

Etudier le continuum du vivant change notre manière de percevoir la biodiversité



Blaise Mulhauser
Jardin botanique de Neuchâtel

Biodiversité, un concept mal compris?

22 septembre 2024

Votation « Pour l'avenir de notre nature et de notre paysage (Initiative biodiversité) »



8 novembre 2024. Analyse Vox:

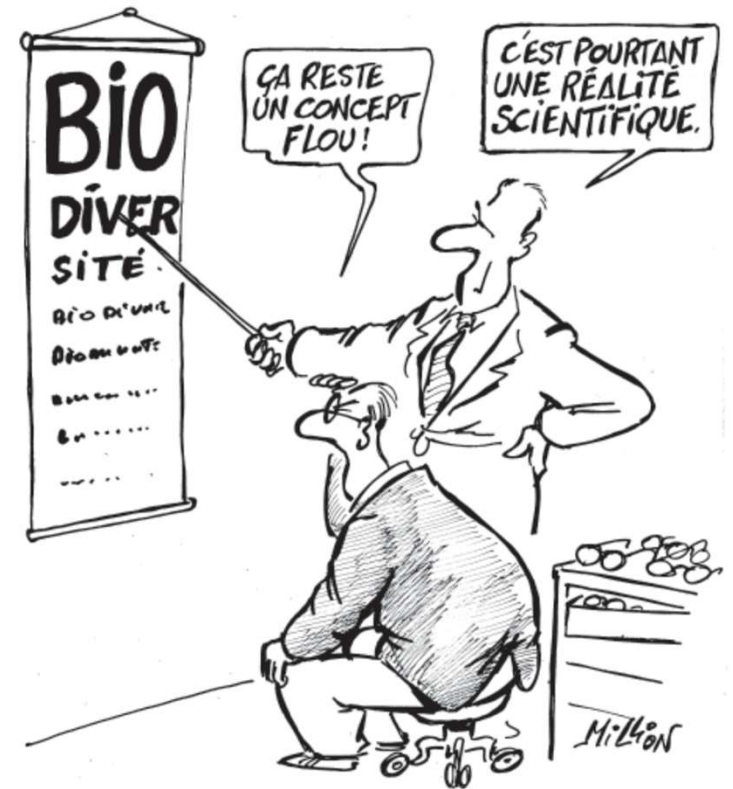
75% des citoyen.nes «se disent très préoccupés par les conséquences de la destruction de notre nature sur la santé, l'économie et les générations futures.»

Source: <https://www.initiative-biodiversite.ch/actualites/la-population-suisse-veut-des-mesures-efficaces-en-faveur-de-la-biodiversite/>

Biodiversité, une réalité scientifique?

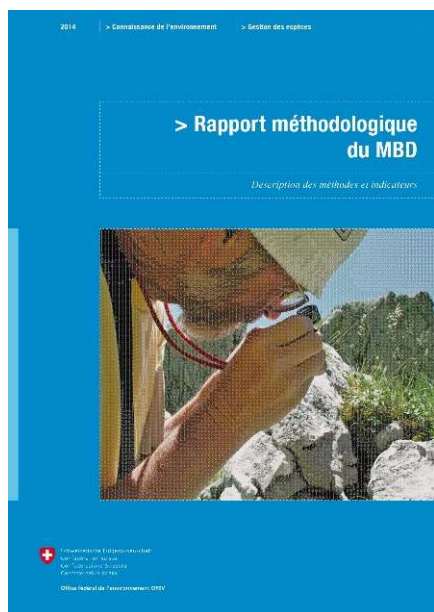
Convention sur la **diversité**
biologique (Rio 1992). Article 2:

« **Variabilité** des organismes vivants de toute origine y compris, entre autres, les écosystèmes terrestres, marins et autres écosystèmes aquatiques et les complexes écologiques dont ils font partie ; cela comprend la diversité au sein des **espèces** et **entre espèces** ainsi que celle des **écosystèmes** »



Dessin de Million extrait de l'article de Le Guyader H. (2008). La biodiversité: un concept flou ou une réalité scientifique? Courrier de l'Environnement, INRA 55

La Biodiversité est-elle mesurable?

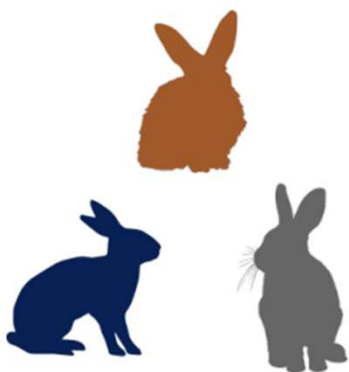


Rapport méthodologique du Monitoring de la Biodiversité en Suisse (MBD)

Indicateurs d'état

«La plupart des auteurs distinguent trois niveaux de biodiversité: la diversité génétique, la diversité des espèces et la diversité des milieux naturels ou des écosystèmes.»

«Le MBD utilise lui aussi ces trois niveaux, bien que la diversité des milieux naturels suscite des réserves.»



Entre individus
(Diversité génétique)

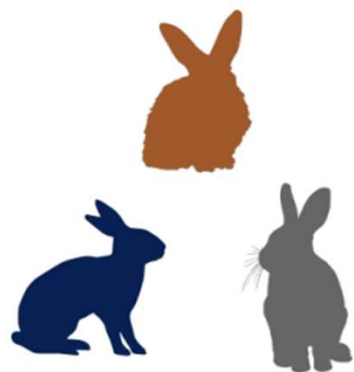


Entre espèces
(Diversité spécifique)



Entre écosystèmes
(Diversité écosystémique)

La Biodiversité est-elle mesurable?



Entre individus
(Diversité génétique)



Entre espèces
(Diversité spécifique)



Entre écosystèmes
(Diversité écosystémique)

Pour des raisons budgétaires, le MBD recense la diversité génétique uniquement pour les races de bétail et les variétés de plantes cultivées (Z1, Z2). Des relevés représentatifs tels que ceux réalisés pour mesurer la diversité des espèces dont l'aire de répartition est étendue (Z7) et des espèces abondantes (Z9) sont impossibles à financer au niveau génétique.

2 indicateurs d'état
Z1, Z2

La biodiversité lui étant souvent assimilée, la diversité des espèces connaît sans aucun doute la popularité la plus forte. Elle est simple à décrire et son importance est évidente pour le public. Il est en outre généralement facile de distinguer les espèces les unes des autres.

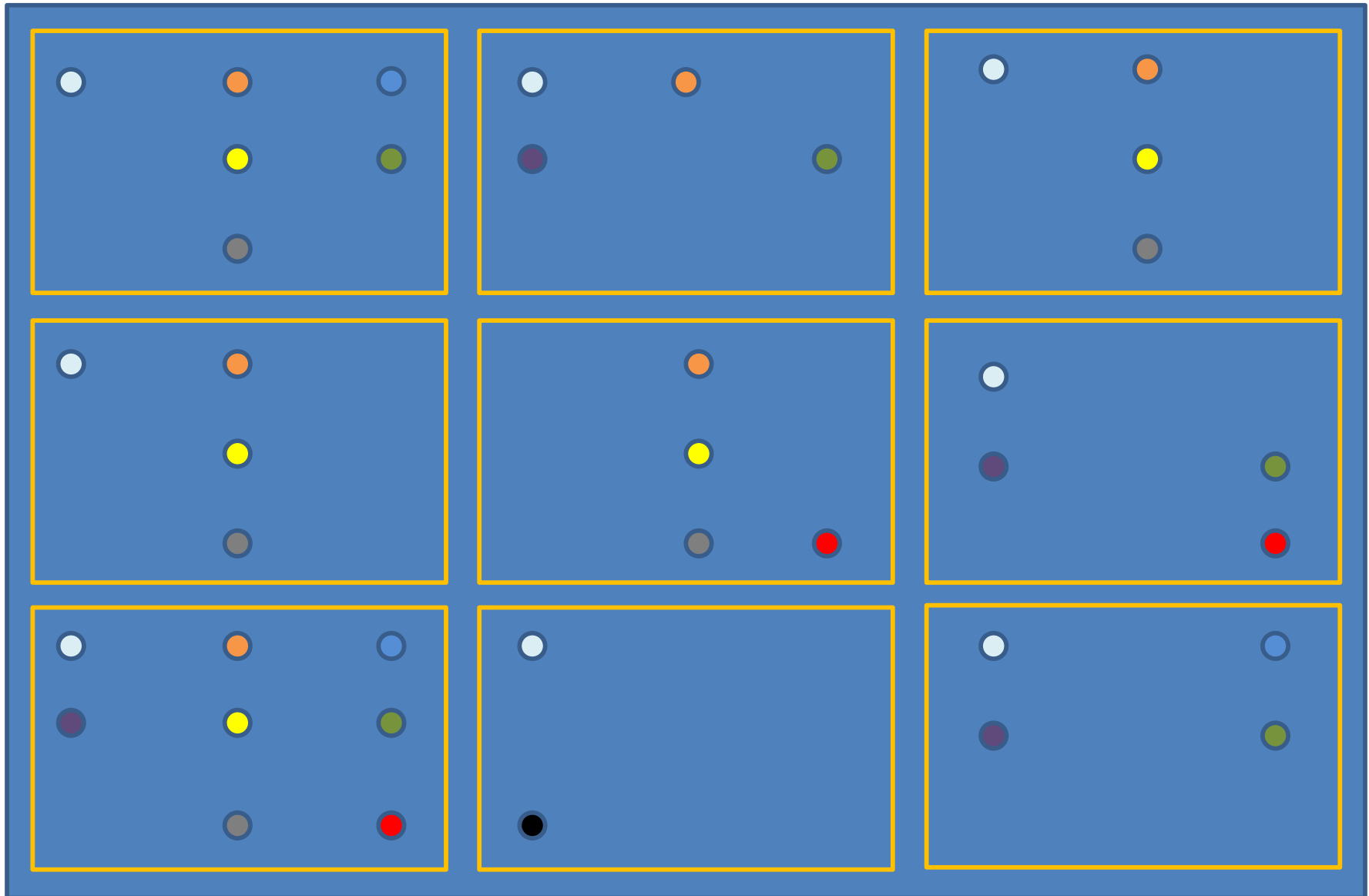
8 indicateurs d'état
Z3, Z4, Z5, Z6, Z7, Z8, Z9 et Z12

La diversité des milieux naturels est un domaine complexe, difficile à appréhender, dont l'importance est controversée. Reid et al. (1993) font remarquer que la conservation des communautés naturelles – et donc des types de milieux naturels, qui sont surtout définis en termes de communautés végétales dans la pratique – n'est pas un objectif en soi. Le but est plutôt de préserver les espèces composant la communauté en question et de s'assurer que l'écosystème puisse continuer à fonctionner.

