDERDONI E. High-frequency synthetic apomixis in hybrid rice. (2022) *Nature Communications*, 13, 7963.

NOTES

Les lauréats des Grandes Avancées Françaises en Biologie

Année 2022

Eugenio Azpeita (directeur de recherche : Christophe Godin)

Mélanie Rich (directeur de recherche : Pierre-Marc Delaux)

Paul Frémont (directeur de recherche : Olivier Jaillon)

Daniel Jercog (directeur de recherche : Cyril Herry)

Guilherme Nader (directeur de recherche : Matthieu Piel)

Nour El Houda Mimouni (directeur de recherche : Paolo Giacobini)

Année 2021

Lakshmi Balasubramaniam (directeur de recherche : Benoit Ladoux)

Monia Barnat (directrice de recherche : Sandrine Humbert)

Aleksandra Chikina (directrices de recherche : Danijela Matic-Vignjević et Ana-Maria Lennon-Dumenil)

Charalampos Galouzis (directeur de recherche : Benjamin Prud'homme)

Paul Jay (directeur de recherche : Mathieu Joron)

Sarah Triclin (directeur de recherche : Manuel Thery)

Année 2020

Maria Almonacid (directrice de recherche : Marie-Hélène Verlhac)

Pierre Baraduc (directrice de recherche : Silvia Wirth)

Julian Buchreiser (directeur de recherche : Olivier Schwartz)

Gabor Papai (directeur de recherche : Patrick Shultz)

Mathieu Platre (directeur de recherche : Yvon Jaillais)

Laurent Meertens (directeur de recherche : Ali Amara)

Année 2019

Mattéo De Chiara (directeur de recherche : Gianni Liti)

Daria Bonazzi (directeur de recherche : Guillaume Dumenil)

Quitterie Venot (directeur de recherche : Guillaume Canaud)

Flavie Coquel (directeur de recherche : Philippe Pasero)

Nicolas Haupaix (directrice de recherche : Marie Manceau)

Céline Drieu (directeur de recherche : Michaël Zugaro)

Année 2018

Jan Tønnesen (directeur de recherche : Valentin Nägerl)

Boyan Bonev (directeur de recherche : Giacomo Cavalli)

Arnaud Hubstenberger (directrice de recherche : Dominique Weil)

Nadia Elkhatib (directeur de recherche : Guillaume Montagnac)

Diana Pinheiro (directeur de recherche : Yohanns Bellaïche)

Morgane Thion (directrice de recherche : Sonia Garel)

Année 2017

Laura Faure (directeur de recherche : Tàm Mignot)

Joan Barau (directeur de recherche : Deborah Bourch'his)

Zaigham Shazhad (directeur de recherche : Christophe Maurel)

Matthew Raab (directeur de recherche : Matthieu Piel)

François Gerbe (directeur de recherche : Philippe Jay)

Susanne Reichinnek (directeur de recherche : Rosa Cossart)

Année 2016

Gaetan de Lavilleon (directeur de recherche : Karim Benchenane)

Vanessa Delfosse (directeur de recherche : William Bourguet)

Shashank Shekhar (directeur de recherche : Marie-France Carlier)

Abdelrahim Zoued (directeur de recherche : Eric Cascales)

Jonathan Breton (directeur de recherche : Serguei Fetissov)

Matteo Gentili (directeur de recherche : Nicolas Manel)

Année 2015

Adel Al Jord (directeur de recherche : Alice Meunier)

Aurore Fleurie (directeur de recherche : Christophe Grangeasse)

Karim Majzoub (directeur de recherche : Jean-Luc Imler)

Raphael Méheust (directeur de recherche : Sylvain Billiard)

Bérangère Pinan-Lucarré (directeur de recherche : Jean-Louis Bessereau)

Mathieu Pinot (directeur de recherche : Bruno Antony)

Année 2014

Céline Bellard (directeur de recherche : Franck Courchamp)

