

Introduction à la séance « Les microbiotes, des recherches aux innovations »

En hommage à Jacques Berthelin

Guilhem Bourrié¹

¹Académie d'agriculture de France

13 novembre 2024

La révolution technologique de la biologie moléculaire

- La limitation de ne voir que les microbes cultivables a sauté ;
- certains n'étaient pas cultivables du fait de la complexité de leur métabolisme ;
- d'autres n'étaient cultivables qu'ensemble et pas séparément : ils fonctionnent en consortium ;
- les microbes actifs se signalent au moyen de sondes fluorescentes ;
- on voit donc apparaître un monde beaucoup plus abondant et divers, et toute l'écologie microbienne est renouvelée.

La révolution technologique de la biologie moléculaire

- La limitation de ne voir que les microbes cultivables a sauté ;
- certains n'étaient pas cultivables du fait de la complexité de leur métabolisme ;
- d'autres n'étaient cultivables qu'ensemble et pas séparément : ils fonctionnent en consortium ;
- les microbes actifs se signalent au moyen de sondes fluorescentes ;
- on voit donc apparaître un monde beaucoup plus abondant et divers, et toute l'écologie microbienne est renouvelée.

La révolution technologique de la biologie moléculaire

- La limitation de ne voir que les microbes cultivables a sauté ;
- certains n'étaient pas cultivables du fait de la complexité de leur métabolisme ;
- d'autres n'étaient cultivables qu'ensemble et pas séparément : ils fonctionnent en consortium ;
- les microbes actifs se signalent au moyen de sondes fluorescentes ;
- on voit donc apparaître un monde beaucoup plus abondant et divers, et toute l'écologie microbienne est renouvelée.

La révolution technologique de la biologie moléculaire

- La limitation de ne voir que les microbes cultivables a sauté ;
- certains n'étaient pas cultivables du fait de la complexité de leur métabolisme ;
- d'autres n'étaient cultivables qu'ensemble et pas séparément : ils fonctionnent en consortium ;
- les microbes actifs se signalent au moyen de sondes fluorescentes ;
- on voit donc apparaître un monde beaucoup plus abondant et divers, et toute l'écologie microbienne est renouvelée.

- La limitation de ne voir que les microbes cultivables a sauté ;
- certains n'étaient pas cultivables du fait de la complexité de leur métabolisme ;
- d'autres n'étaient cultivables qu'ensemble et pas séparément : ils fonctionnent en consortium ;
- les microbes actifs se signalent au moyen de sondes fluorescentes ;
- on voit donc apparaître un monde beaucoup plus abondant et divers, et toute l'écologie microbienne est renouvelée.

Une espèce, un génome ? Pas si simple. . .

- L'individu ne peut vivre sans son (ses) microbiote(s) ; nous sommes des écosystèmes. . .
- que devient la distinction entre soi et non-soi qui a fait florès après la découverte du système HLA par Jean Dausset (prix Nobel de médecine 1980) ?
- et pourtant l'immunothérapie obtient des succès !
- donc, il y a à la fois :
 - des frontières floues, rhizosphère, muqueuses. . .
 - des échanges de messages chimiques à travers ces frontières, de stimulation de la croissance,
 - ou de reconnaissance (Rhizobium / Légumineuse. . .),
 - ou d'agression et de défense.

Une espèce, un génome ? Pas si simple. . .

- L'individu ne peut vivre sans son (ses) microbiote(s) ; nous sommes des écosystèmes. . .
- que devient la distinction entre soi et non-soi qui a fait florès après la découverte du système HLA par Jean Dausset (prix Nobel de médecine 1980) ?
- et pourtant l'immunothérapie obtient des succès !
- donc, il y a à la fois :
 - des frontières floues, rhizosphère, muqueuses. . .
 - des échanges de messages chimiques à travers ces frontières, de stimulation de la croissance,
 - ou de reconnaissance (Rhizobium / Légumineuse. . .),
 - ou d'agression et de défense.

Une espèce, un génome ? Pas si simple. . .

- L'individu ne peut vivre sans son (ses) microbiote(s) ; nous sommes des écosystèmes. . .
- que devient la distinction entre soi et non-soi qui a fait florès après la découverte du système HLA par Jean Dausset (prix Nobel de médecine 1980) ?
- et pourtant l'immunothérapie obtient des succès !
- donc, il y a à la fois :
 - des frontières floues, rhizosphère, muqueuses. . .
 - des échanges de messages chimiques à travers ces frontières, de stimulation de la croissance,
 - ou de reconnaissance (Rhizobium / Légumineuse. . .),
 - ou d'agression et de défense.

Une espèce, un génome ? Pas si simple. . .

- L'individu ne peut vivre sans son (ses) microbiote(s) ; nous sommes des écosystèmes. . .
- que devient la distinction entre soi et non-soi qui a fait florès après la découverte du système HLA par Jean Dausset (prix Nobel de médecine 1980) ?
- et pourtant l'immunothérapie obtient des succès !
- donc, il y a à la fois :
 - des frontières floues, rhizosphère, muqueuses. . . ,
 - des échanges de messages chimiques à travers ces frontières, de stimulation de la croissance,
 - ou de reconnaissance (Rhizobium / Légumineuse. . .),
 - ou d'agression et de défense.

