

Le RMQS au service de l'évaluation de la Santé des sols



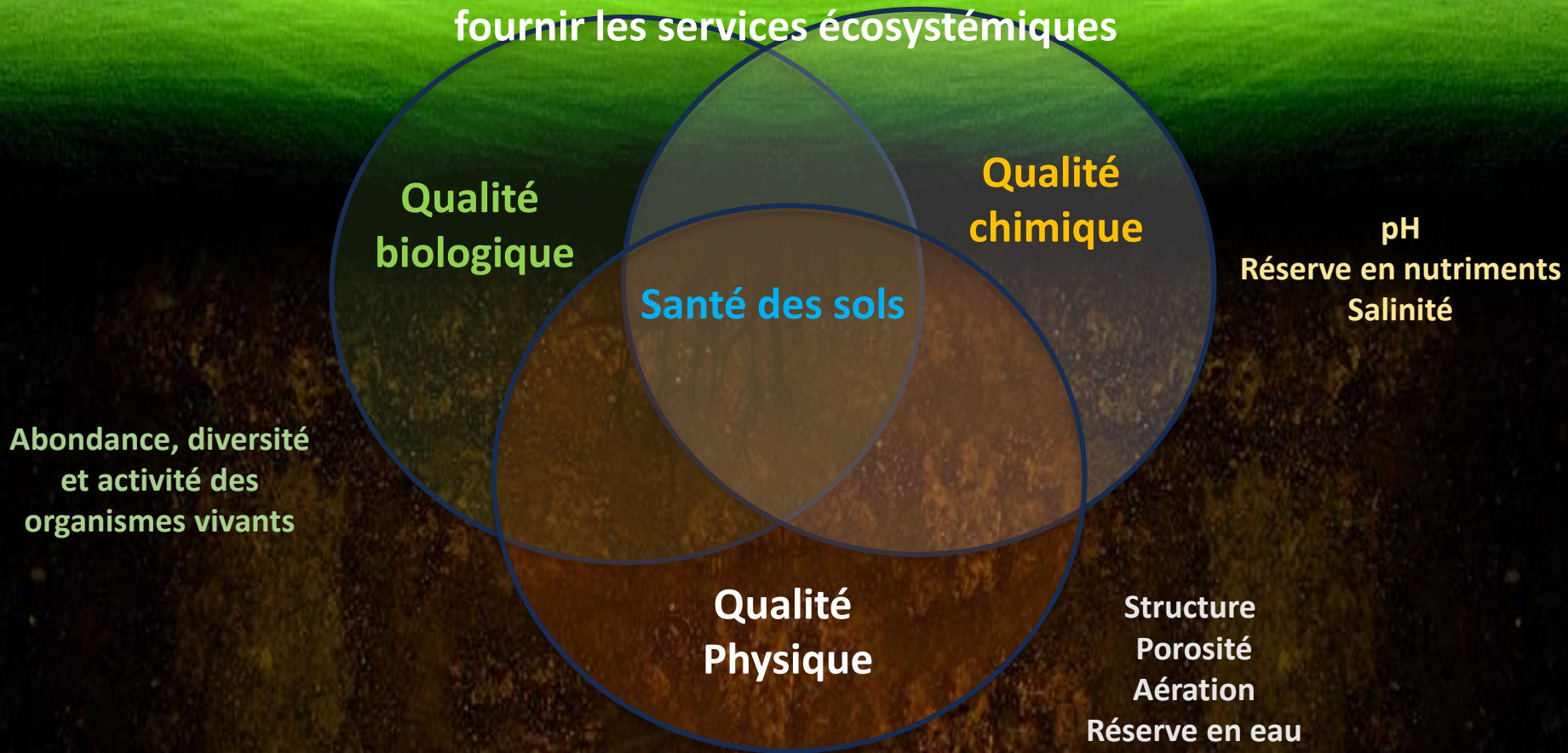
Lionel RANJARD
INRAE Dijon - UMR Agroécologie



Agroécologie
Dijon
Unité de Recherche

La santé des sols

Capacité d'un sol à fonctionner correctement sur le long terme et à fournir les services écosystémiques



59 % de la biodiversité totale

Microorganismes

Microfaune

Mésafaune

Macrofaune

Ne

Vé

Bactéries

Champignons

Protozoaires

Tardigrades

Nématodes

Acariens

10 000

2 mm

es / Fourmis
Diptères

Isopodes

Myriapodes

Aranéides

Coléoptères

Molluscs

Oligochètes

Vertébrés

1 2 8 16 32 64 128 256 512 1024 1 2 4 8 16 32 64 128 256 512 1024

µm

mm

milliards d'individus / g sol
millions d'espèces

Plusieurs tonnes / ha

Modifié d'après Swift et al. (1979)

Un patrimoine microbiologique gigantesque !

Plus de microorganismes dans 1m² de sol que d'étoiles dans le ciel ! (H.Reeves)