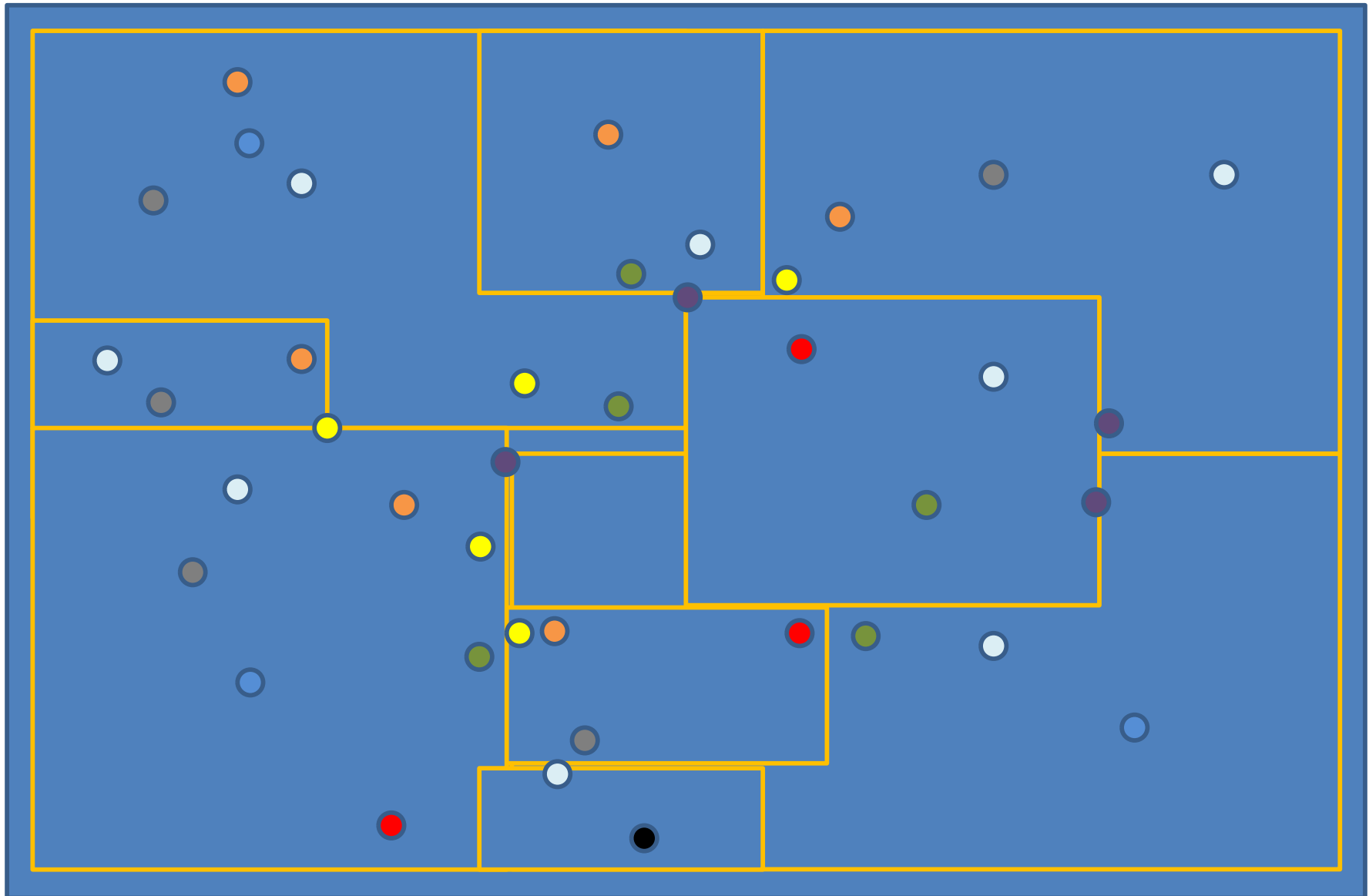
2 indicateurs d'état
Z10, Z11



La Biodiversité est-elle mesurable?



Les résultats sont-ils comparables?



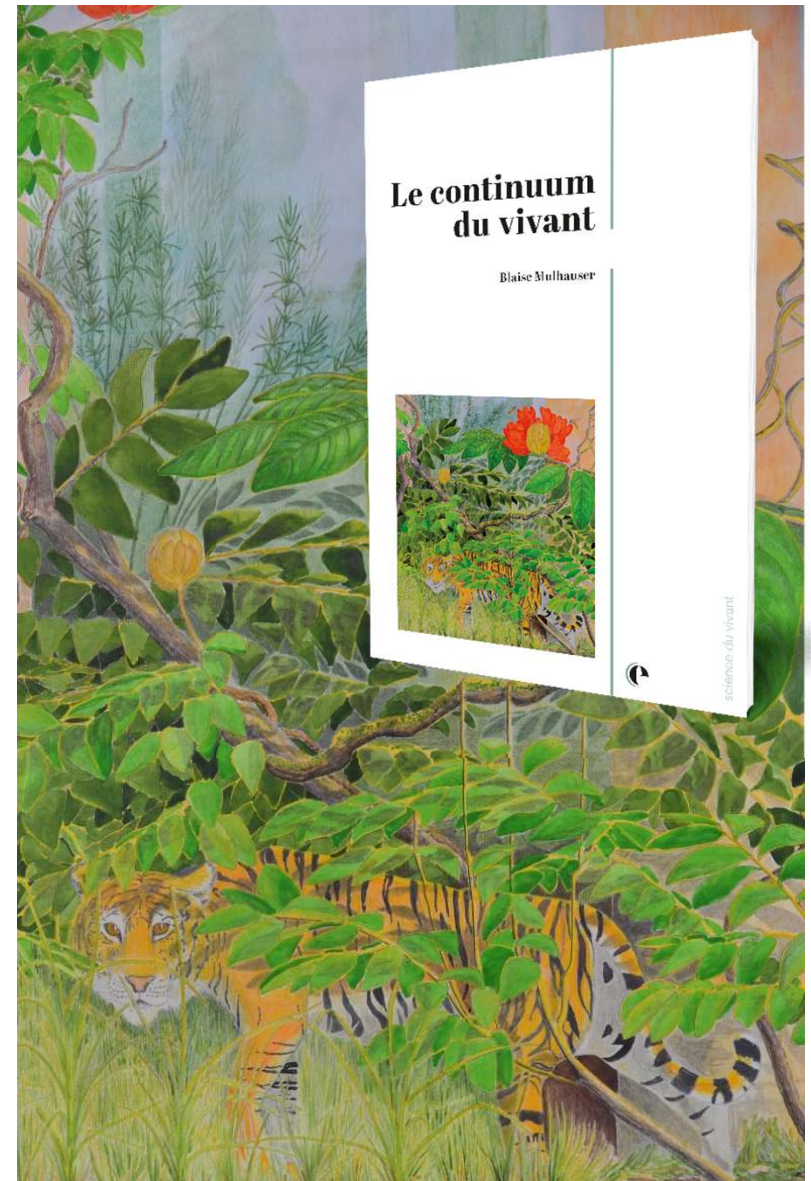
Le continuum du vivant

Il existe un **continuum du vivant à travers le temps et l'espace**, reliant tous les organismes

Trois principes pour l'étude du continuum

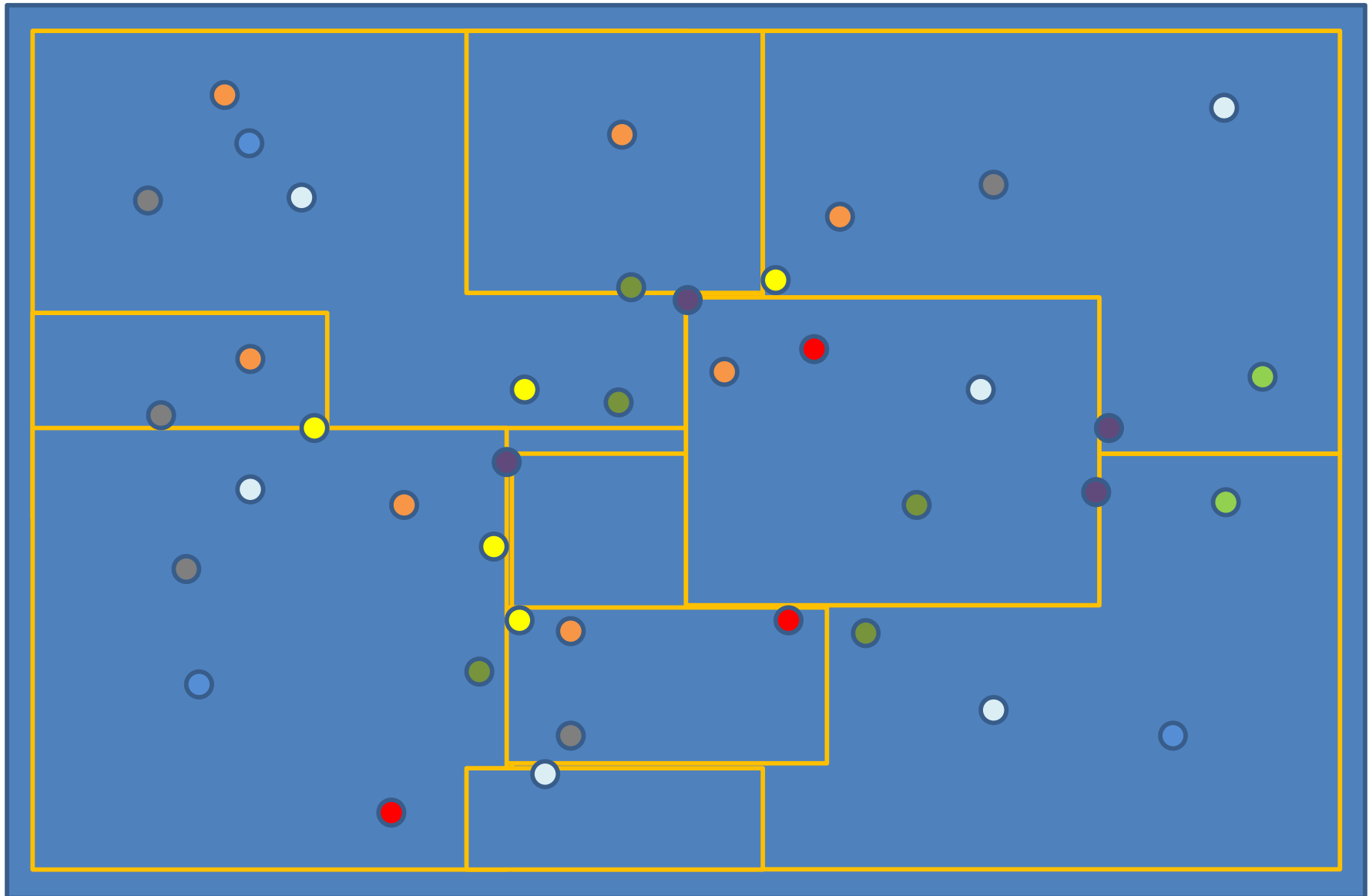
- 1) les recherches n'isolent pas les sujets (individus, espèces), mais prennent en compte la biocénosique systémique (toutes les espèces dans un système)
- 2) les recherches n'isolent pas les facteurs, mais sont multifactorielles
- 3) les résultats sont considérés comme temporaires

Cette approche permet d'intégrer différentes composantes qui ne sont pas ou peu pris en compte dans le domaine du vivant et de son évolution: des «organismes élémentaires» (virus, prions, etc.), la mort, les cycles organiques de la matière.

