

La qualité microbiologique des sols agricoles

Samuel Dequiedt, Lionel RANJARD

INRAE Dijon - UMR Agroécologie

INRAE



Un patrimoine microbiologique gigantesque !

Plus de microorganismes dans 1m^2 de sol que d'étoiles dans le ciel ! (H Reeves)

Enorme abondance et diversité



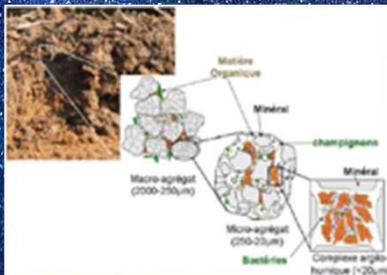
10^9 bactéries
 10^6 espèces



10^6 champignons
 10^3 espèces



Implication dans de nombreuses fonctions



Structuration du sol



Minéralisation matière organique,
recyclage carbone, nutriments



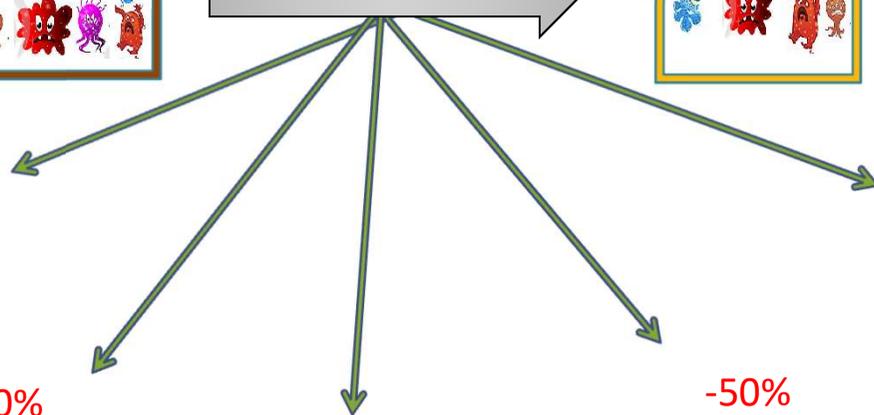
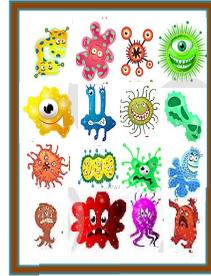
Dépollution du sol



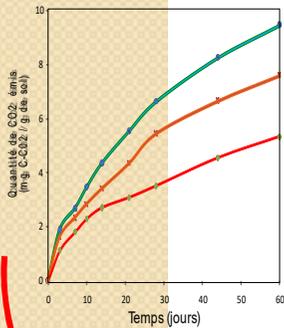
Lutte contre pathogènes

Des preuves expérimentales de l'intérêt de la biodiversité

Baisse de 30% de la diversité microbienne du sol



-40% de minéralisation de la matière organique



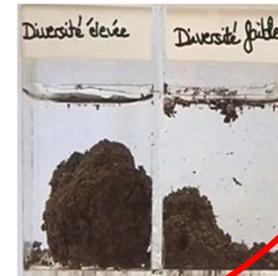
-50% de la productivité végétale



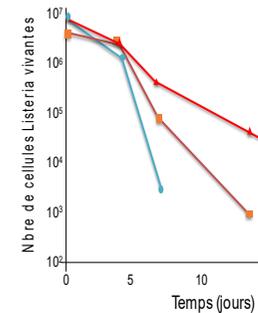
-15% de récupération après sécheresse



-50% de la stabilité structurale du sol



x3 du temps de survie des pathogènes



Etat sanitaire

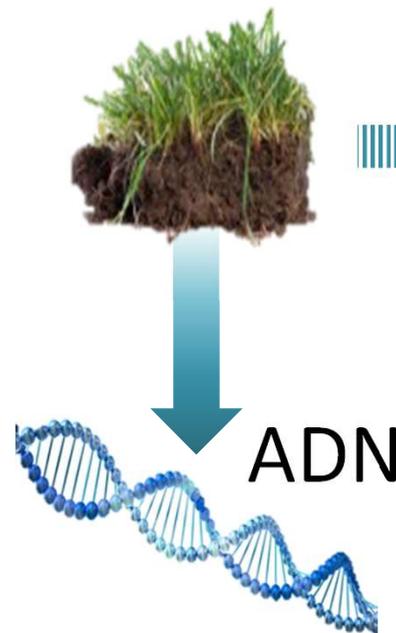
Fertilité biologique

Fertilité physique



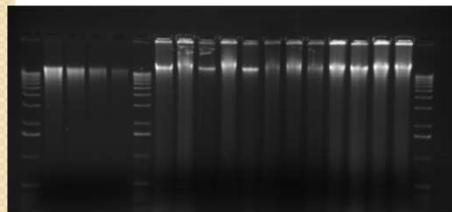
Comment mesure-t-on l'abondance et la diversité microbienne des sols