Marianne Bjordal (directeur de recherche : Pierre Léopold)

Irène Dang (directeur de recherche : Alexis Gautreau)

Filipe de Vadder (directeur de recherche : Gilles Mithieux)

Benjamin Ezraty (directeur de recherche : Frédéric Barras)

Ana Joaquina Jimenez (directeur de recherche : Franck Perez)

Année 2013

Mariana Alonso (directeur de recherche : Pierre-Marie Lledo)

Nicolas Garreau de Louvresse (directeur de recherche : Marat Yusupov)

Michael Lang (directeur de recherche : Virginie Orgogozo)

Elphège Nora (directeur de recherche : Edith Heard)

Monica Rolando (directeur de recherche : Carmen Buchrieser)

Thomas Sexton (directeur de recherche : Giacomo Cavalli)

Année 2012

Sara Al Rawi (directeur de recherche : Vincent Galy)

Hélène Botella (directeur de recherche : Olivier Neyrolles)

Joanne Canonne (directeur de recherche : Susana Rivas)

Chunlong Chen (directeur de recherche : Antonin Morillon)

Nadine Laguette (directeur de recherche : Monsef Benkirane)

Marat Minlebaev (directeur de recherche : Roustem Khazipov)

Année 2011

Frédéric Baudat (directeur de recherche : Bernard De Massy)

Gabriel Krouk (directeur de recherche : Alain Gojon)

Edith Lesburgères (directeur de recherche : Bruno Bontempi)

Jérôme Lecoq (directeur de recherche : Serge Charpak)

Hugues Nury (directeur de recherche : Pierre-Jean Corringier)

Catherine Patin (directeur de recherche : Martine Simonelig)

Année 2010

Mathieu Coureuil (directeur de recherche : Xavier Nassif)

Isabelle d'Erfurth (directeur de recherche : Raphael Mercier)

François Ghiringhelli (directeur de recherche : Laurence Zitvogel)

Gabrielle Girardeau (directeur de recherche : Michaël Zugaro)

Jan-Hendrik Hehmann (directeur de recherche : Gurvan Michel)

Sandrine Sarrazin (directeur de recherche : Michael Sieweke)

Année 2009

Vilma Barroca (directeur de recherche : Pierre Fouchet)

Thomas Blein (directeur de recherche : Patrick Laufs)

Nabila Bouatia-Naji (directeur de recherche : Philippe Froguel)

Laurent Groc (directeur de recherche : Daniel Choquet)

Romain Mercier (directeur de recherche : Frédéric Boccard)

Pablo Navarro (directeur de recherche : Philip Avner)

Année 2008

Cédric Auffray (directeur de recherche : Frédéric Geissmann)

Luis Barreiro (directeur de recherche : Lluís Quintana-Murci)

Gergely Katona (directeur de recherche : Dominique Bourgeois)

Sergio Svistonoff (directeur de recherche : Thierry Desnos)

Manuel Théry (directeur de recherche : Michel Bornens)

Valérie Verhasselt (directeur de recherche : Nicolas Glaichenhaus)

Année 2007

Maëlle Carraz (directeur de recherche : Dominique Mazier)

Christelle Durand (directeur de recherche : Thomas Bourgeron)

Cécile Frolet (directeur de recherche : Elena Levashina)

Yvon Jaillais (directeur de recherche : Thierry Gaude)

Fanny Pilot-Storck (directeur de recherche : Thomas Lecuit)

Pauline Speder (directeur de recherche : Stéphane Noselli)

Année 2006

Emmanuel Boucrot (directeur de recherche : Stéphane Méresse)

Frédéric Coin (directeur de recherche : Jean-Marc Egly)

Julien Colombani (directeur de recherche : Pierre Léopold)

Jérôme Gros (directeur de recherche : Christophe Marcelle)

Chloë James (directeur de recherche : William Vainchenker)

Claire Sergent (directeur de recherche : Stanislas Dehaene)