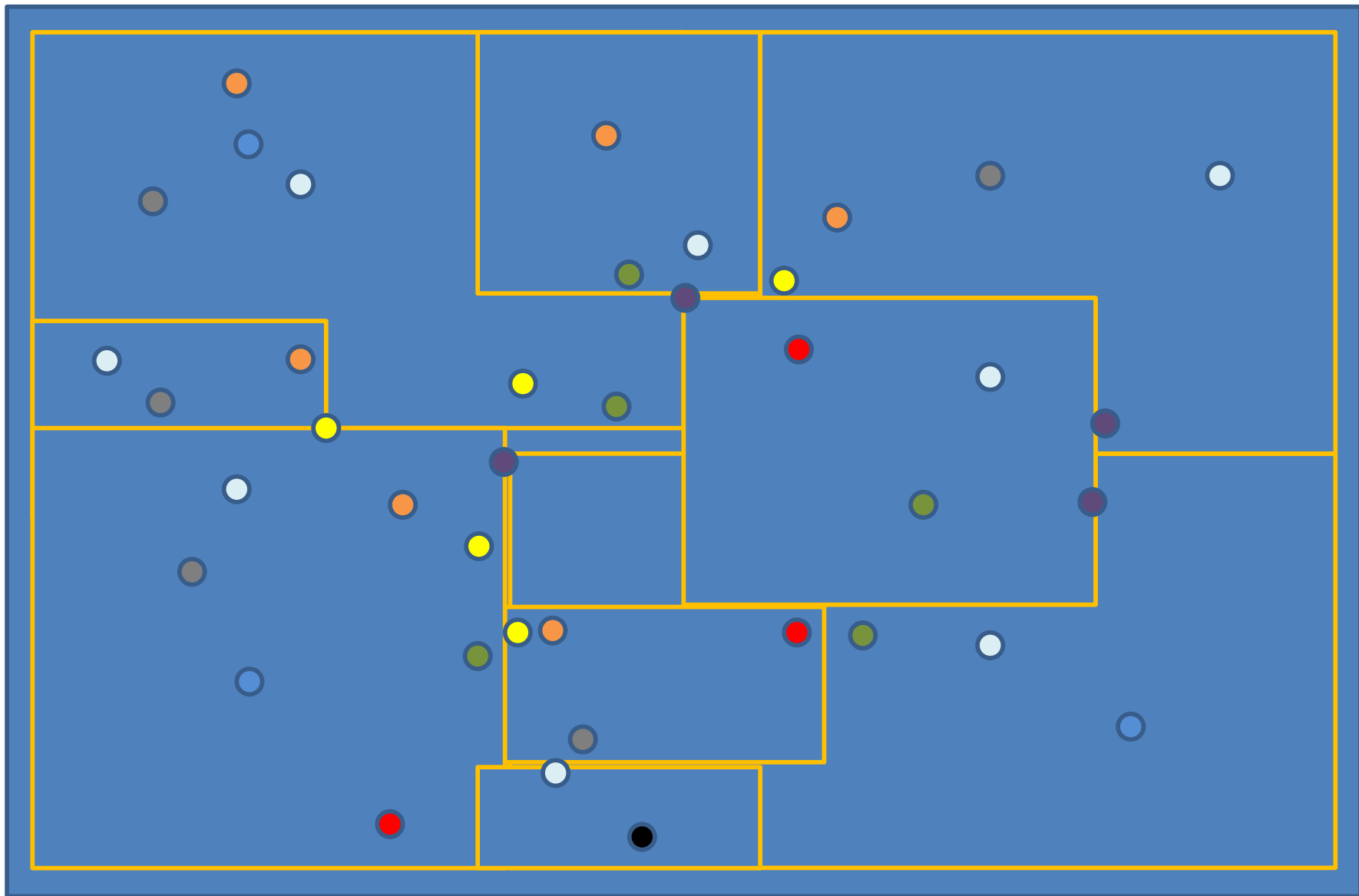


Aquarelle B. Mulhauser (2024). Le continuum du vivant. Ed. Epistémé, EPFL Press

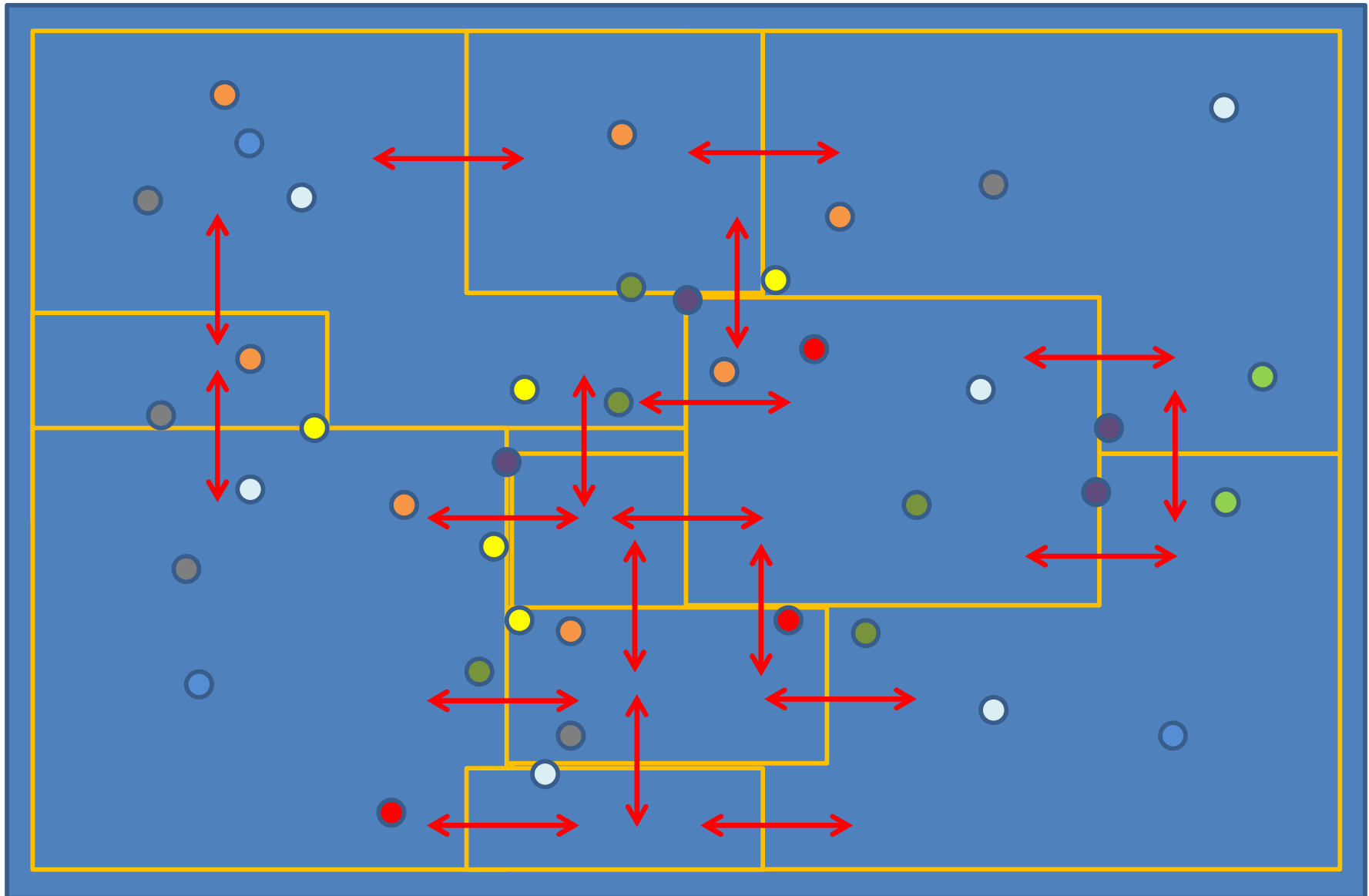
Qu'est-ce que ça change?



Qu'est-ce que ça change?

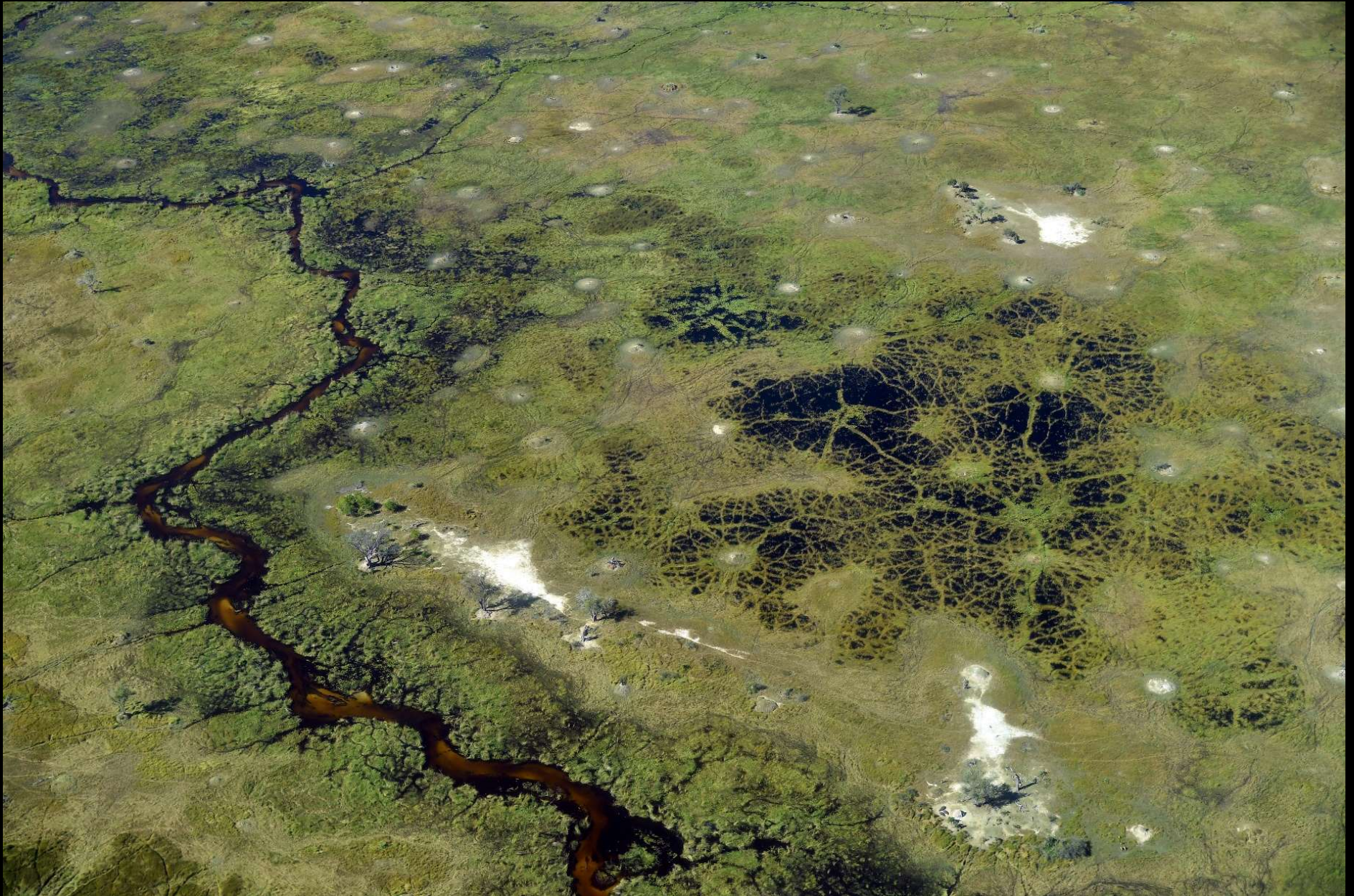


Qu'est-ce que ça change?



Un 4^e niveau de biodiversité

La diversité fonctionnelle



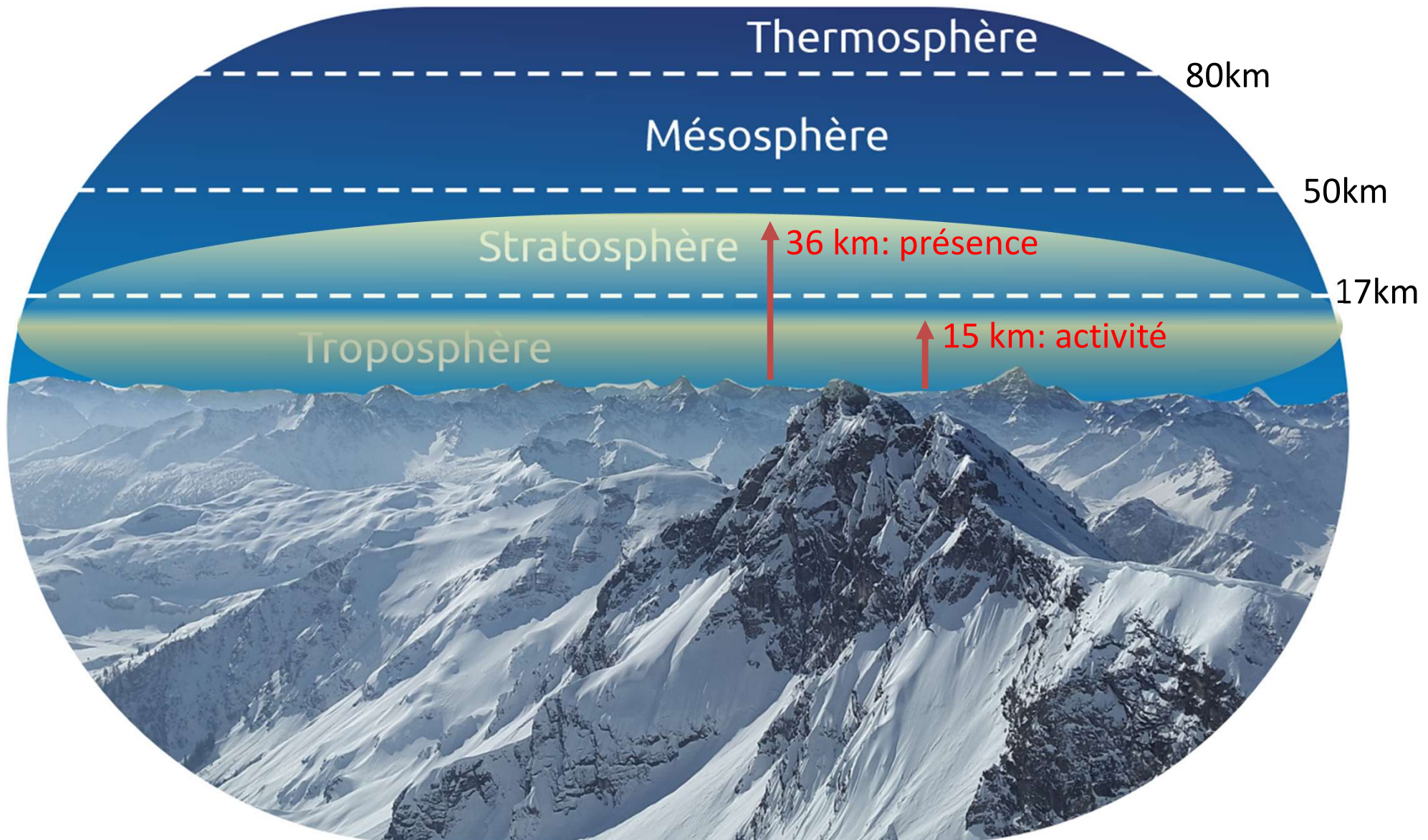
Réserve naturelle dans le delta de l'Okavango (Botswana). Photo Blaise Mulhauser, juin 2017