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**

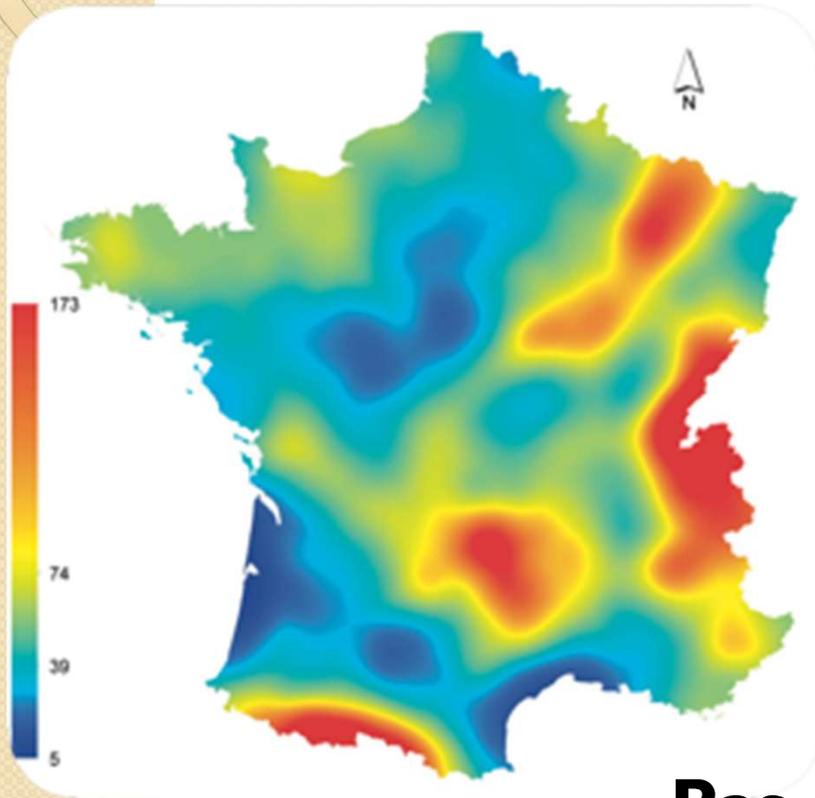


La France première nation à avoir des cartes de Biodiversité microbienne de ces sols !

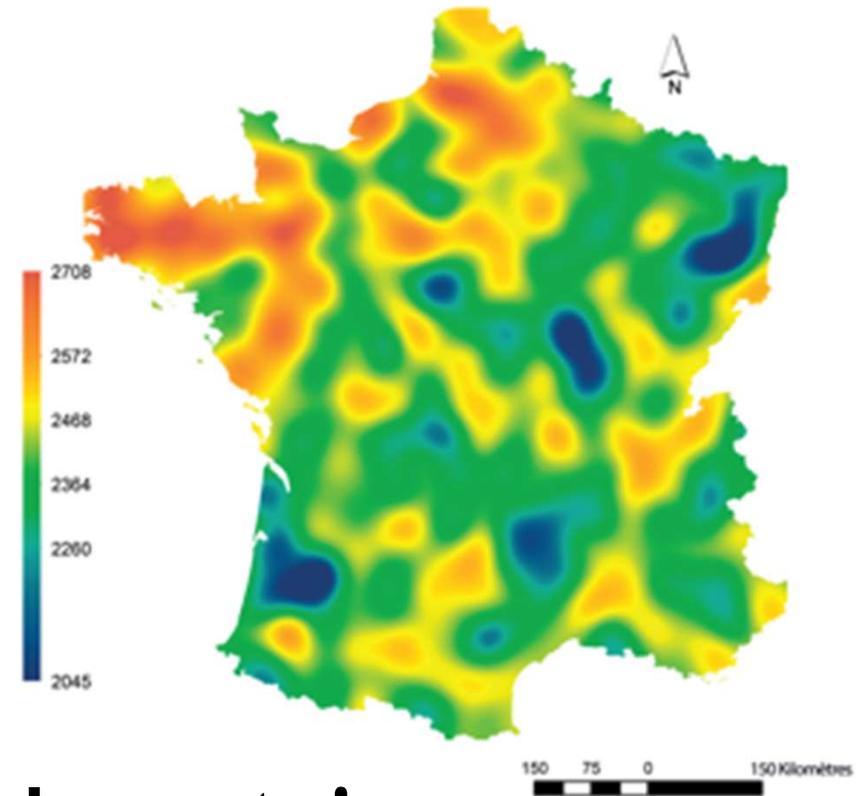


2002 : Réseau de Mesures de la Qualité des Sols - RMQS

Biomasse moléculaire Microbienne



Diversité bactérienne



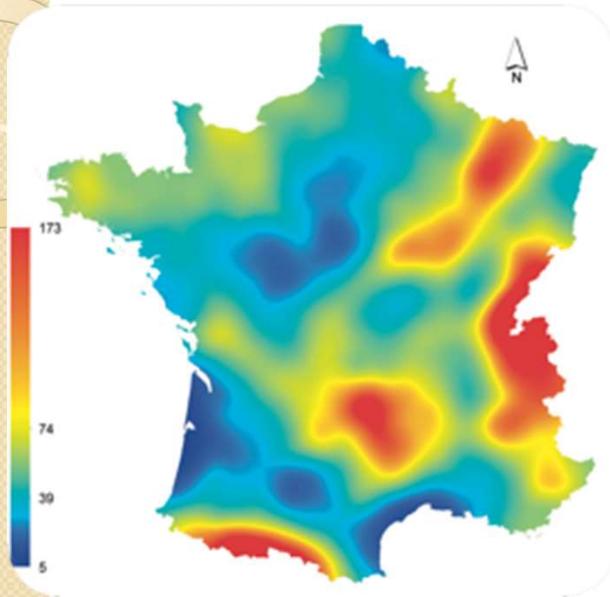
Pas de sols morts !

Mais des sols plus ou moins vivants !



Des causes naturelles et moins naturelles !