Enormé abondance et diversité

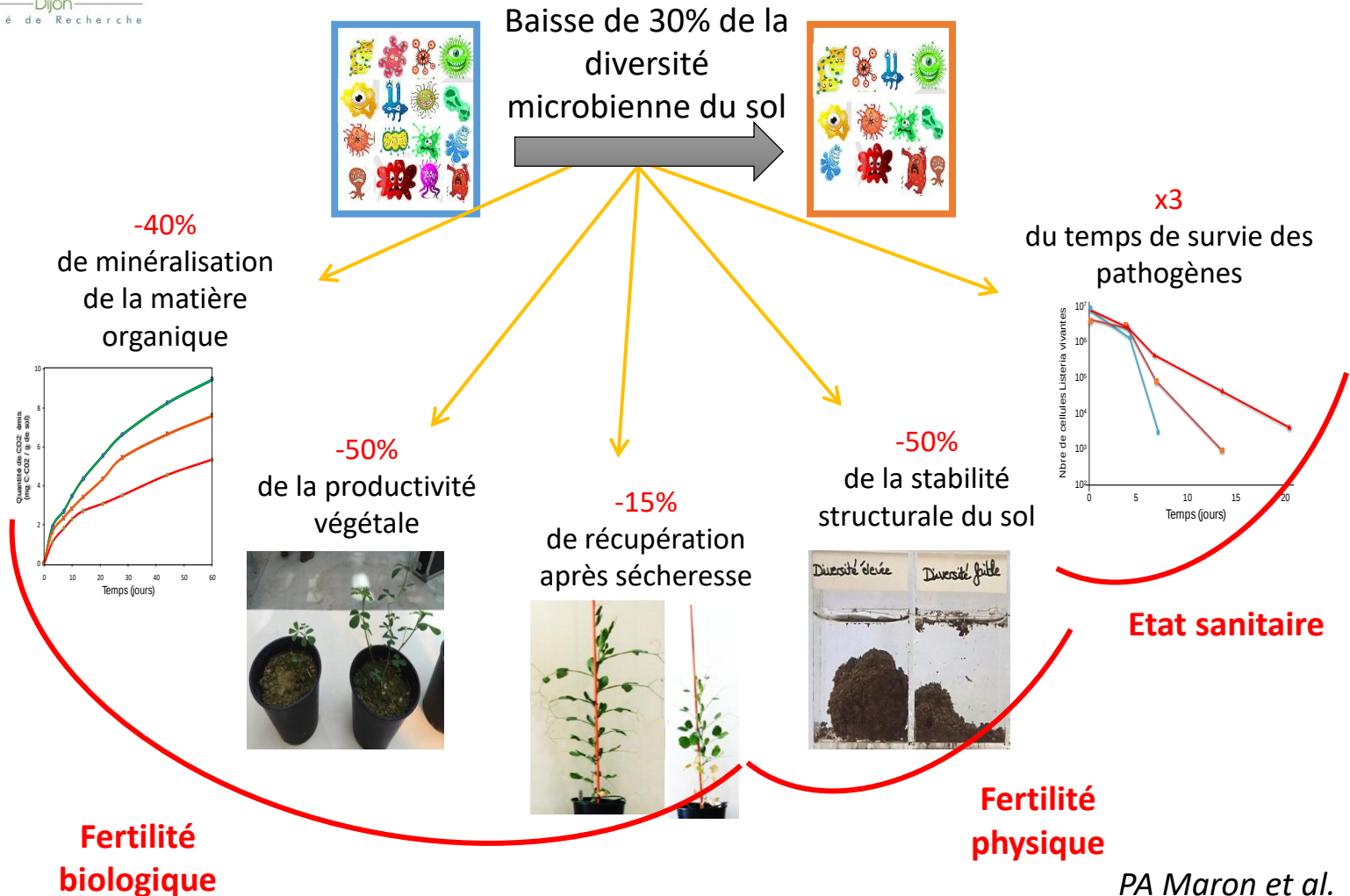
10^9 bactéries
 10^6 espèces



10^6 champignons
 10^3 espèces

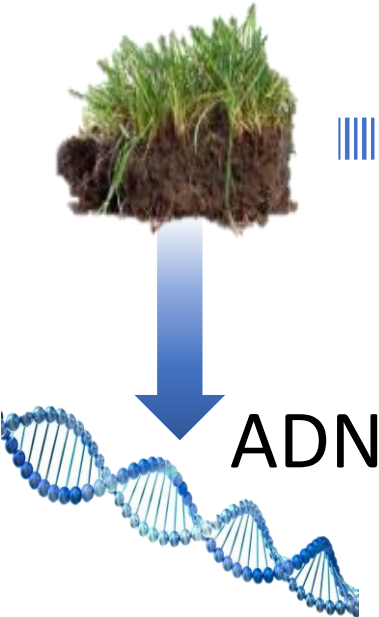


Des preuves expérimentales du rôle fonctionnel de la biodiversité microbienne



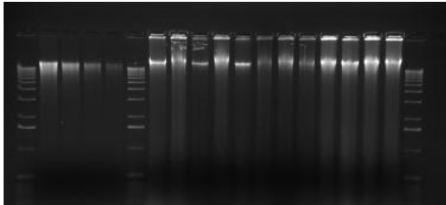
Comment mesure-t-on l'abondance et la diversité microbienne des sols ?

De nouveaux outils :
l'écologie moléculaire



Métagénome du sol = Ensemble des génomes de tous les micro-organismes

Quantité d'ADN dans le sol



Biomasse moléculaire microbienne

BIOMASSE MICROBIENNE



Séquençage

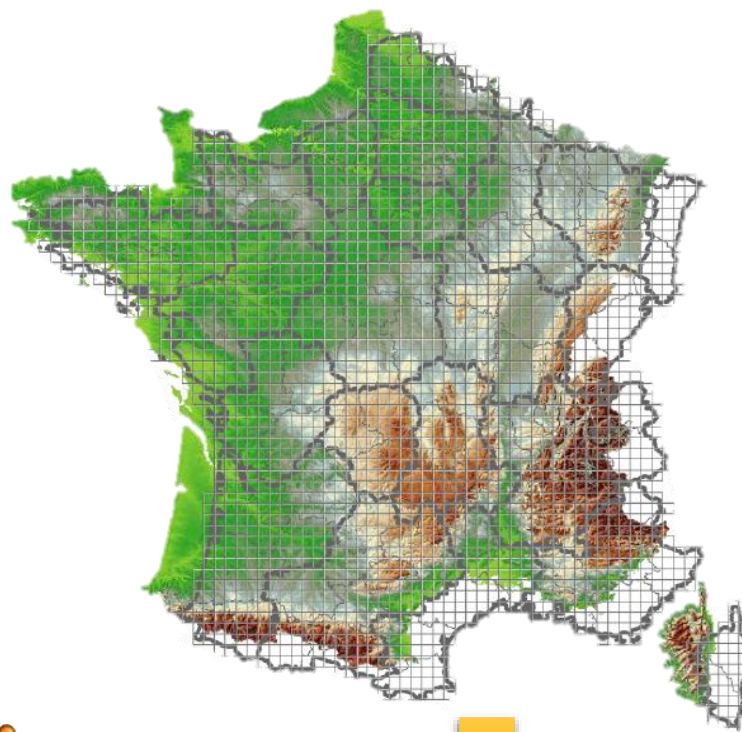
Indices de diversité et inventaire des espèces