L'étude du continuum...
enrichit le champ des recherches sur la biodiversité

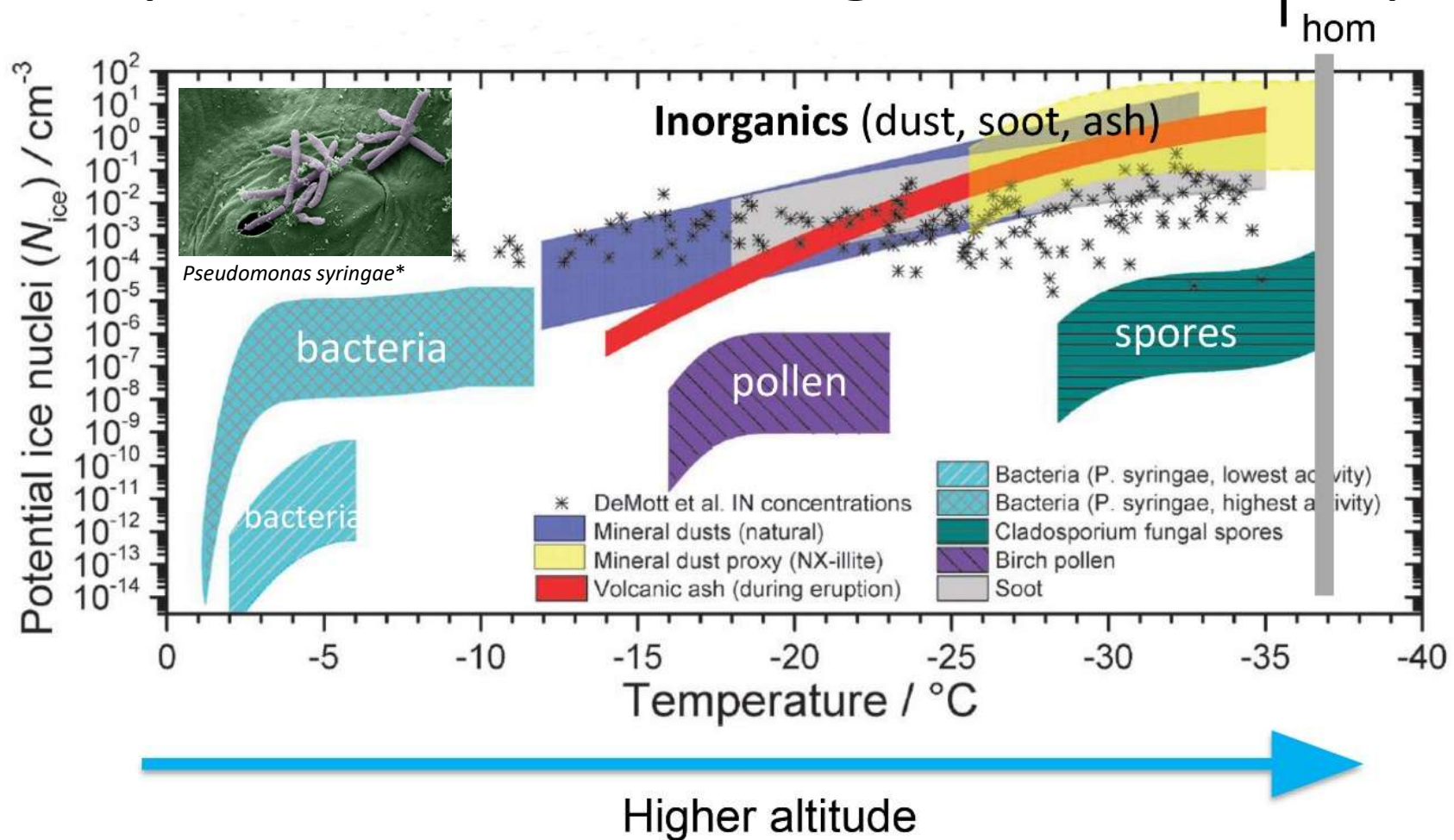


Logo de la Conférence mondiale sur la
biodiversité de Nagoya (2010)

Faire entrer l'étude de la biodiversité dans le champ de l'étude des changements climatiques



Faire entrer l'étude de la biodiversité dans le champ de l'étude des changements climatiques

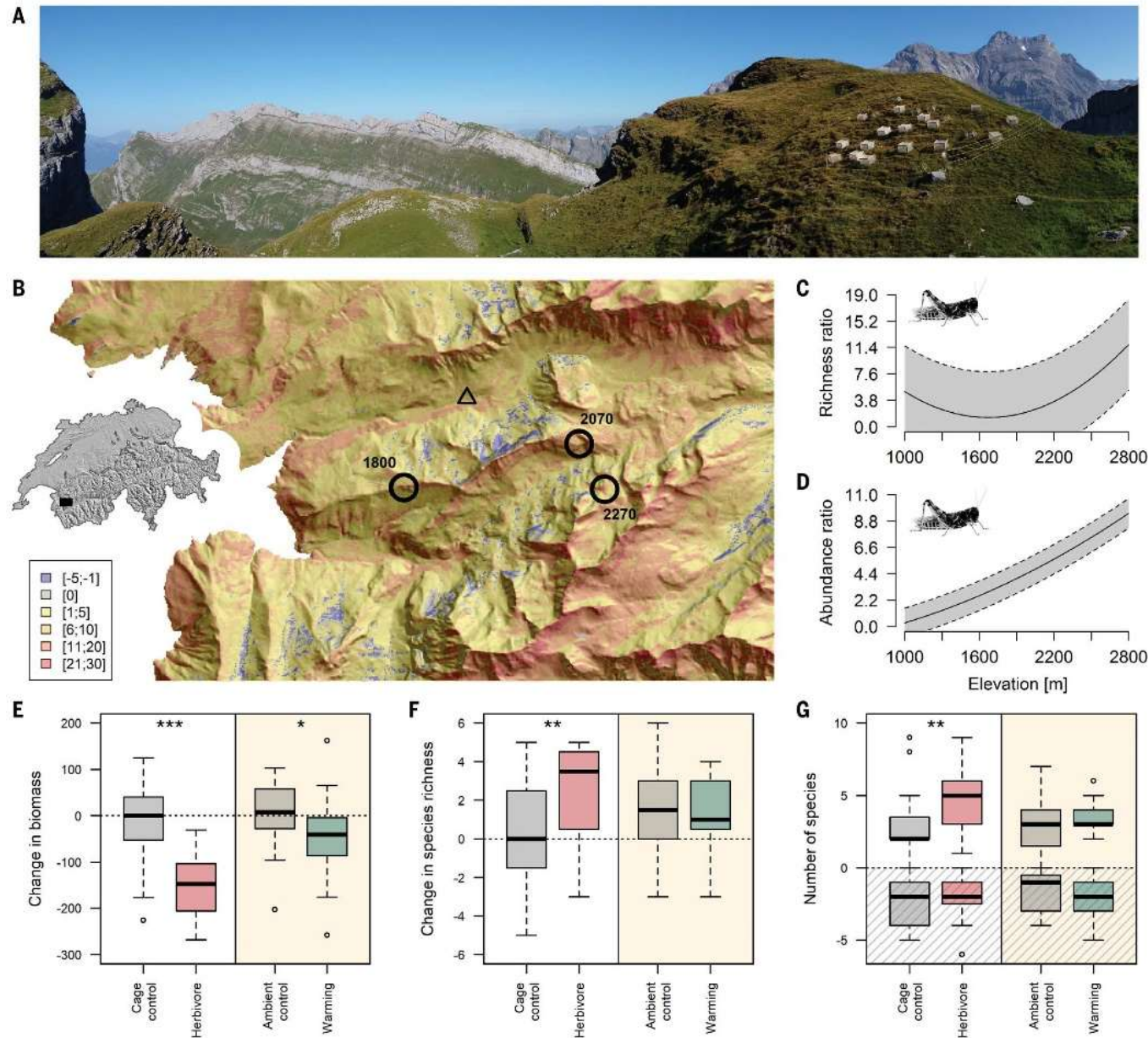


B. J. Murray, D. O'Sullivan, J. D. Atkinson & M. E. Webb (2012). Ice nucleation by particles immersed in supercooled cloud droplets. *Chem. Soc. Rev.* **41**, 6519–6554

Max Lukas, Ralph Schwidetzky, Rosemary J. Eufemio, Mischa Bonn, and Konrad Meister (2022). Toward Understanding Bacterial Ice Nucleation. *J. Phys. Chem. B* **126**: 1861–1867.

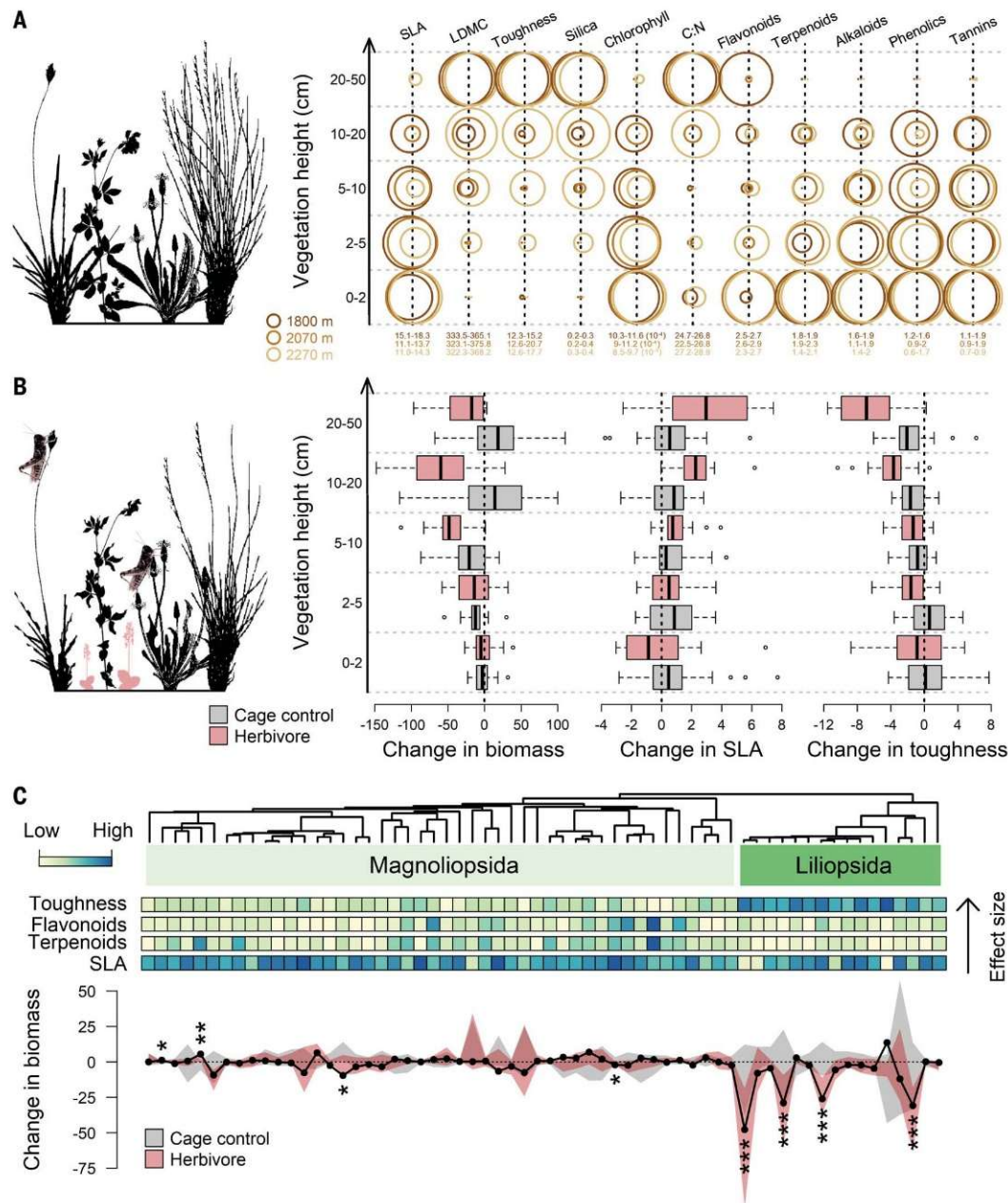
* *Pseudomonas syringae* s'infiltrant dans un stomate à la surface d'une feuille. (© James Kremer & Sheng Yang He via Howard Hughes Medical Institute)