Une espèce, un génome ? Pas si simple. . .

- L'individu ne peut vivre sans son (ses) microbiote(s) ; nous sommes des écosystèmes. . .
- que devient la distinction entre soi et non-soi qui a fait florès après la découverte du système HLA par Jean Dausset (prix Nobel de médecine 1980) ?
- et pourtant l'immunothérapie obtient des succès !
- donc, il y a à la fois :
 - des frontières floues, rhizosphère, muqueuses. . . ,
 - des échanges de messages chimiques à travers ces frontières, de stimulation de la croissance,
 - ou de reconnaissance (Rhizobium / Légumineuse. . .),
 - ou d'agression et de défense.

Une espèce, un génome ? Pas si simple. . .

- L'individu ne peut vivre sans son (ses) microbiote(s) ; nous sommes des écosystèmes. . .
- que devient la distinction entre soi et non-soi qui a fait florès après la découverte du système HLA par Jean Dausset (prix Nobel de médecine 1980) ?
- et pourtant l'immunothérapie obtient des succès !
- donc, il y a à la fois :
 - des frontières floues, rhizosphère, muqueuses. . . ,
 - des échanges de messages chimiques à travers ces frontières, de stimulation de la croissance,
 - ou de reconnaissance (Rhizobium / Légumineuse. . .),
 - ou d'agression et de défense.

Une espèce, un génome ? Pas si simple. . .

- L'individu ne peut vivre sans son (ses) microbiote(s) ; nous sommes des écosystèmes. . .
- que devient la distinction entre soi et non-soi qui a fait florès après la découverte du système HLA par Jean Dausset (prix Nobel de médecine 1980) ?
- et pourtant l'immunothérapie obtient des succès !
- donc, il y a à la fois :
 - des frontières floues, rhizosphère, muqueuses. . . ,
 - des échanges de messages chimiques à travers ces frontières, de stimulation de la croissance,
 - ou de reconnaissance (Rhizobium / Légumineuse. . .),
 - ou d'agression et de défense.

Une espèce, un génome ? Pas si simple. . .

- L'individu ne peut vivre sans son (ses) microbiote(s) ; nous sommes des écosystèmes. . .
- que devient la distinction entre soi et non-soi qui a fait florès après la découverte du système HLA par Jean Dausset (prix Nobel de médecine 1980) ?
- et pourtant l'immunothérapie obtient des succès !
- donc, il y a à la fois :
 - des frontières floues, rhizosphère, muqueuses. . . ,
 - des échanges de messages chimiques à travers ces frontières, de stimulation de la croissance,
 - ou de reconnaissance (Rhizobium / Légumineuse. . .),
 - ou d'agression et de défense.

La coexistence \pm pacifique des génomes

Existe-t-il un être vivant dont le génome soit simple et unique ?

L'existence :

- de plasmides chez les bactéries et les archées,
- de dicaryons et de syncytia chez les champignons,
- d'endosymbioses chez les eucaryotes,
- de microbiotes chez les plantes et les animaux,

semble indiquer que la loi générale est plutôt la coexistence plus ou moins pacifique de génomes que l'unicité d'un génome pour une espèce.

Et c'est peut-être déjà le cas chez notre dernier ancêtre universel commun (LUCA).

Dès le début, l'être vivant est complexe. Le génome n'est pas un programme, c'est un livre de recettes de cuisine (de synthèse et de réparation) et il n'est pas unique dans la bibliothèque.

La coexistence \pm pacifique des génomes

Existe-t-il un être vivant dont le génome soit simple et unique ?

L'existence :

- de plasmides chez les bactéries et les archées,
- de dicaryons et de syncytia chez les champignons,
- d'endosymbioses chez les eucaryotes,
- de microbiotes chez les plantes et les animaux,

semble indiquer que la loi générale est plutôt la coexistence plus ou moins pacifique de génomes que l'unicité d'un génome pour une espèce.

Et c'est peut-être déjà le cas chez notre dernier ancêtre universel commun (LUCA).

Dès le début, l'être vivant est complexe. Le génome n'est pas un programme, c'est un livre de recettes de cuisine (de synthèse et de réparation) et il n'est pas unique dans la bibliothèque.

La coexistence \pm pacifique des génomes

Existe-t-il un être vivant dont le génome soit simple et unique ?

L'existence :

- de plasmides chez les bactéries et les archées,
- de dicaryons et de syncytia chez les champignons,
- d'endosymbioses chez les eucaryotes,
- de microbiotes chez les plantes et les animaux,

semble indiquer que la loi générale est plutôt la coexistence plus ou moins pacifique de génomes que l'unicité d'un génome pour une espèce.

Et c'est peut-être déjà le cas chez notre dernier ancêtre universel commun (LUCA).