DIVERSITE MICROBIENNE
IDENTIFICATION DES ESPECES

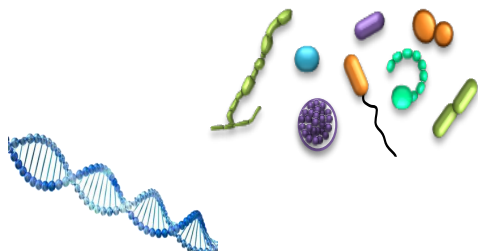
RMQS : Réseau de Mesure de la Qualité des Sols

Une opportunité stratégique à la française !

RMQS : 2200 sites sur une grille de 16 x 16 km

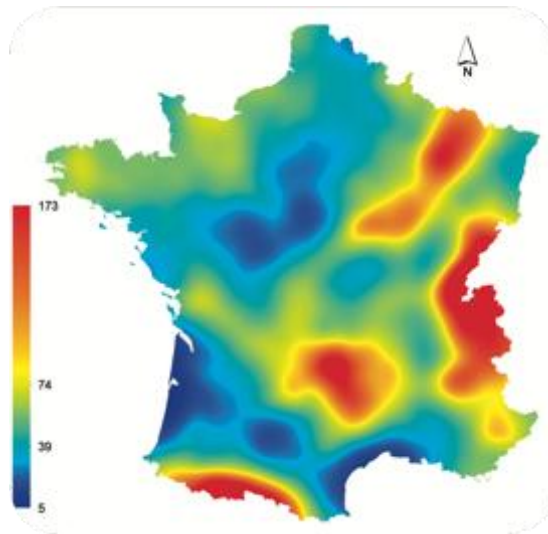


Application d'outils de microbiologie moléculaire
Abondance, diversité des communautés microbiennes
Inventaire nationale cartographique



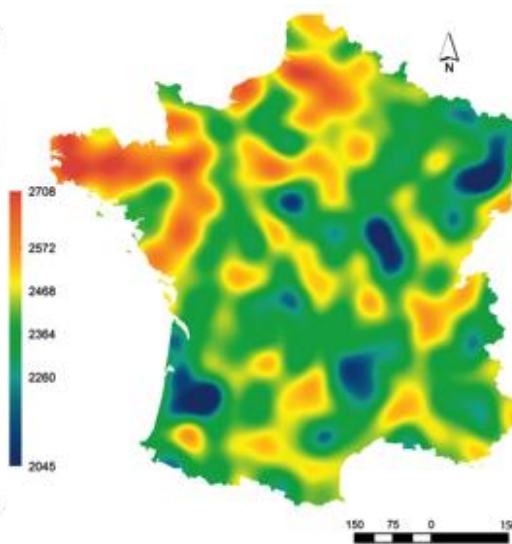
La France, 1^{er} pays a faire un inventaire national et cartographique de la microbiologie de ces sols !

Biomasse moléculaire Microbienne



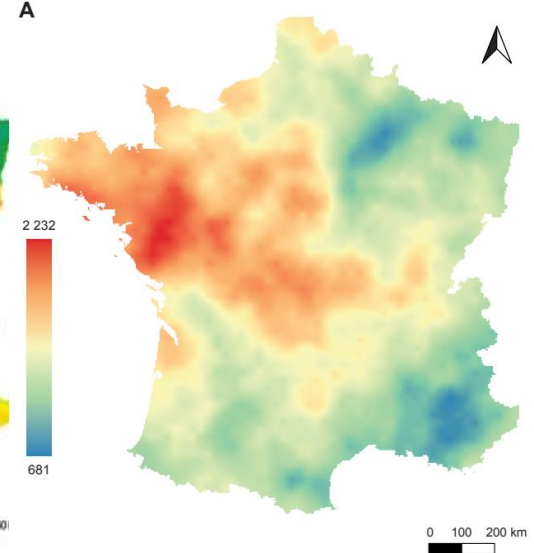
2011

Diversité bactérienne



2015

Diversité champignons



2020

**Pas de sols morts !
Mais des sols plus ou moins vivants !**

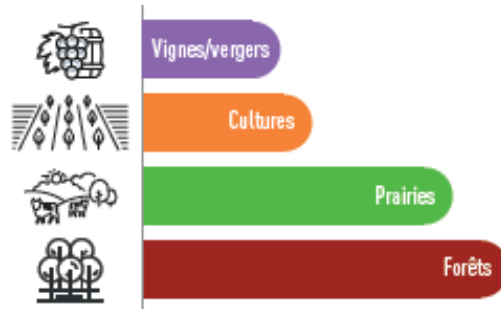
Des causes naturelles et moins naturelles !