Chercher à réaliser des études multifactorielles



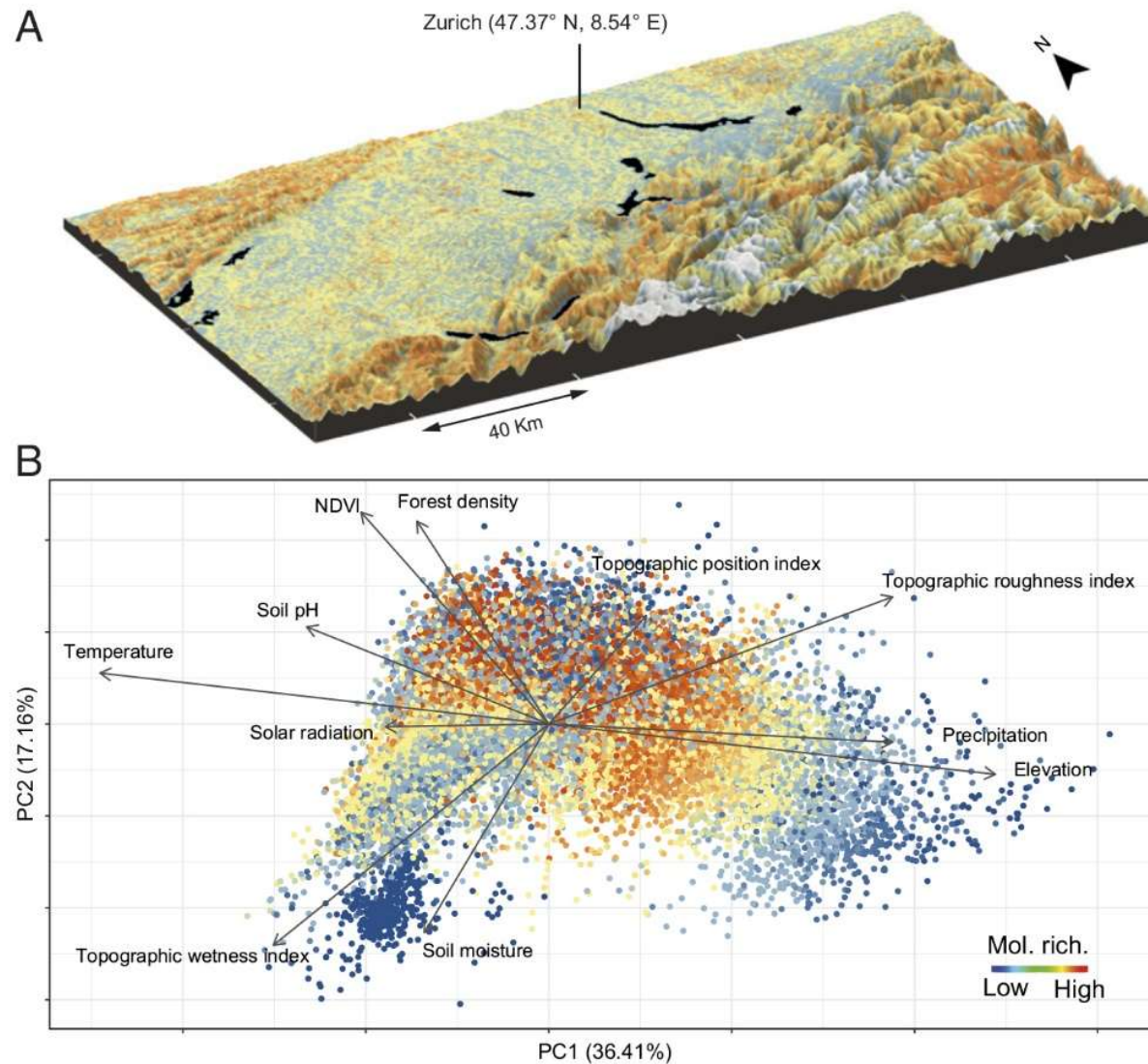
Descombes P., C. Pitteloud, G. Glauser, E. Defosse, A. Kergunteuil, P.-M. Allard, S. Rasman & L. Pellissier (2020). Novel trophic interactions under climate change promote alpine plant coexistence. *Science* 370: 1469-1473.

Chercher à réaliser des études multifactorielles



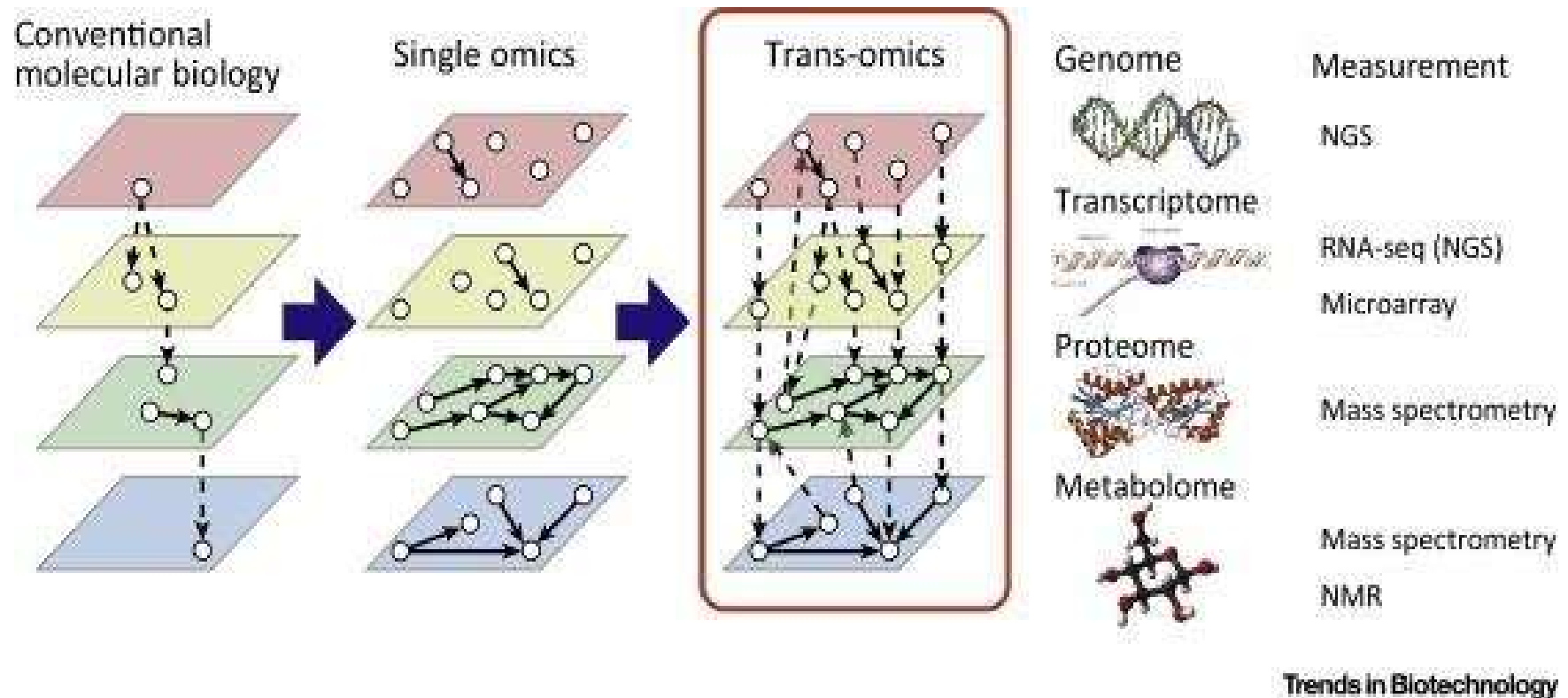
Descombes P., C. Pitteloud, G. Glauser, E. Defossez, A. Kergunteuil, P.-M. Allard, S. Rasman & L. Pellissier (2020). Novel trophic interactions under climate change promote alpine plant coexistence. *Science* 370: 1469-1473.

Cartographier la diversité fonctionnelle



Defosse E., C. Pitteloud, P. Descombes, G. Glauser, P.-M. Allard, T.W.N. Walker, P. Fernandez-Conradi, J.-L. Wolfender, L. Pellissier & S. Rasmann 2021. Spatial and evolutionary predictability of phytochemical diversity. PNAS 118 (3): e2013344118

Relier les expressions du vivant



Grzych G. (2018). Evaluation of in silico prediction tools and interest of functional tests in the interpretation of identified variants by next-generation sequencing in human genetics. Thèse de doctorat. Faculté des Sciences Pharmaceutiques et Biologiques, Université de Lille. 122 pages.

Découvrir des dynamiques insoupçonnées

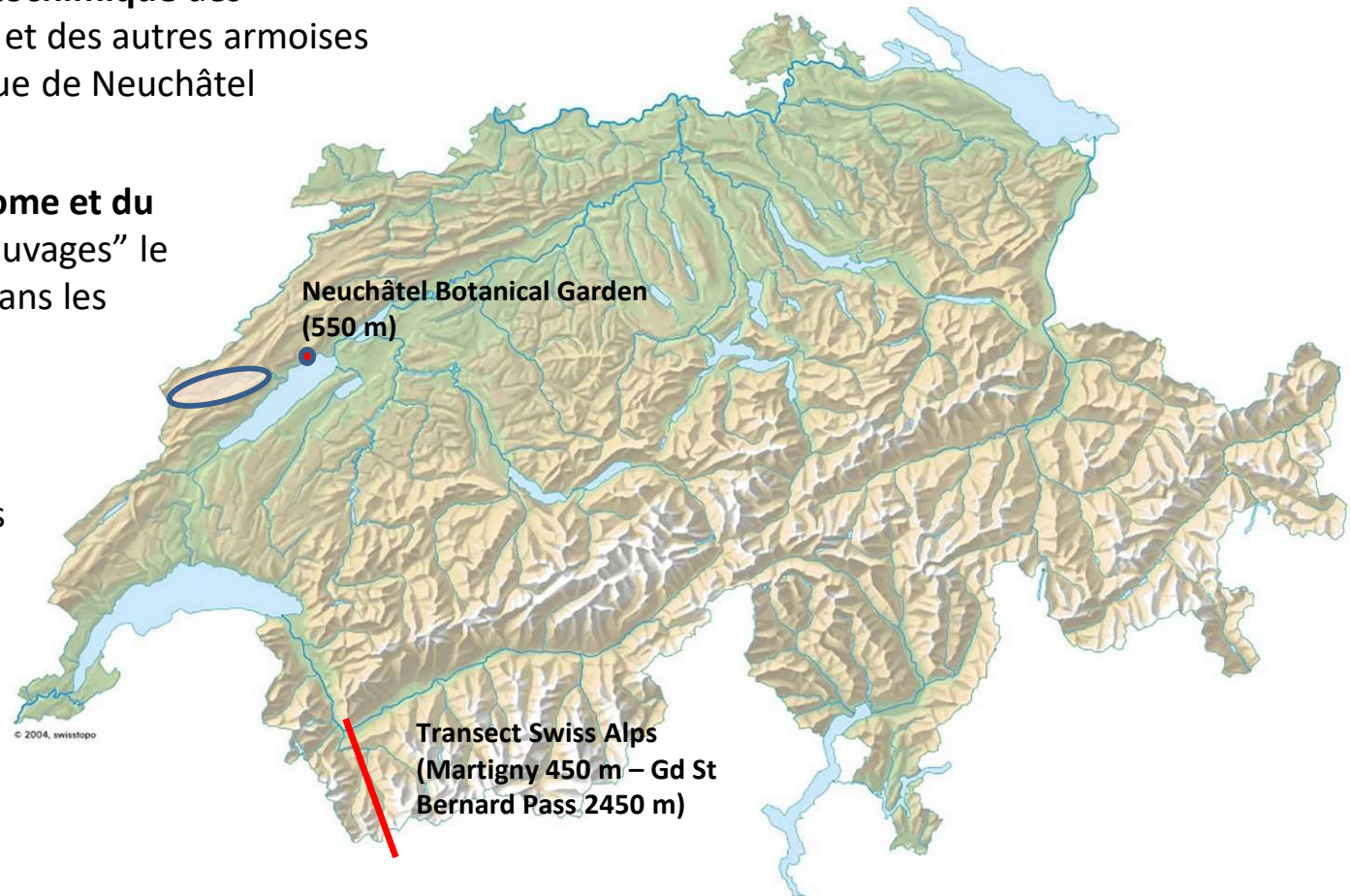
L'absinthe (*Artemisia absinthium* L.) peut-elle prendre l'accent neuchâtelois?