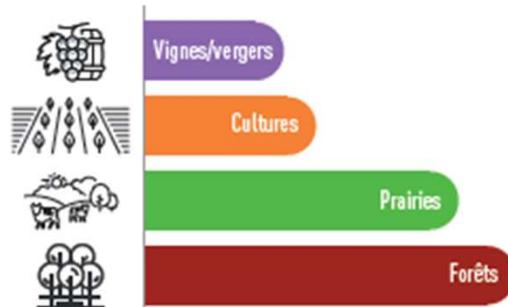
Abondance des microorganismes



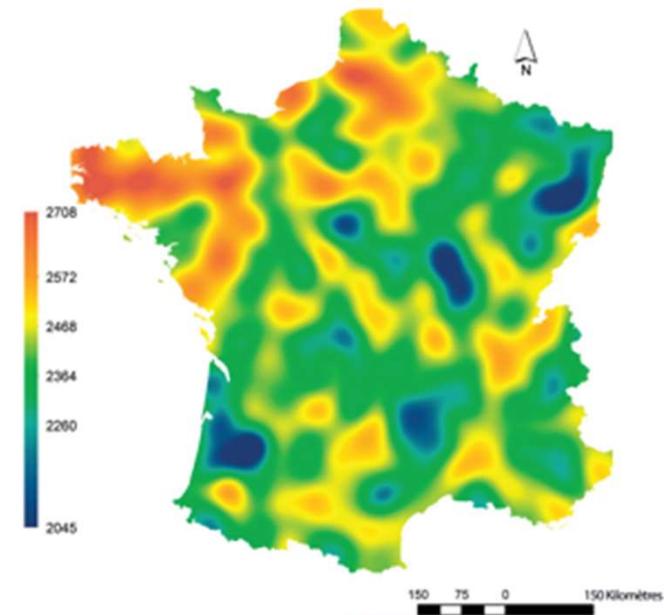
Effet sol



Effet mode d'usage



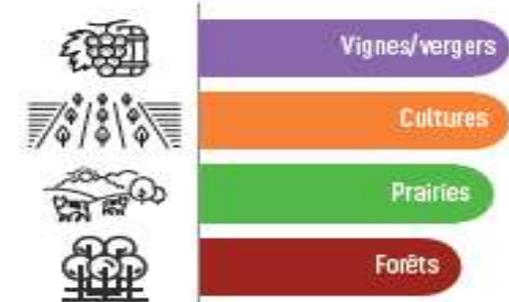
Diversité bactérienne



Effet sol

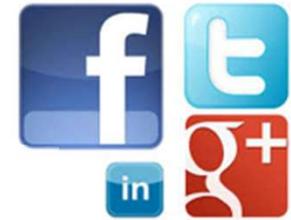


Effet mode d'usage



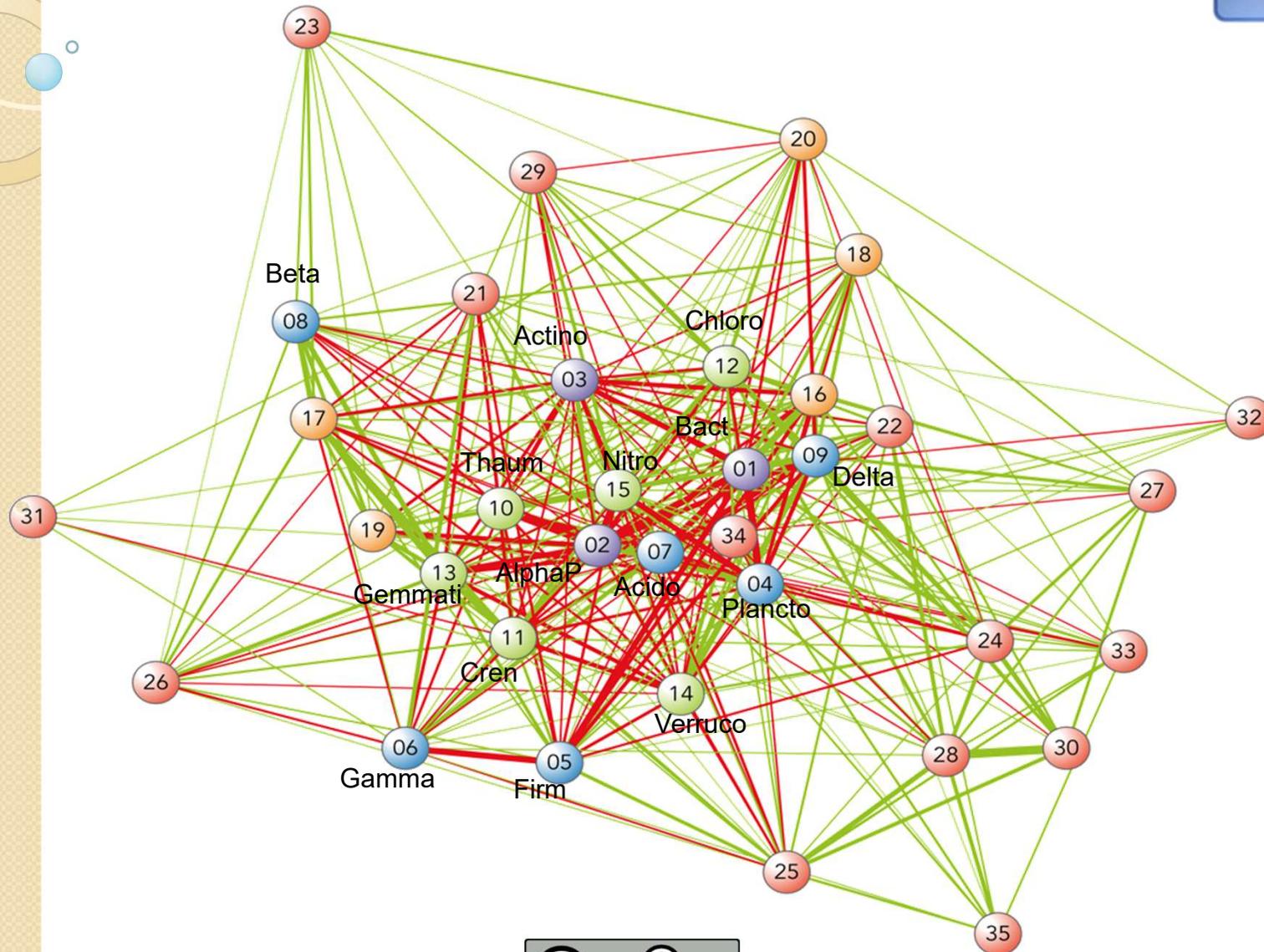
L'augmentation de diversité dans les sols agricoles est elle bénéfique ?