Abondance des microorganismes

Effet sol



Effet mode d'usage

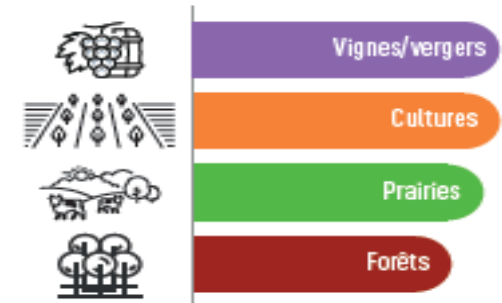


Diversité bactérienne

Effet sol



Effet mode d'usage

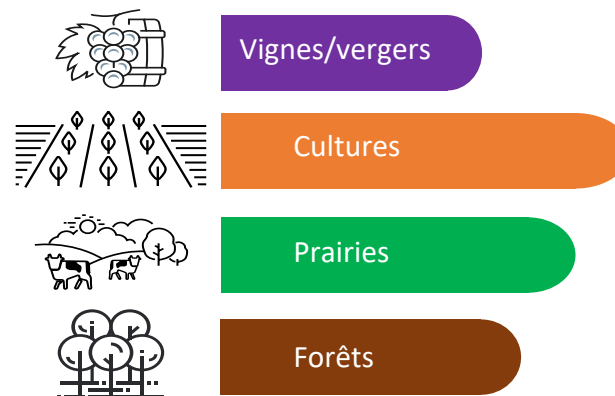


Diversité champignons

Effet sol



Effet mode d'usage



Les Réseaux d'interactions bactériens !



Forêt



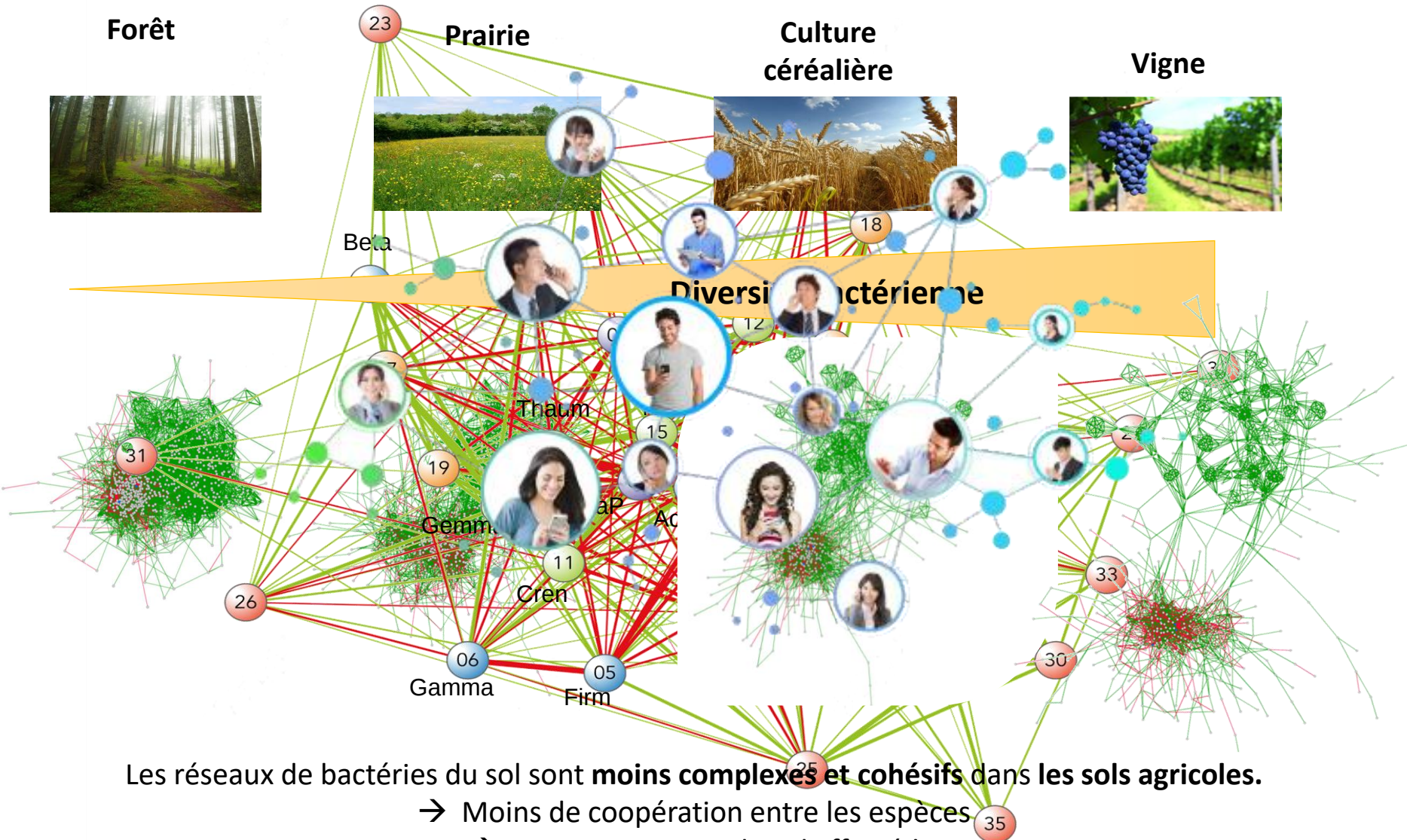
Prairie



Culture
céréalière



Vigne

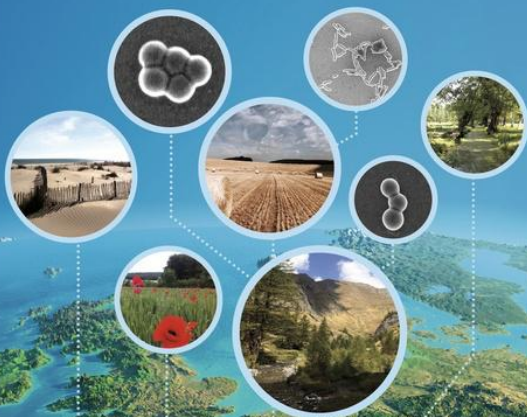


Les réseaux de bactéries du sol sont **moins complexes et cohésifs** dans les sols agricoles.

→ Moins de coopération entre les espèces

→ Fonctionnement du sol affecté !