Expression du métabolome de plantes sauvages ou cultivées

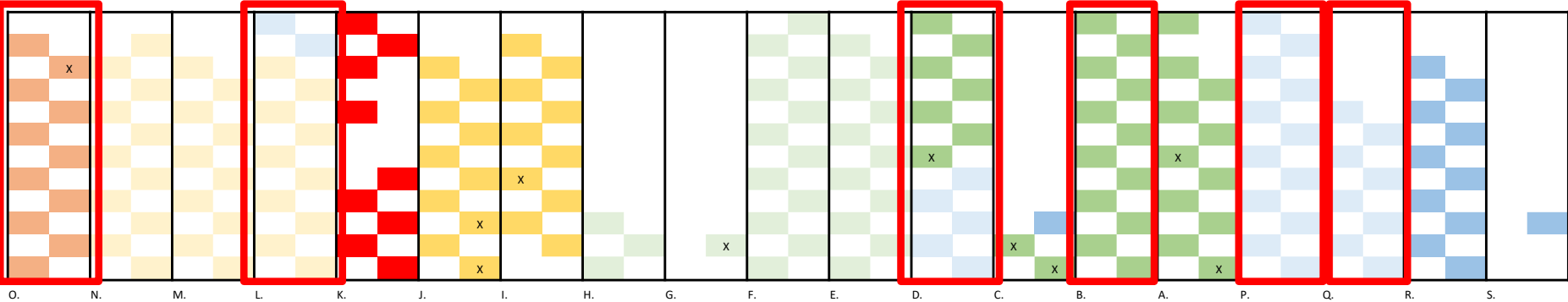
1) Caractériser la diversité phytochimique des absinthes sauvages et cultivées et des autres armoises
Artemisia sp. du Jardin botanique de Neuchâtel

2) Etudier l'expression du génome et du métabolome des “absinthes sauvages” le long d'un transect altitudinal dans les Alpes valaisannes

3) Identifier les marqueurs chimiques caractéristiques des absinthes cultivées dans le JBN



Collection d'absinthes dans le Jardin botanique de Neuchâtel



- Implantés au printemps 2021
- Implantés en été 2021
- Implantés au printemps 2022
- Implantées le 1er septembre 2022
- Implantés au printemps 2023 (voir tableau)
- Implantés en été 2023 (voir tableau)
- X Individus perdus en hiver 2023-2024
- Individus implantés le 1er juillet 2024
- Individus plantés le 30 octobre 2024

ARTEMISIA ABSINTHIUM: Etat au 1er novembre 2024

- A. Station de Cognes (IT) / 1678m / 2021
- B. Station de Chandonne (Valais, CH) / 1440 m / 2021
- C. Station de Môtiers (dite Boveresse/Môtiers) (Neuchâtel, CH) / 743m / S / 2021
- D. Station de Vollèges (Valais, CH) / 730 m / 2021
- E. Station de Monte Generoso (Tessin, CH) / 1402 m / S / 2021
- F. Station des Hauts-Geneveys (Neuchâtel, CH) / 896m / S / 2021
- G. Station de Lignièrès (Neuchâtel, CH) / 957m / C / 2021
- H. Station Jelitto Standard / C / 2021
- I. Station de Fleurier (Virgilio Neuchâtel)) / 743 m / C / 2022
- J. Station de Gämse Platte (Haut-Valais, CH) / 670m / 2022
- K. Station d'Ardez (Grisons, CH) / 1360m / 2022
- L. Station de Branson (Valais, CH) / 465m / 2023
- M. Station de Ferpècle (Valais, CH) / 1661m / 2023
- N. Station de Benevise (Drôme, FR) / 2023
- O. Station de Bourg-St-Bernard (Valais, CH) / 1930m / 2023
- P. Station de Sur la Creuse, Orsières (Valais, CH) / 1000m / 2024
- Q. Station de Praz d'Arc, St-Rhémy-en-Bosses (val d'Aoste, IT)/ 2040m / 2024
- R. Station de Boveresse (dite Boveresse/Giger)(Neuchâtel, CH) / 735m / C / 2024
- S. Station de Denezière (Jura, FR) / 550m/ 2024



B. Chandonne (Valais CH) / 1440m



O. Bourg St-Bernard (Valais CH) / 1930m

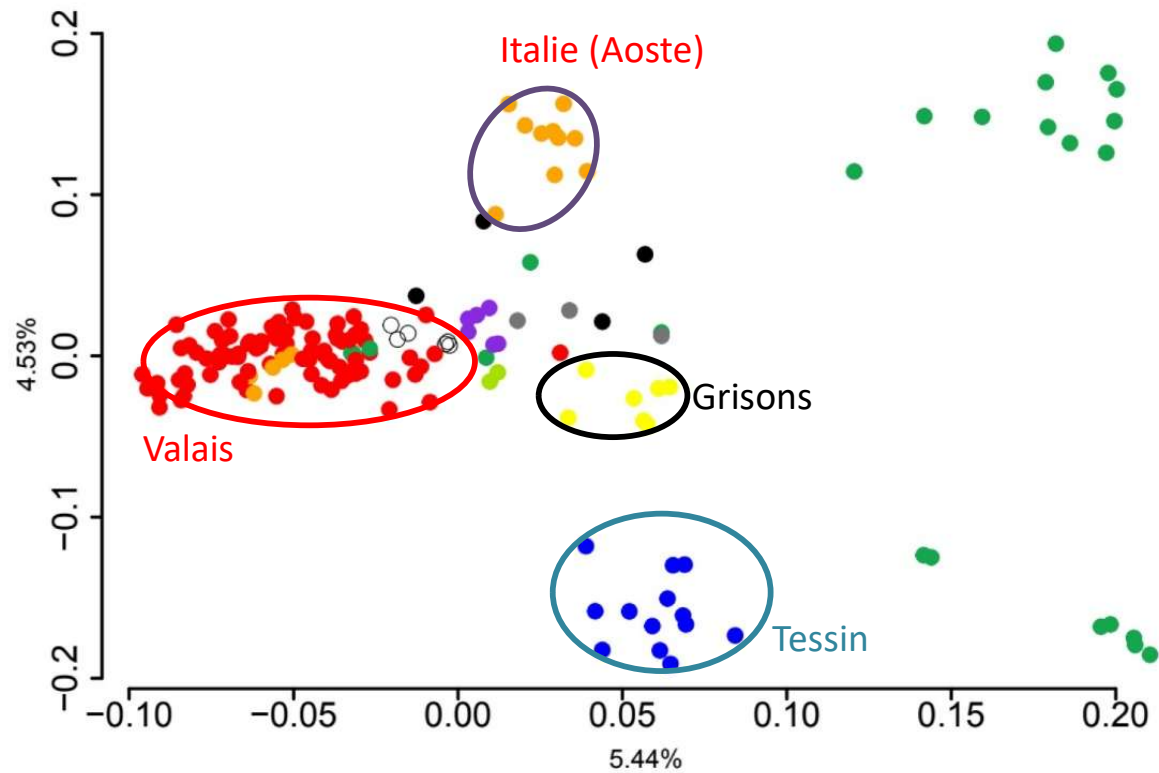
First Results

PCA on >23'000 single nucleotide polymorphisms (SNPs)

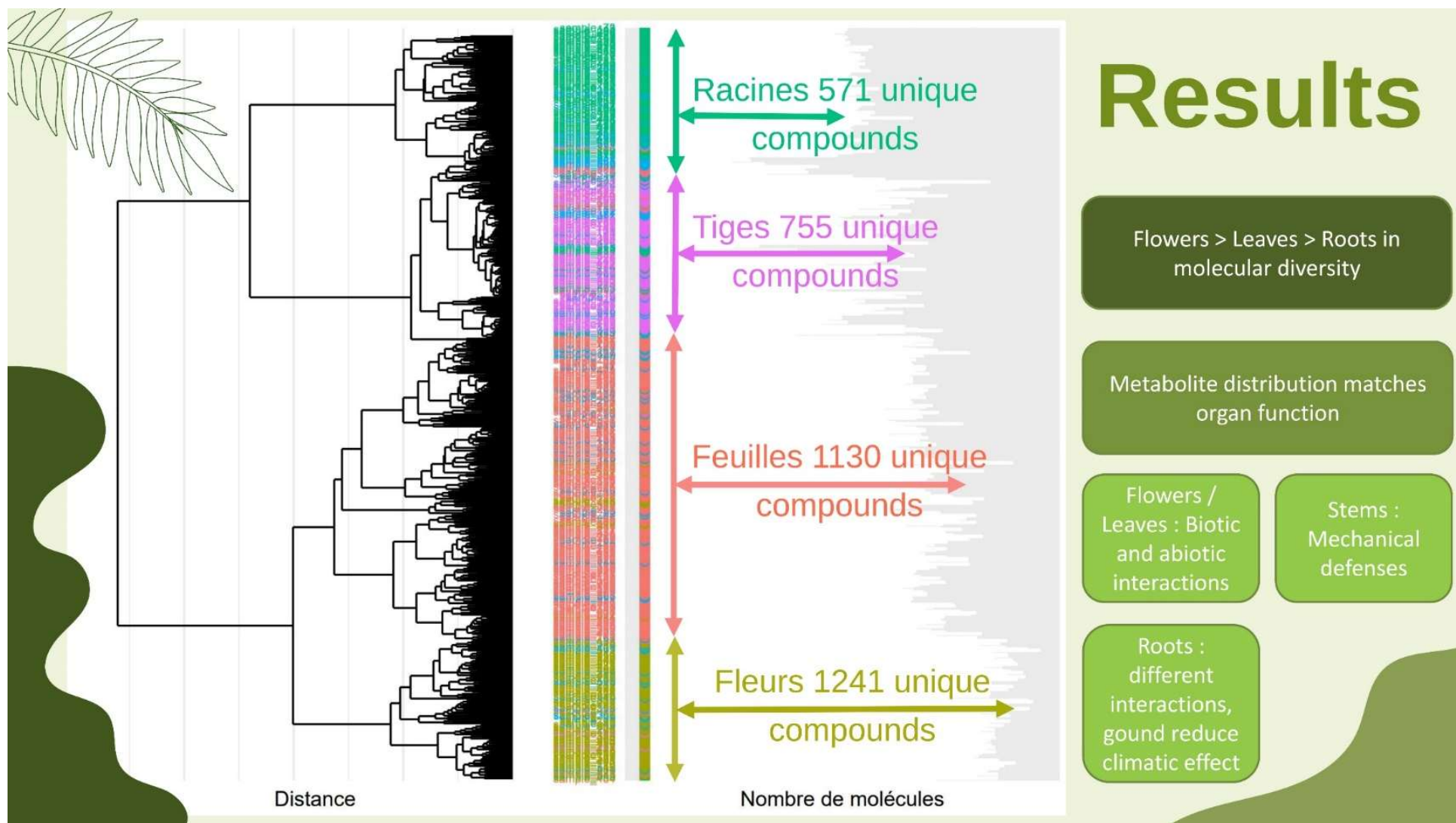
Subtle variation

Good match between garden planted accessions and wild collected sample from the same geographic origin

clusters/genetic structure reflecting geographic origins



Christe C., M. Perret, M. Laboureau, E. Defossez & B. Mulhauser (in prep). Genetic structure of *Artemisia absinthium* L. in Switzerland



Laboureau M., Christe C., Rieder C., Semeraro S., Defossez E. & B. Mulhauser (in prép.) Uncovering the Chemical Signature of Neuchâtel Absinthe *Artemisia absinthium* L.



Laboureau M., Christe C., Rieder C., Semeraro S., Defossez E. & B. Mulhauser (in prép.) Uncovering the Chemical Signature of Neuchâtel Absinthe *Artemisia absinthium* L.