Réseaux d'interactions bactériens !



L'augmentation de diversité dans les sols agricoles est elle bénéfique ?

Réseaux d'interactions bactériens !



L'augmentation de diversité dans les sols agricoles est elle bénéfique ?

Réseaux d'interactions bactériens !



Forêt



Prairie



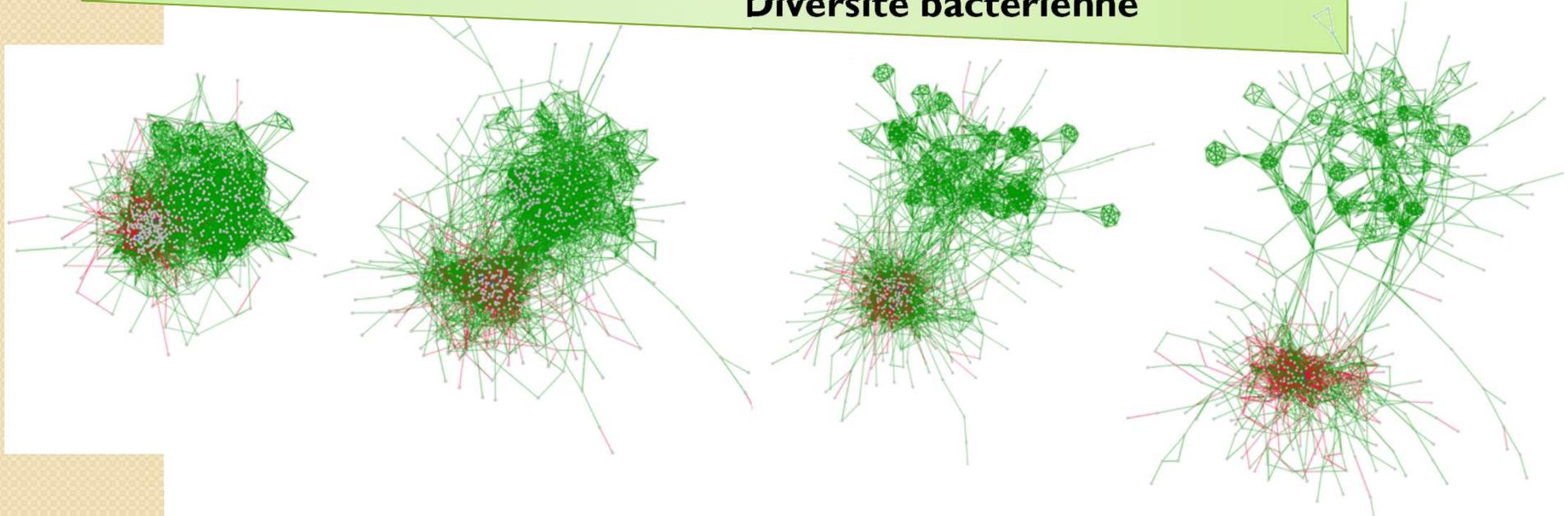
Culture
céréalière



Vignes



Diversité bactérienne



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 !

Karimi et al., 2018 *Nature Scient Rep.*



L'augmentation de diversité dans le sols agricoles est elle bénéfique ?

+ de biodiversité = + d'espèces bénéfiques ?



Cultures

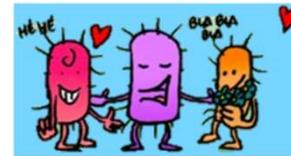
Prairies

Forêts



Saprophytes

Dégrade la MO



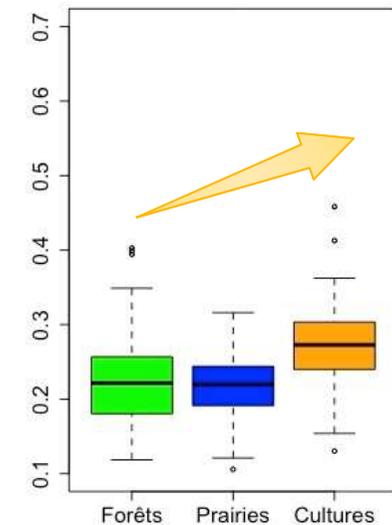
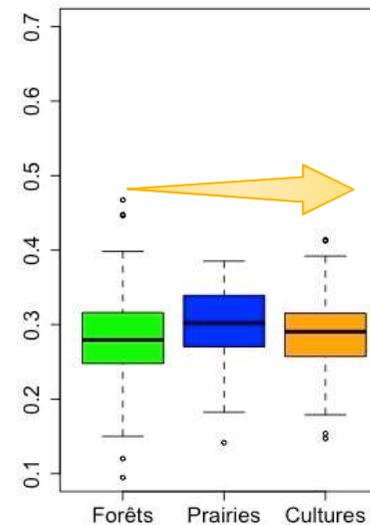
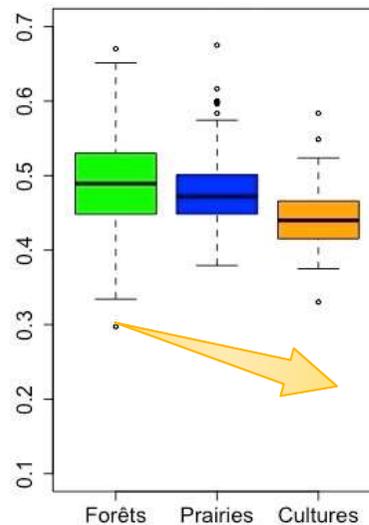
Symbiotiques