Atlas français des Bactéries du sol



Battle KARIMI,
Nicolas CHEMIDLIN PRÉVOST-BOURÉ,
Samuel DEQUIEDT, Sébastien TERRAT,
Lionel RANJARD

biotope
ÉDITIONS

MUSÉUM
PUBLICATIONS
SCIENTIFIQUES

Atlas français des Champignons du sol



2024

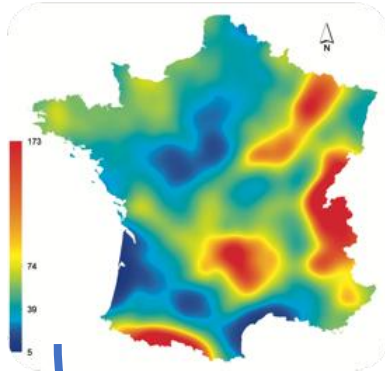
Christophe DJEMEL,
Sébastien TERRAT,
Samuel DEQUIEDT,
Claudy JOLIVET,
Pierre-Alain MARON,
Lionel RANJARD

biotope
ÉDITIONS

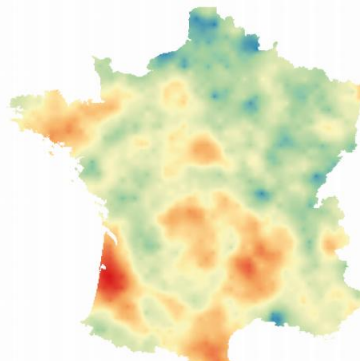
MUSÉUM
PUBLICATIONS
SCIENTIFIQUES

Des outils de recherche qui deviennent des indicateurs

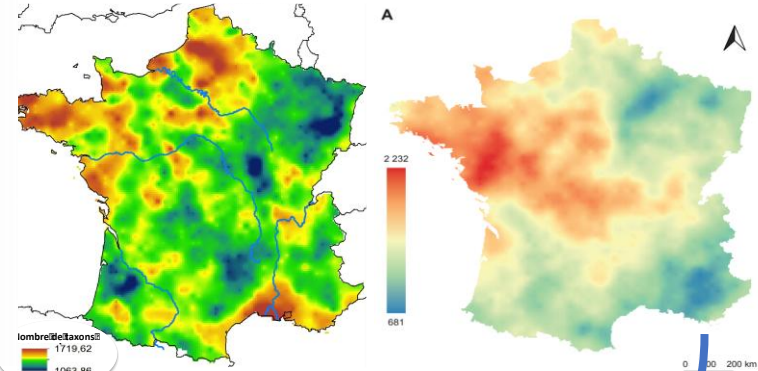
Abondance microbienne



Equilibre microbien



Diversité bactérienne et fongique des sols



GisSol



« Indicateur national sol »

Modèle prédictif :

$$Y = \beta_0 + \sum (\beta_j X_j + \beta_j X_j^2) + \sum \sum \beta_{jk} X_j X_k + \varepsilon$$



« Indicateur national sol »