Faire entrer l'infiniment petit dans le champ de la biodiversité

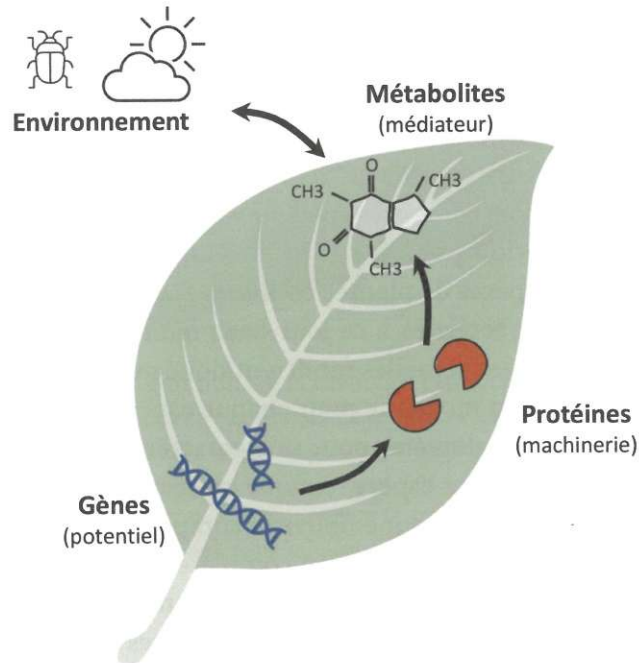
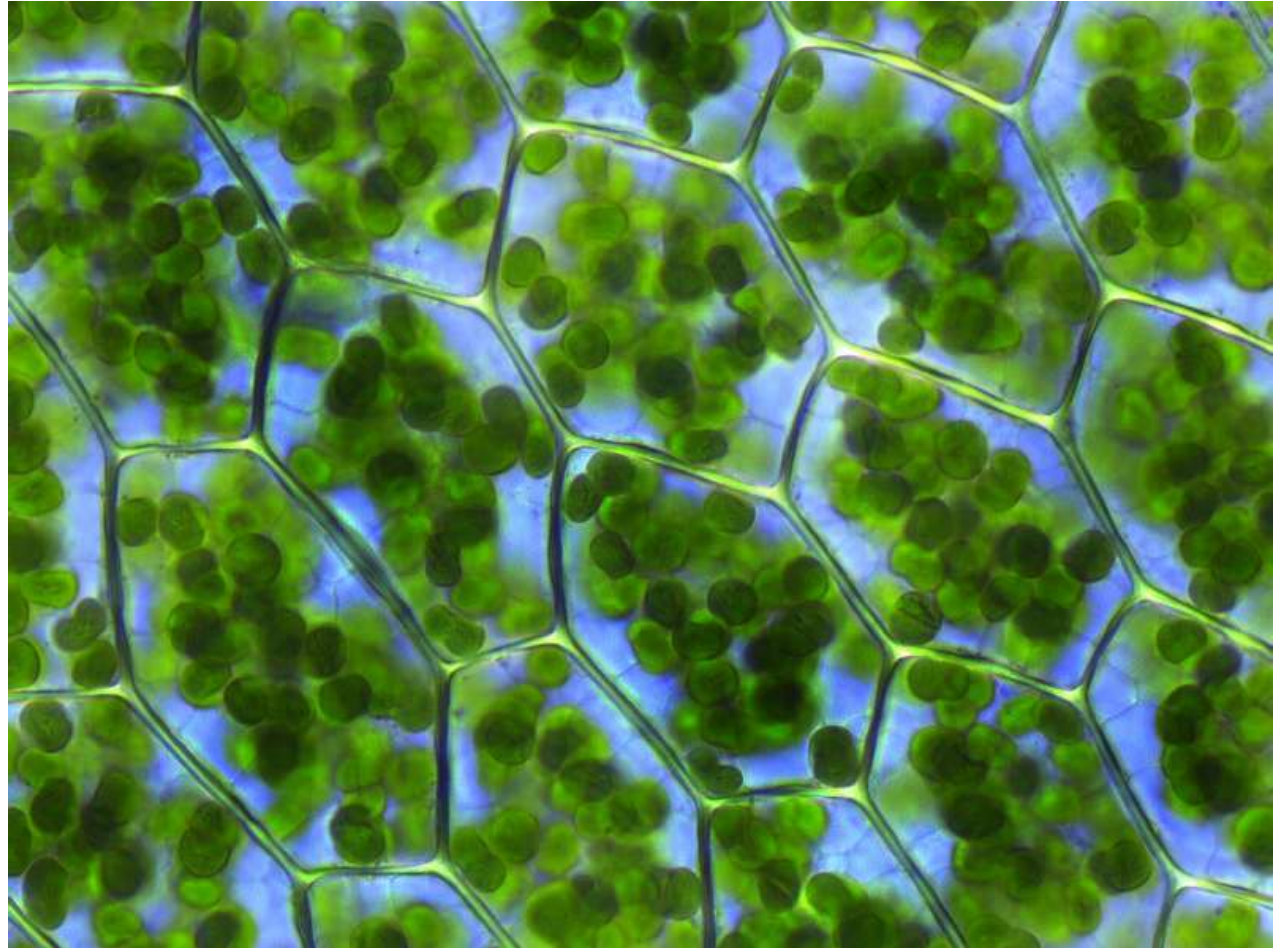
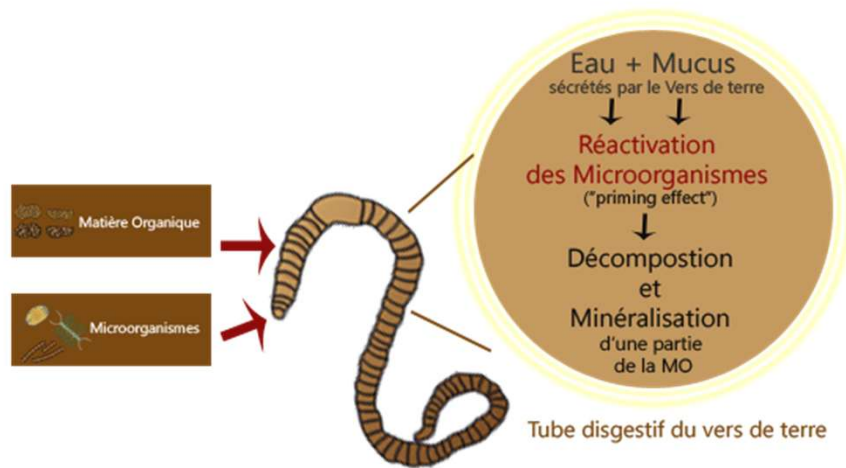


Schéma extrait de:
Defossez E. & S. Rasmann 2023. Des premières pharmacopées à la métabolomique. Une exploration de la diversité chimique des plantes. In Mulhauser B. (eds): Plantes soignantes. Entre pouvoirs et partages. Ed Epistémé: 17-30.

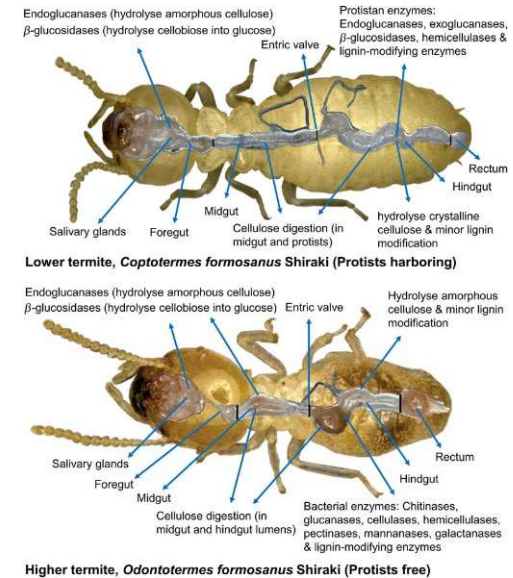


Chloroplastes dans des cellules de la mousse *Plagiomnium affine*. Photo Kristian Peters. [GNU Free Documentation License](#).

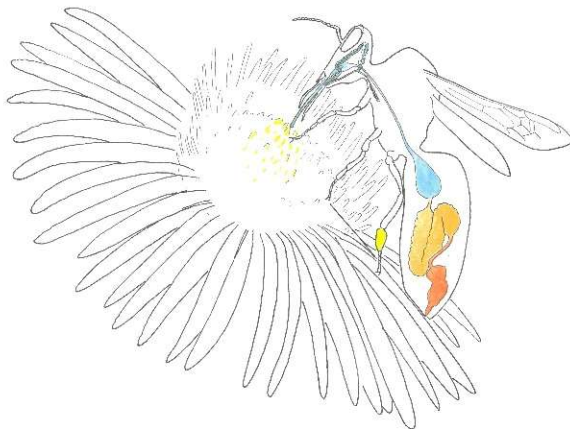
Mettre en évidence des écosystèmes oubliés...



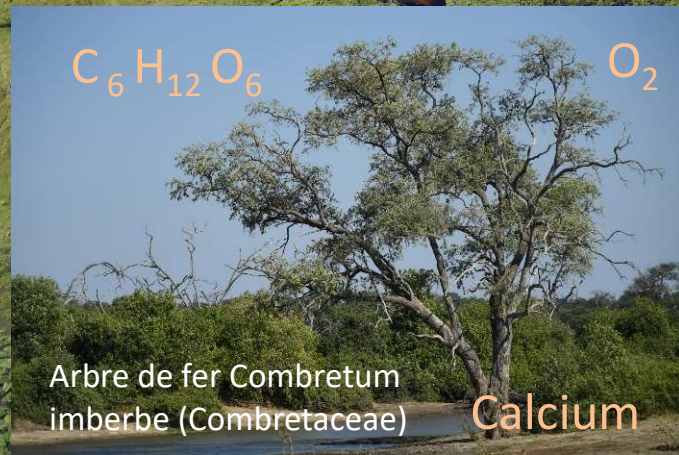
<https://www.supagro.fr/ress-pepites/OrganismesduSol/co/VDTNutrimet.html>



Ahmad, F., Yang, G.-Y., Liang, S.-Y., Zhou, Q.-H., Gaal, H.A. and Mo, J.-C. (2021), Multipartite symbioses in fungus-growing termites (Blattodea: Termitidae, Macrotermitinae) for the degradation of lignocellulose. *Insect Science*, 28: 1512-1529. <https://doi.org/10.1111/1744-7917.12890>



Biodiversité: quelle(s) représentation(s)?



Biodiversité: quelle(s) représentation(s)?



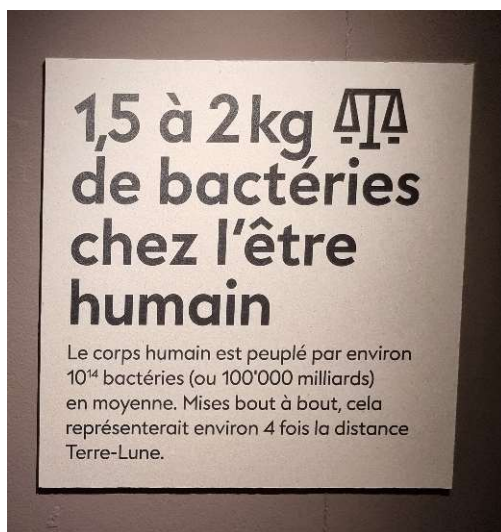
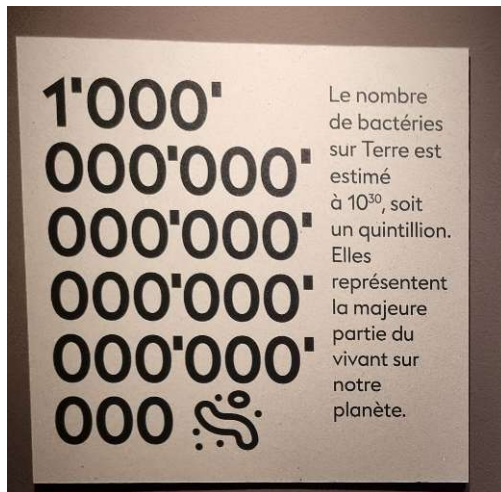
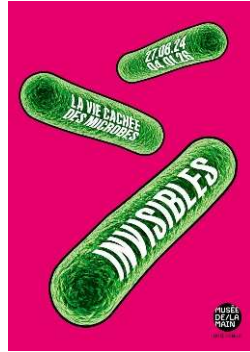
Logo de la Conférence mondiale sur la biodiversité de Nagoya (2010)

Biodiversité: quelle(s) représentation(s)?

INVISIBLES. La vie cachée des microbes

Une exposition à la découverte de l'univers fascinant des micro-organismes.

Adaptée à un public dès 10 ans / Musée de la main, Lausanne / 27 juin 2024 - 4 janvier 2026



Biodiversité: quelle(s) représentation(s)?