Interactions ++ avec la plante



Pathogènes

Interactions -- avec la plante



+ de diversité dans sols agricoles

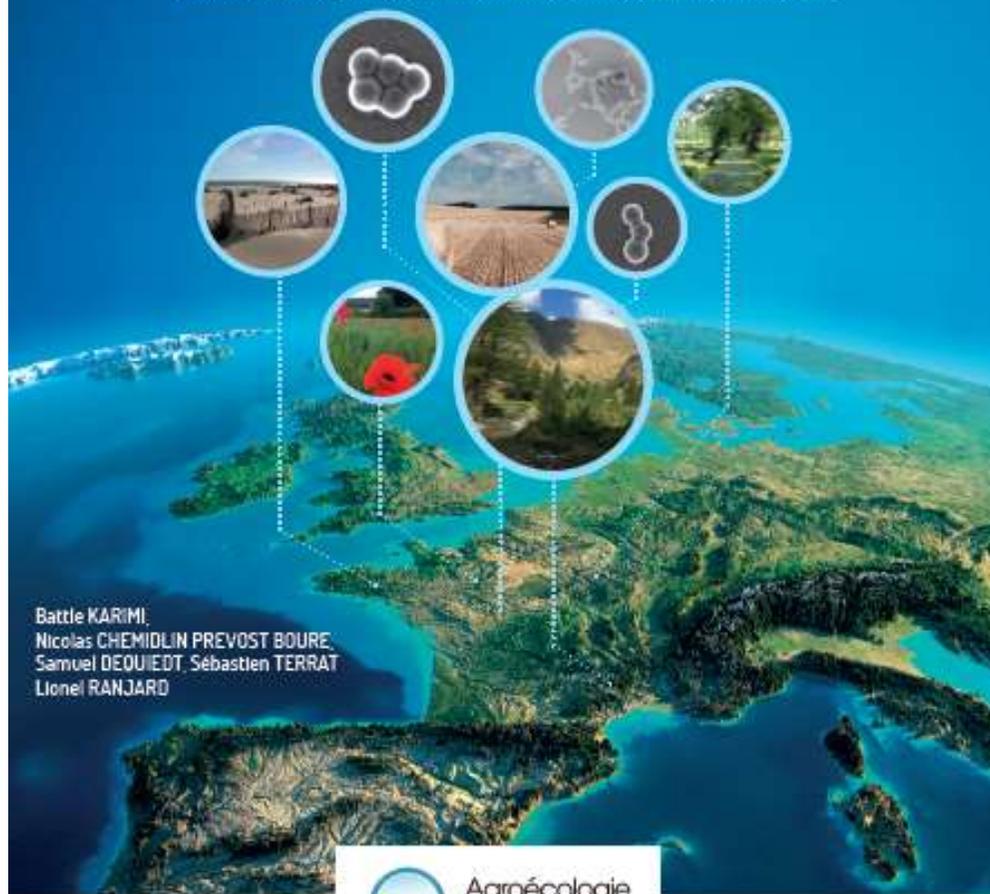
=

+ d'espèces de pathogènes



L'INRA ET L'ADEME PRÉSENTENT

ATLAS FRANÇAIS DES BACTÉRIES DU SOL



Battle KARIMI,
Nicolas CHEMIDJIN PREVOST BOURE,
Samuel DEQUIEDT, Sébastien TERRAT
Lionel RANJARD



Agroécologie
Dijon
UNITE DE RECHERCHE



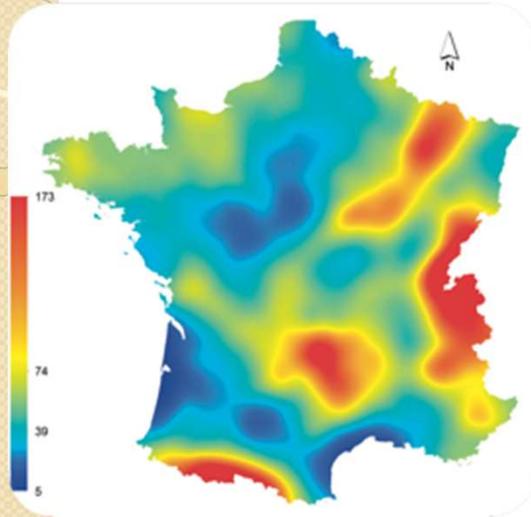
REGION
Bourgogne
Franche
Comté



BY

Des outils de recherche qui deviennent des indicateurs

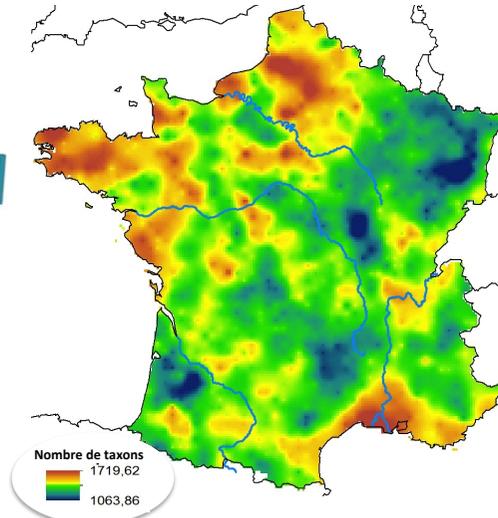
Abondance microbienne



« Indicateur national sol »