Diagnostic qualité microbiologique du sol

Seuil critique^{??}
(-30%^{??}VR)^{??}

Valeur de référence^{??}





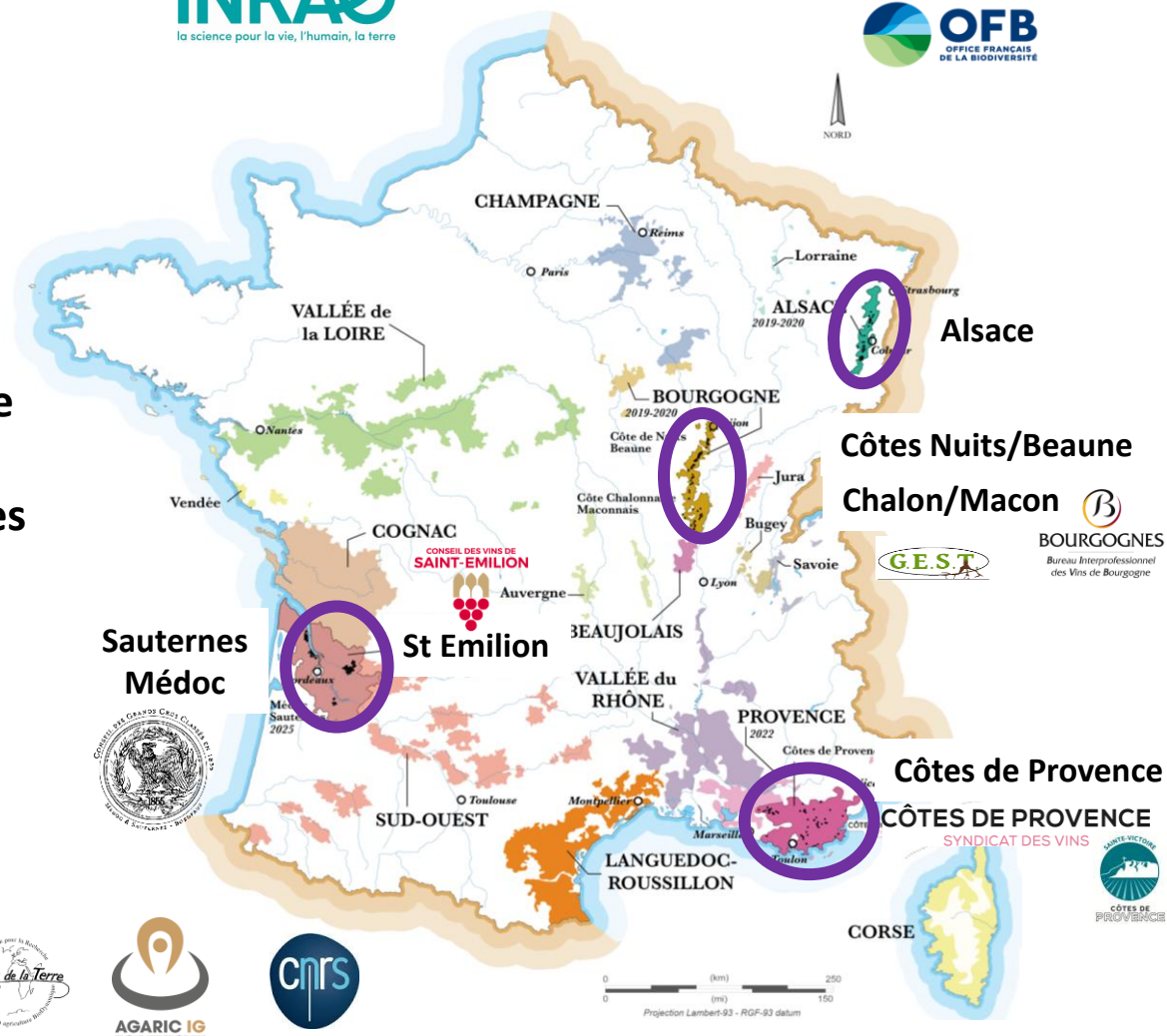
2018-2025

4 régions en France

6 territoires viticoles

350 parcelles

300 viticulteurs





Une Stratégie participative

350 parcelles

Implication des vignerons dans :

Les questionnements en amont

Les observations de terrain

La collecte des données

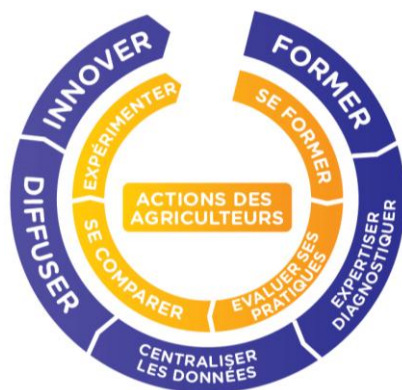
L'interprétation des résultats



Dvpt Formations



**Rendu analytique
Interprétation collective**

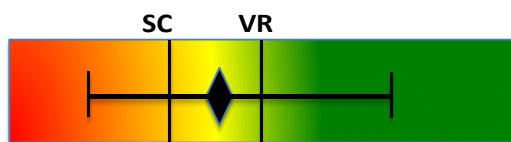


Indicateurs microbiologiques

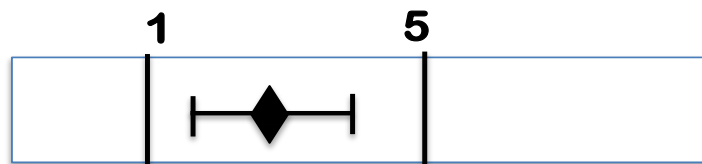
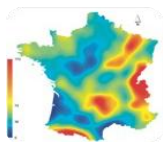
Biomasse microbienne

Equilibre microbien
Ratio
Champignons/Bactéries

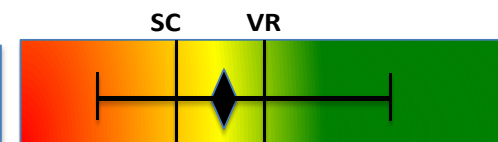
Diversité microbienne
Bactéries et Champignons



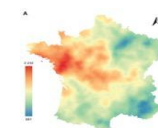
Le plus le mieux !



Optimum



Le plus le mieux !