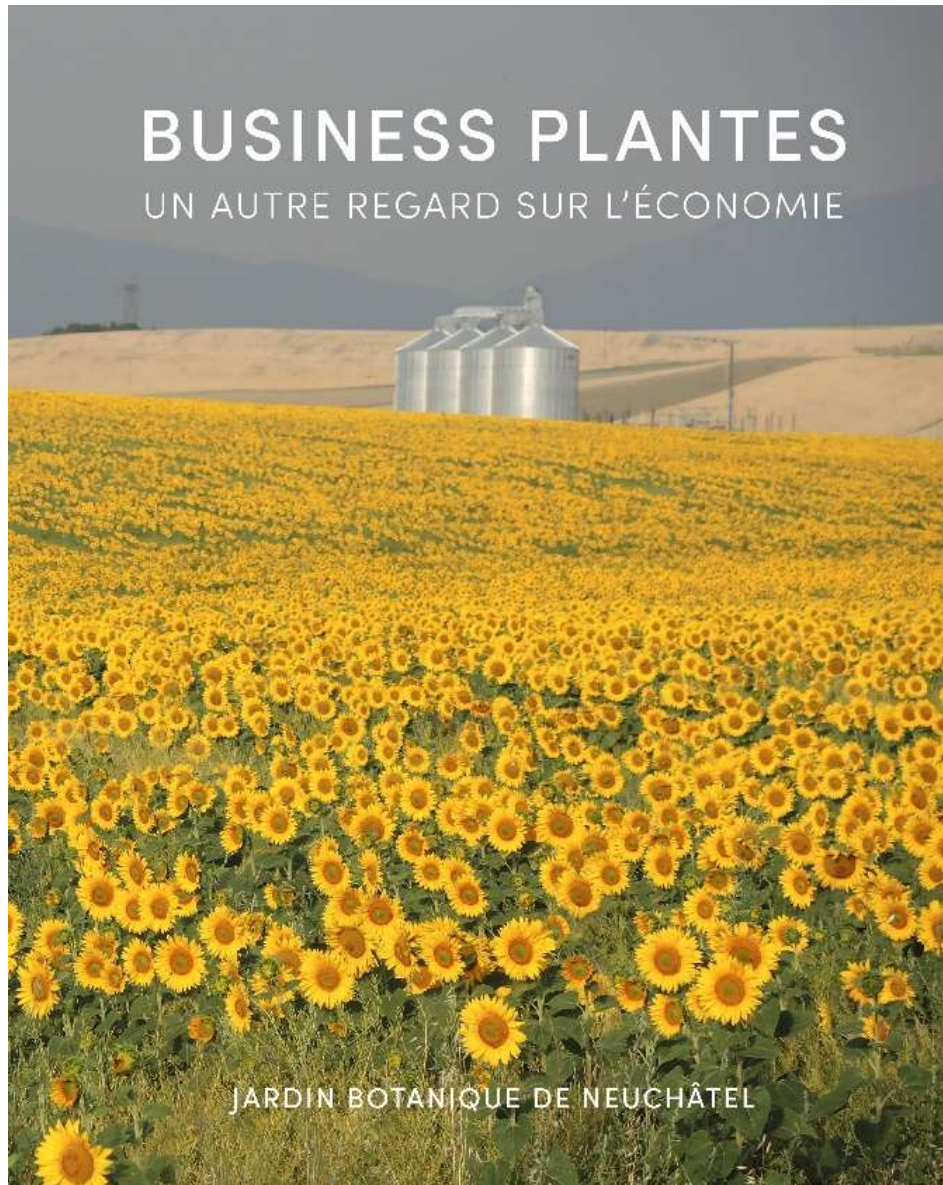
Lu sur le site <https://www.reseau-idee.be/fr/biodiver6d>

L'importance de la biodiversité :

- «La nature fournit de nombreux services essentiels et vitaux pour l'humanité : nourriture, matières premières, eau potable, purification de l'air... L'ensemble de notre vie et de notre économie dépend de ces « services écosystémiques ». En gardant une biodiversité riche et variée, les écosystèmes fonctionnent efficacement et rendent des services à l'humanité.»
- «Le Forum économique mondial considère que plus de la moitié du PIB mondial est dépendant de la nature et des services qu'elle fournit. Il estime d'ailleurs que la perte de biodiversité est l'un des trois grands risques qui menace l'humanité au cours de la prochaine décennie².»

² [The Global Risks Report 2023. 18th Edition. Insight Report. World Economic Forum, 2023, p. 6.](#)

Biodiversité: quelle(s) représentation(s)?



Mulhauser B. & E. Gaille (sous presse).
Business Plantes. Un autre regard sur
l'économie. Ed. JBN: 260 pages.

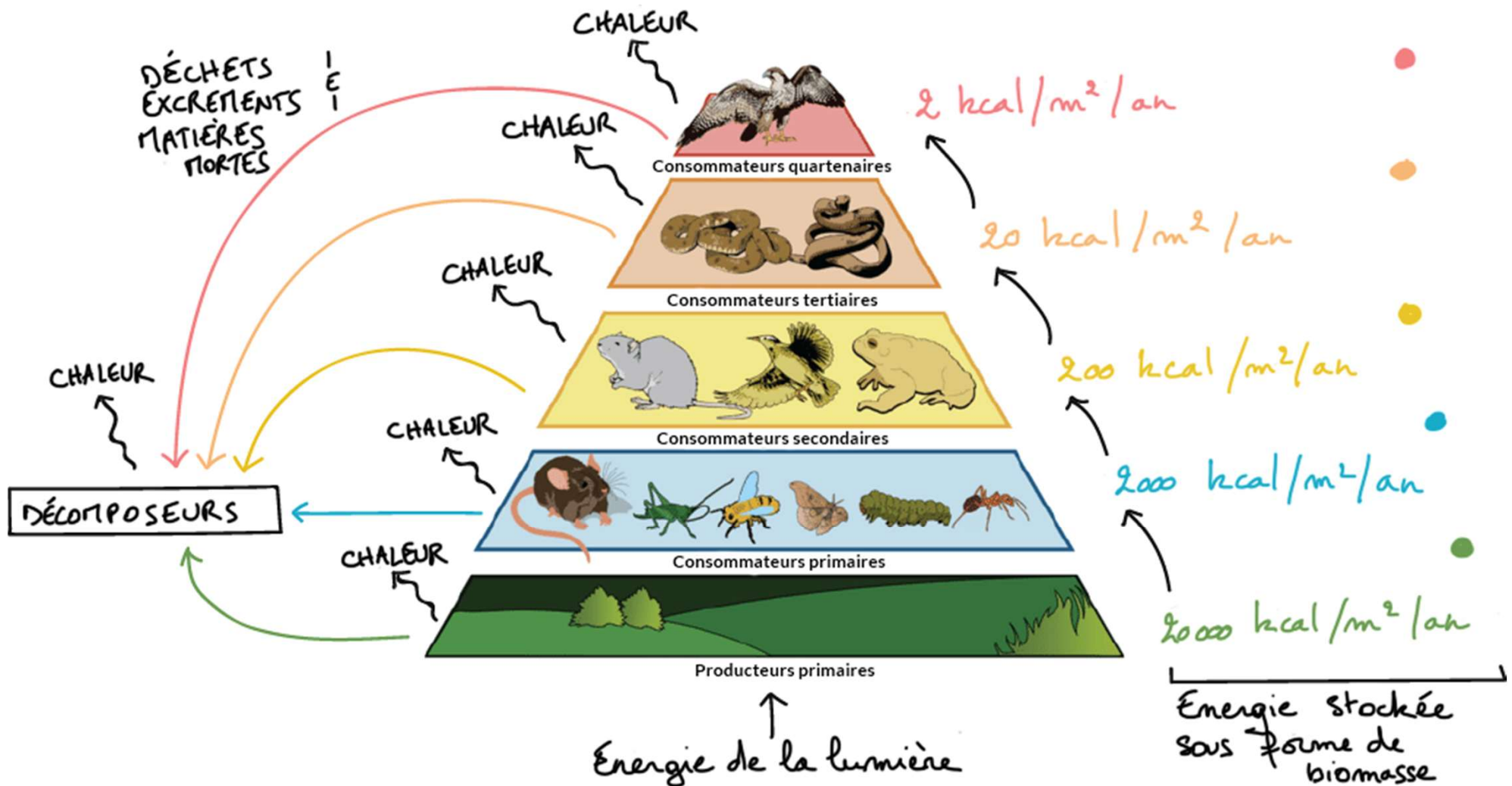


«L'Homme tient à tout ce qui l'environne»
J.-J. Rousseau



«L'argent ne sort jamais de la sphère humaine»

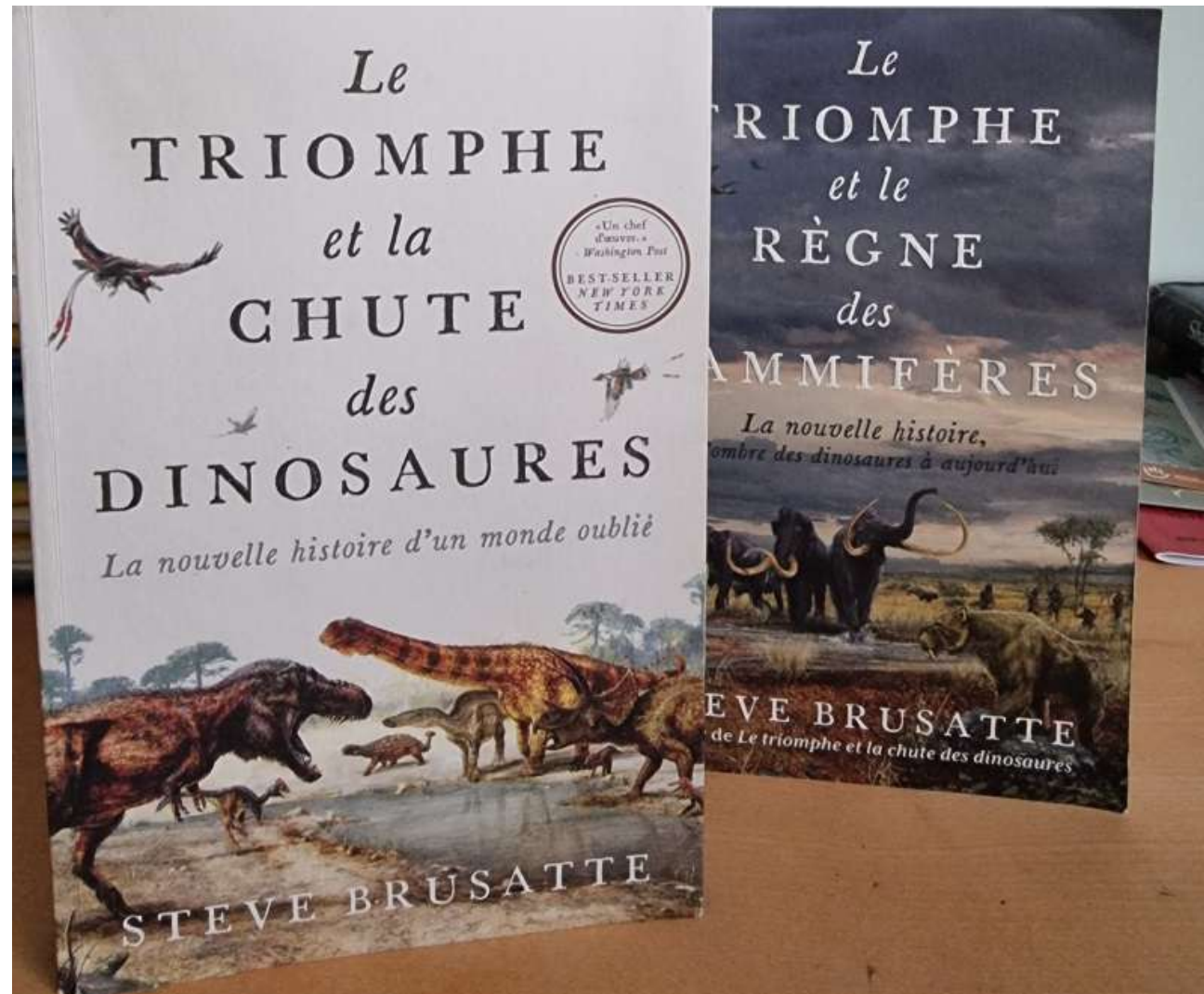
Biodiversité: quelle(s) représentation(s)?



<https://fr.khanacademy.org/science/biology/ecology/intro-to-ecosystems/a/food-chains-food-webs>

Crédit d'image : modifié à partir de [Ecological pyramid](#) par CK-12 Foundation, [CC BY-NC 3.0](#)

Biodiversité: quelle(s) représentation(s)?



Propositions pour améliorer la connaissance de la biodiversité

Travailler à différentes échelles

Enrichir la connaissance des écosystèmes

Prendre en compte la diversité fonctionnelle

Intégrer les microorganismes dans l'équation

Développer des indicateurs de dysfonctionnement

Développer des études pluridisciplinaires

Et avoir conscience de la faible connaissance que nous avons du continuum



Conclusion: Biodiversité, un devoir de mémoire

1935



2004



Vue aérienne du village de Mörschwil (Saint Gall) le 21 août 1935 et le 30 juin 2004

Source <https://map.geo.admin.ch>

Merci pour votre attention!