RMQS

Diversité bactérienne des sols



« Indicateur national sol »

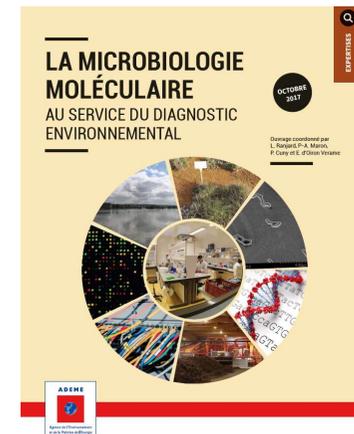
Modèle prédictif :

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

Diagnostic qualité microbiologique du sol

Seuil critique
(-30% VR)

Valeur de référence

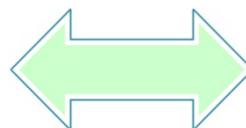


AgrInnov

(CASDAR)



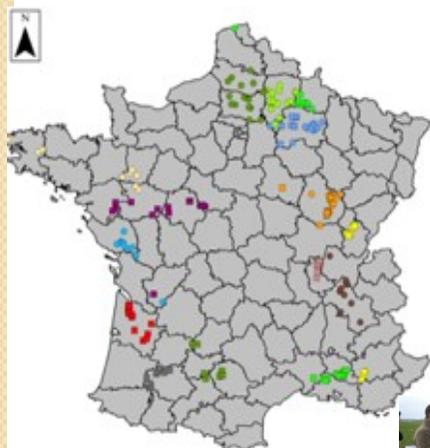
Monde
Agricole



Monde de la
recherche



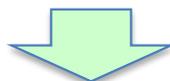
Equiper les agriculteurs afin qu'ils puissent évaluer
l'impact de leurs pratiques sur la biologie de leur sol



Etape 1 : Mise en place un **Réseau** d'agriculteurs
(250 fermes, 300 agriculteurs, technicien CA, ...)



Etape 2 : Développer une **Formation** théorique et
pratique sur la biologie des sols agricoles

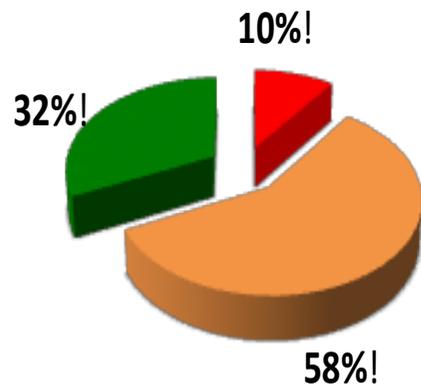


Etape 3 : Valider et appliquer un **Tableau de
bord de bioindicateurs** de la qualité des sols



AgrInnov

Patrimoine / Assurance critique à améliorer
Patrimoine / Assurance non critique à surveiller
Bon état du Patrimoine / Assurance

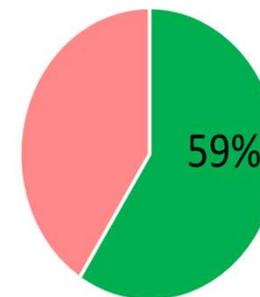


Les sols agricoles ne sont pas morts !
Toutefois ils sont à surveiller !



97% des agriculteurs sont allés jusqu'au bout du processus !