Bilan de la qualité microbiologique

**ÉTAT
CRITIQUE
À AMÉLIORER**

**ÉTAT
NON CRITIQUE
À SURVEILLER**

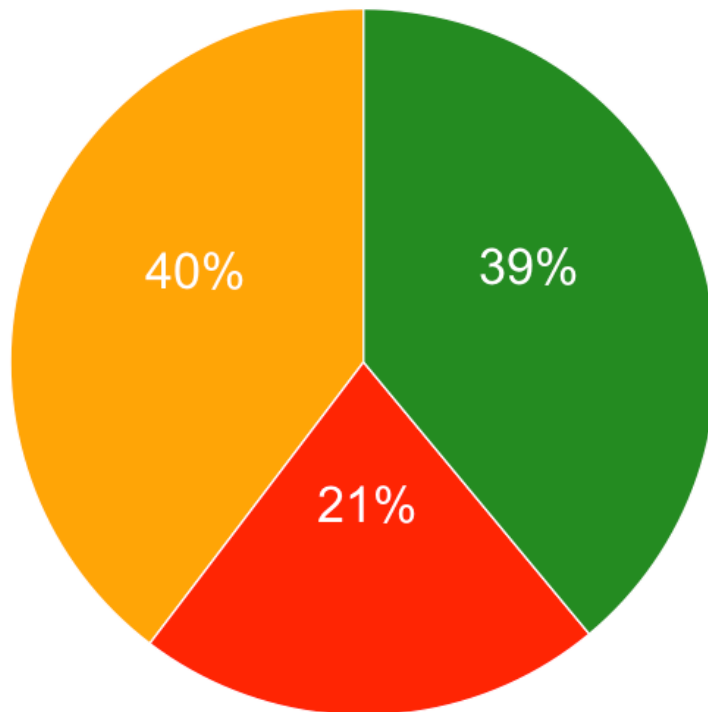
**BON ÉTAT
BIOLOGIQUE**

Analyse globale du réseau

% de parcelles en fonction de leur qualité microbiologique



**ÉTAT
NON CRITIQUE
À SURVEILLER**



**BON ÉTAT
MICROBIOLOGIQUE**

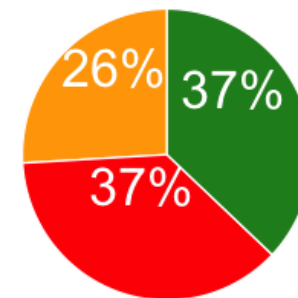
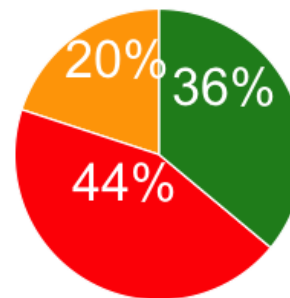
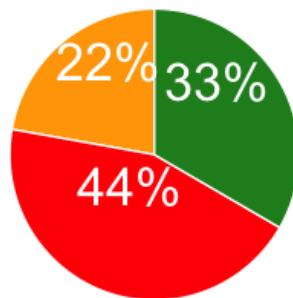
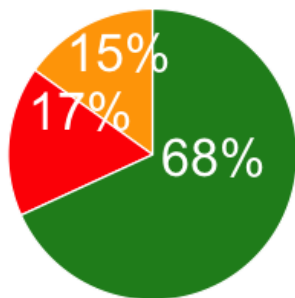
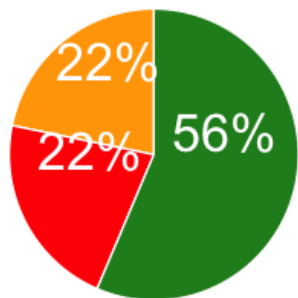
**ÉTAT
CRITIQUE
À AMÉLIORER**

Les sols viticoles ne sont pas morts !

Impact des pratiques viticoles

Travail du sol

Biomasse moléculaire microbienne



Pas de labour

Labour faible

Labour modéré

Labour fort

Labour intensif

Intensité travail sol

Indice

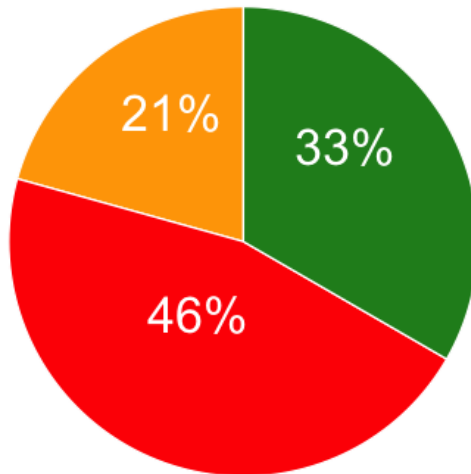


Impact des pratiques viticoles

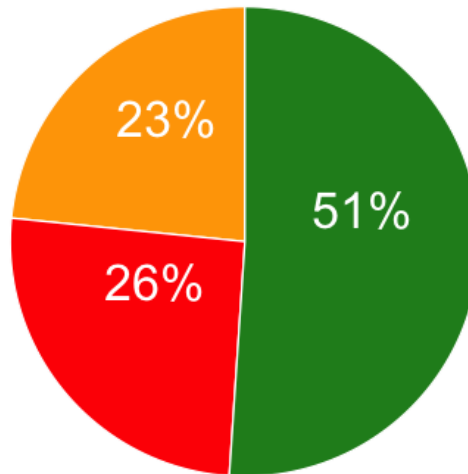
Durée d'enherbement

Biomasse moléculaire microbienne

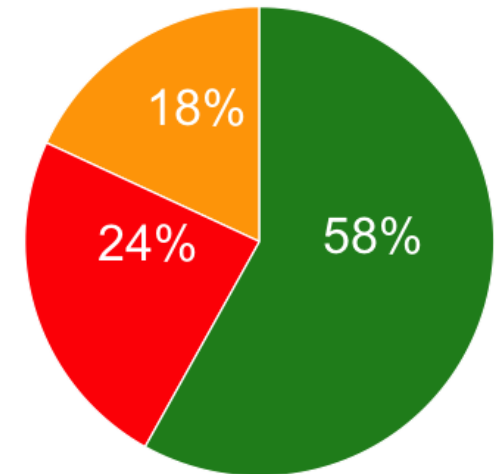
Hivernal



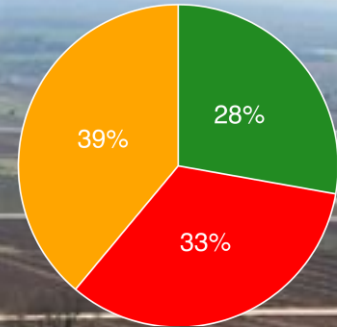
Temporaire



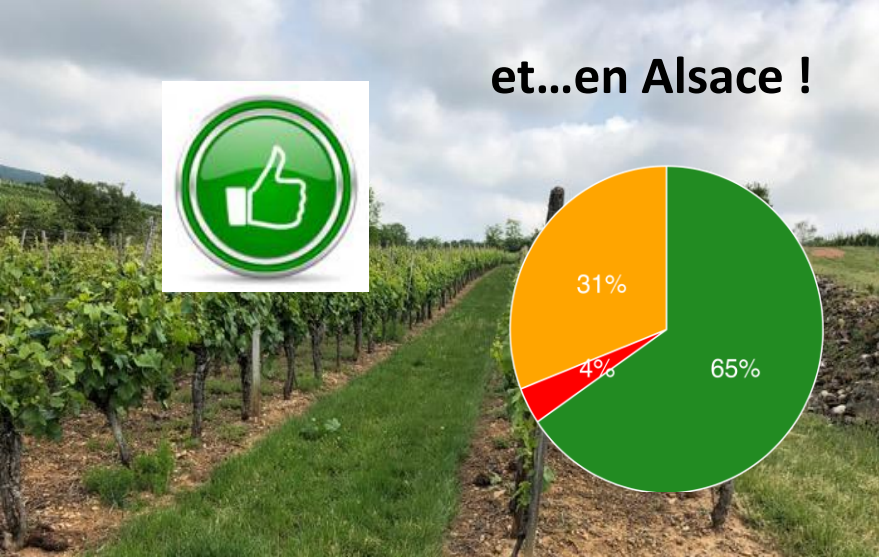
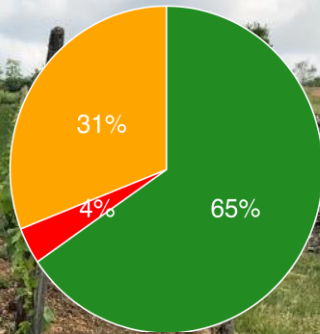
Permanent