Dès le début, l'être vivant est complexe. Le génome n'est pas un programme, c'est un livre de recettes de cuisine (de synthèse et de réparation) et il n'est pas unique dans la bibliothèque.

La coexistence \pm pacifique des génomes

Existe-t-il un être vivant dont le génome soit simple et unique ?

L'existence :

- de plasmides chez les bactéries et les archées,
- de dicaryons et de syncytia chez les champignons,
- d'endosymbioses chez les eucaryotes,
- de microbiotes chez les plantes et les animaux,

semble indiquer que la loi générale est plutôt la coexistence plus ou moins pacifique de génomes que l'unicité d'un génome pour une espèce.

Et c'est peut-être déjà le cas chez notre dernier ancêtre universel commun (LUCA).

Dès le début, l'être vivant est complexe. Le génome n'est pas un programme, c'est un livre de recettes de cuisine (de synthèse et de réparation) et il n'est pas unique dans la bibliothèque.

La coexistence \pm pacifique des génomes

Existe-t-il un être vivant dont le génome soit simple et unique ?

L'existence :

- de plasmides chez les bactéries et les archées,
- de dicaryons et de syncytia chez les champignons,
- d'endosymbioses chez les eucaryotes,
- de microbiotes chez les plantes et les animaux,

semble indiquer que la loi générale est plutôt la coexistence plus ou moins pacifique de génomes que l'unicité d'un génome pour une espèce.

Et c'est peut-être déjà le cas chez notre dernier ancêtre universel commun (LUCA).

Dès le début, l'être vivant est complexe. Le génome n'est pas un programme, c'est un livre de recettes de cuisine (de synthèse et de réparation) et il n'est pas unique dans la bibliothèque.

La coexistence \pm pacifique des génomes

Existe-t-il un être vivant dont le génome soit simple et unique ?

L'existence :

- de plasmides chez les bactéries et les archées,
- de dicaryons et de syncytia chez les champignons,
- d'endosymbioses chez les eucaryotes,
- de microbiotes chez les plantes et les animaux,

semble indiquer que la loi générale est plutôt la coexistence plus ou moins pacifique de génomes que l'unicité d'un génome pour une espèce.

Et c'est peut-être déjà le cas chez notre dernier ancêtre universel commun (LUCA).

Dès le début, l'être vivant est complexe. Le génome n'est pas un programme, c'est un livre de recettes de cuisine (de synthèse et de réparation) et il n'est pas unique dans la bibliothèque.

Existe-t-il un être vivant dont le génome soit simple et unique ?

L'existence :

- de plasmides chez les bactéries et les archées,
- de dicaryons et de syncytia chez les champignons,
- d'endosymbioses chez les eucaryotes,
- de microbiotes chez les plantes et les animaux,

semble indiquer que la loi générale est plutôt la coexistence plus ou moins pacifique de génomes que l'unicité d'un génome pour une espèce.

Et c'est peut-être déjà le cas chez notre dernier ancêtre universel commun (LUCA).

Dès le début, l'être vivant est complexe. Le génome n'est pas un programme, c'est un livre de recettes de cuisine (de synthèse et de réparation) et il n'est pas unique dans la bibliothèque.

Conséquences épistémologiques

$$\begin{array}{l} \text{Si Écologie} \subseteq \text{Biologie,} \\ \text{et Biologie} \subseteq \text{Écologie,} \\ \updownarrow \\ \text{Écologie} = \text{Biologie.} \end{array}$$

L'étude d'un être vivant implique l'étude de son (ses) microbiote(s) et des interactions biotiques et abiotiques avec leur milieu de vie. Les messagers chimiques, souvent de petites molécules, y jouent un grand rôle. L'écologie, c'est de la chimie fine, comme la biologie moléculaire !

Pasteur, ce chimiste, serait heureux s'il revenait maintenant ! Et il le serait aussi comme attentif aux applications industrielles et thérapeutiques !

Conséquences épistémologiques

Si Écologie \subseteq Biologie,
et Biologie \subseteq Écologie,
 \Updownarrow
Écologie = Biologie.

L'étude d'un être vivant implique l'étude de son (ses) microbiote(s) et des interactions biotiques et abiotiques avec leur milieu de vie. Les messagers chimiques, souvent de petites molécules, y jouent un grand rôle. L'écologie, c'est de la chimie fine, comme la biologie moléculaire !

Pasteur, ce chimiste, serait heureux s'il revenait maintenant ! Et il le serait aussi comme attentif aux applications industrielles et thérapeutiques !

« **Les porcs héritent en partie de leur microbiote intestinal.**

- « Des chercheurs ont montré que le microbiote intestinal des porcs dépend partiellement de leurs gènes. De nouvelles méthodes de sélection pourraient émerger.
- « Des microbiotes différents jouent sur la réponse immunitaire à certaines pathologies. »

La France Agricole, n° 4085, 8 novembre 2024, p. 34.

Merci pour votre attention



Merci de votre attention !