Changement dans les pratiques



Impact des pratiques Contexte

Contexte agricole

Qualité microbiologique des sols

Labour



Rotation diversifiée



Engrais chimiques



Engrais organiques



Pesticides



Contexte Viticole

Qualité microbiologique des sols

Travail du sol



Enherbement



Amendements organiques



Sarments



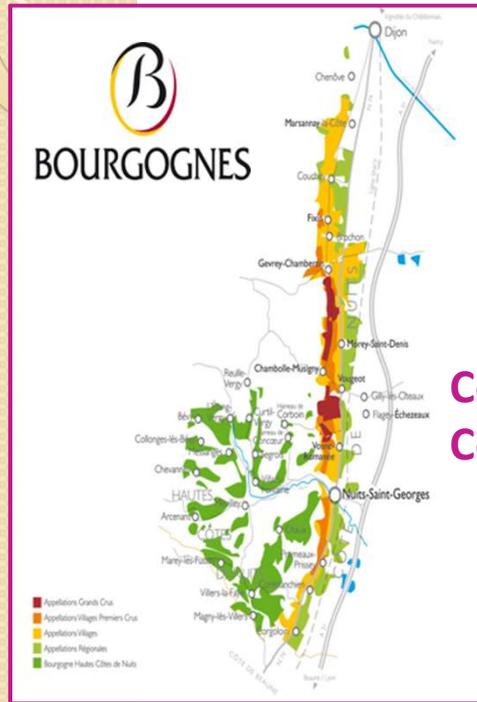
Pesticides



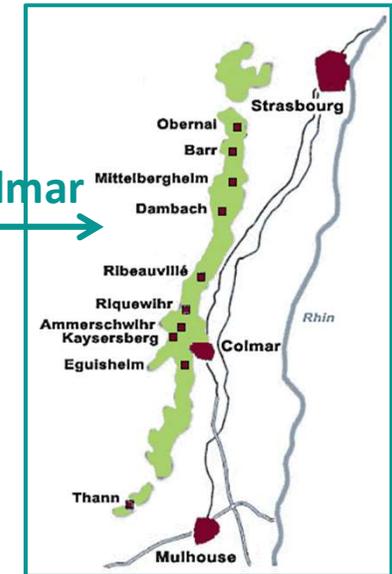
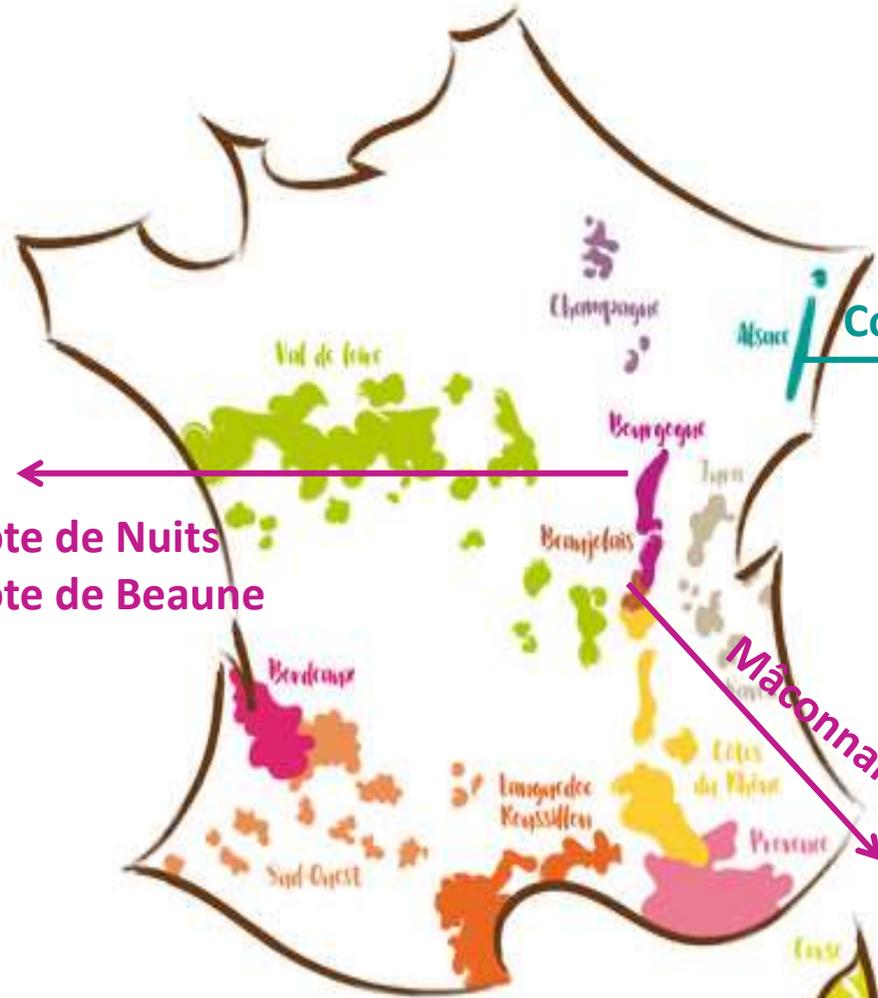
Evaluer la qualité microbiologique des sols viticoles et l'impact des modes de production : Biodynamie vs AB vs Conventiennel