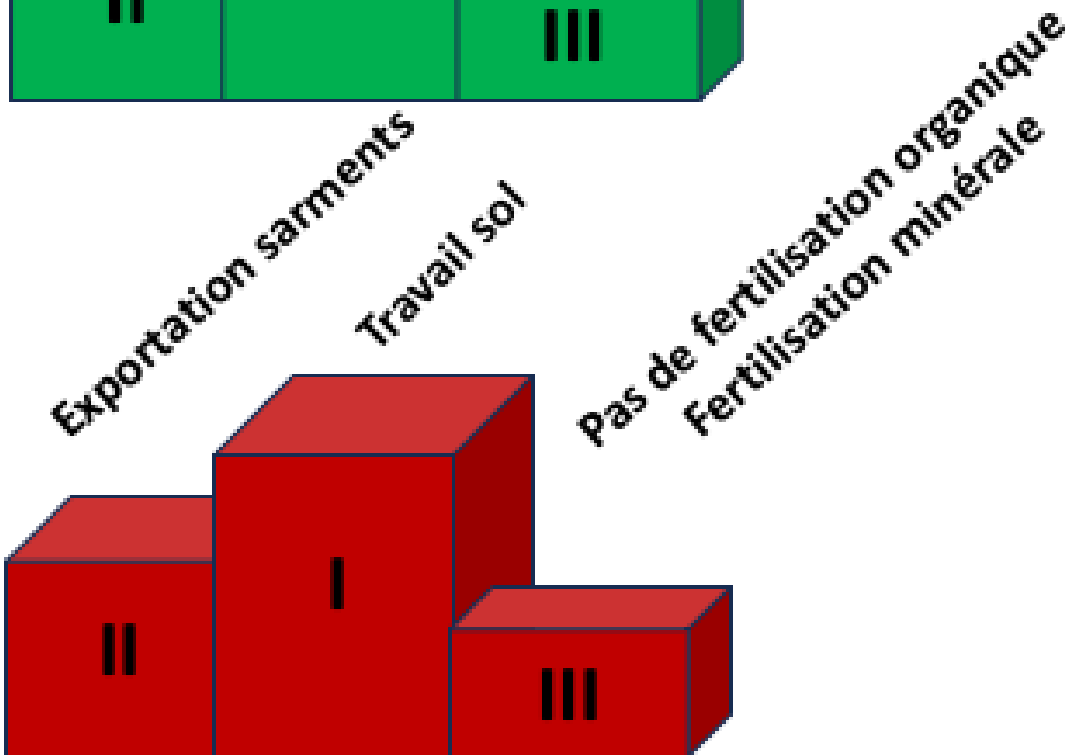
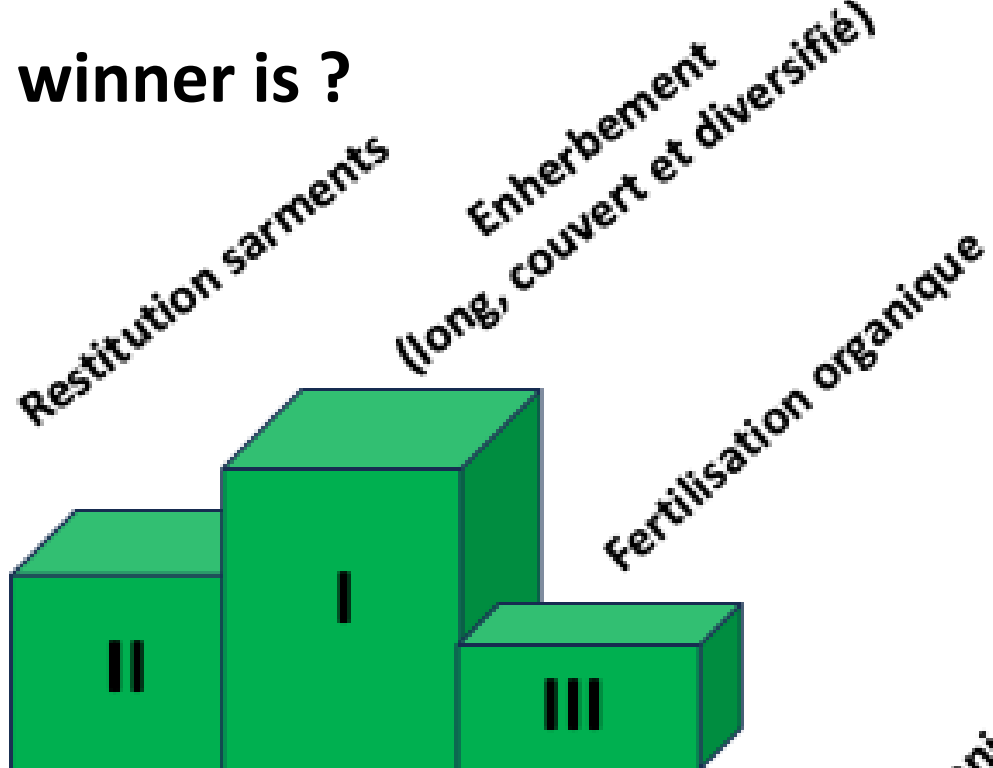
En Côtes de Nuits !



et...en Alsace !



And the winner is ?





Financé par
ANR



Merci pour votre attention



L'équipe associée

S Dequiedt



C Zappellini



S Terrat



N Chemidlin



PA Maron



C Djemiel



B Karimi



J Tripied



M Lelievre