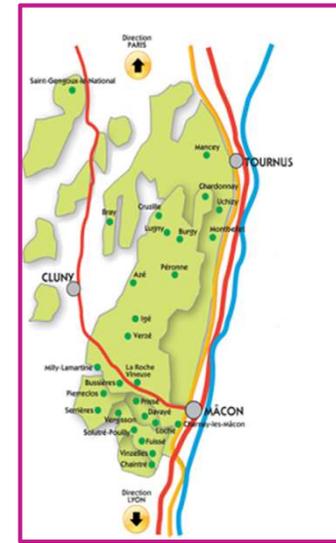
3 territoires viticoles



Côte de Nuits
Côte de Beaune



Colmar

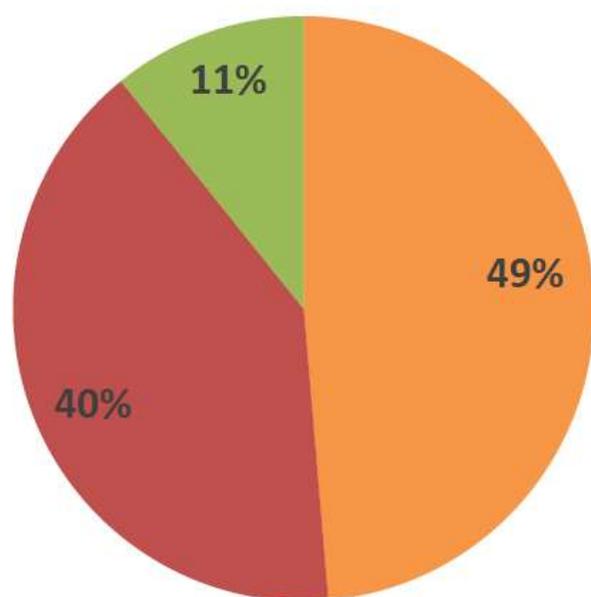


Mâconnais

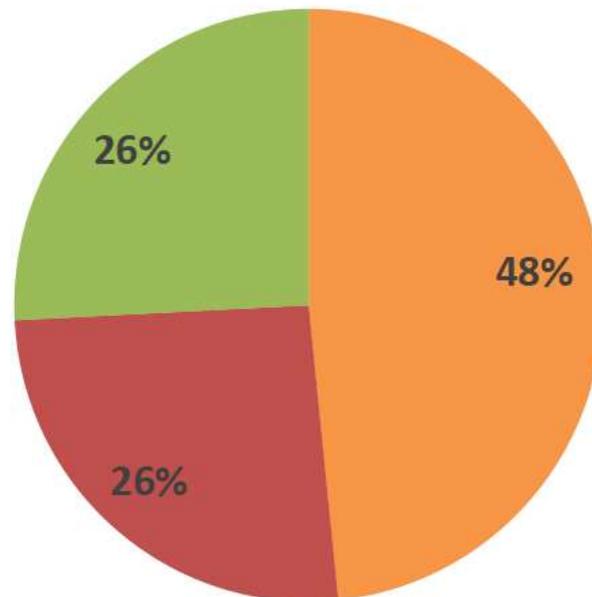


Bilan Qualité Microbiologique

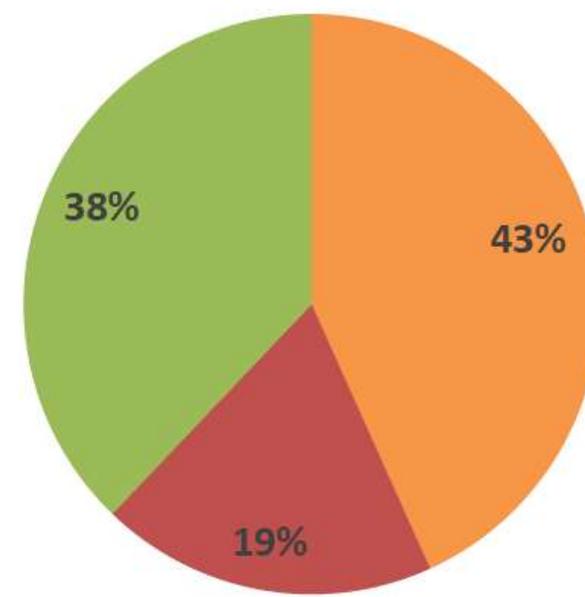
Mode de production viticole



**Conventiennel
Raisonné**



AB

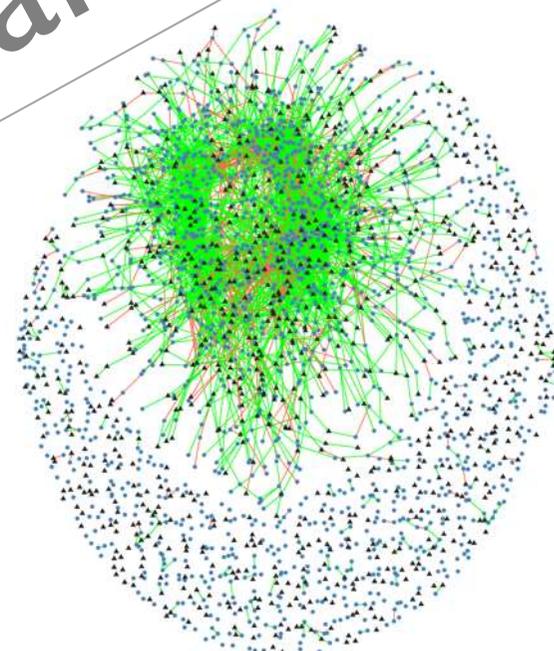
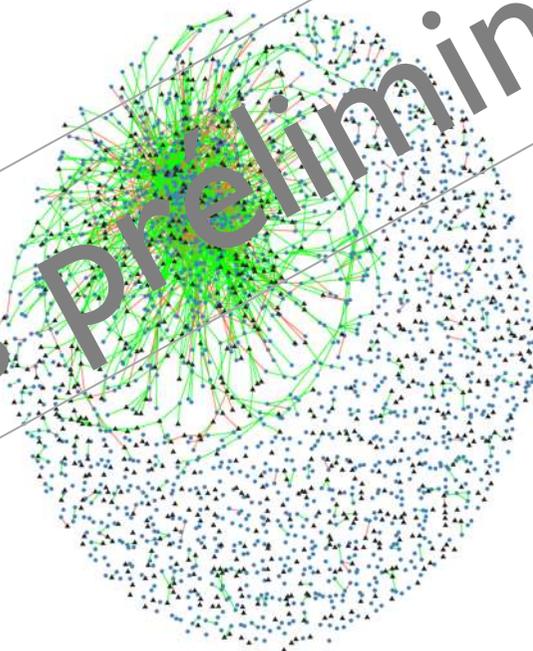
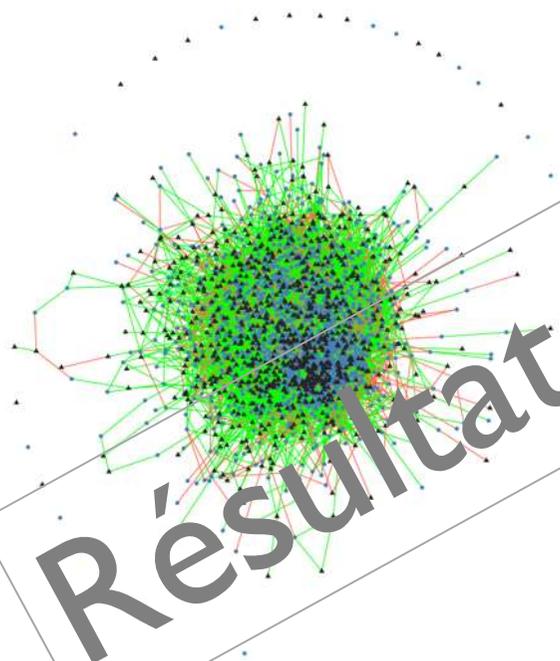


Biodynamie

Biodynamie

AB

Conventionnel



49 000 liens

1700 liens

1400 liens

Résultats Préliminaires



GisSol



Financé par
ANR



Merci pour votre attention



INRAE



GenSol

PLATEFORME

