



SysVit – SolVin

Impact de systèmes viticoles à faibles intrants sur la qualité des sols et la qualité des productions

Najat NASSR

RITTMO Agroenvironnement



Objectifs

PEPSVI
Alsace

ECOVITI
Aquitaine &
Pays de la Loire

Projet SysVit-SolVin
Qualité des sols?



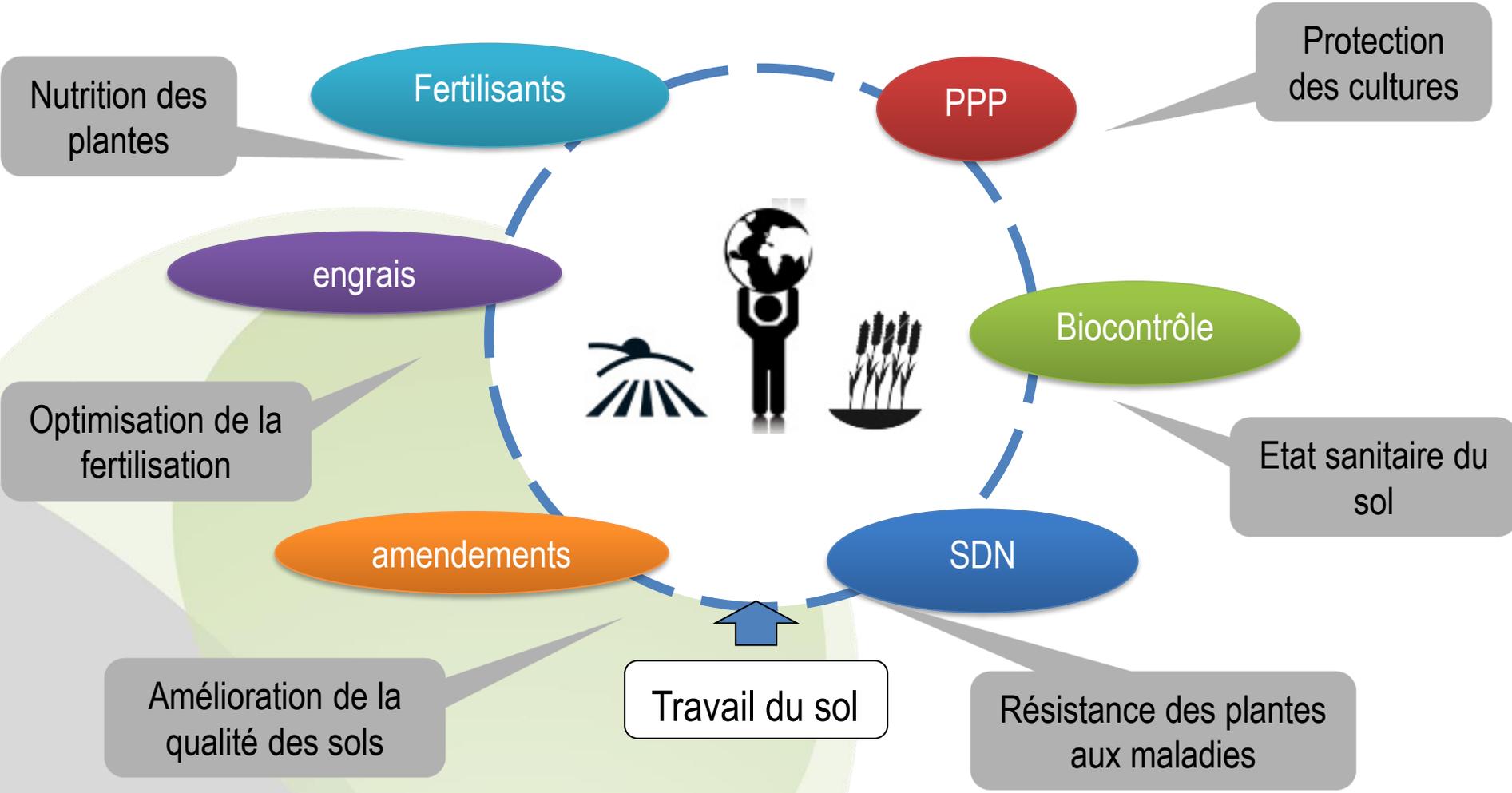
Qualité de la production?

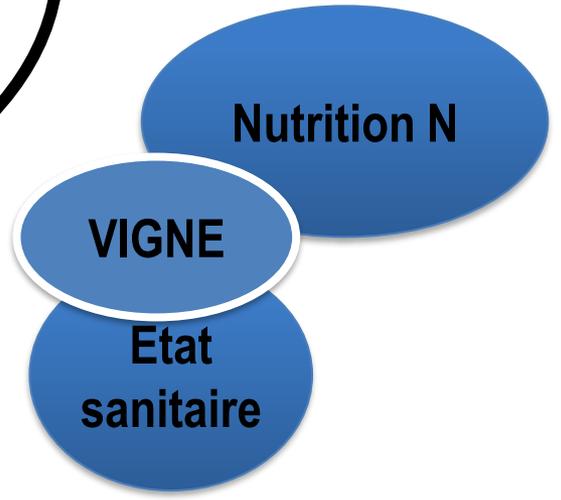
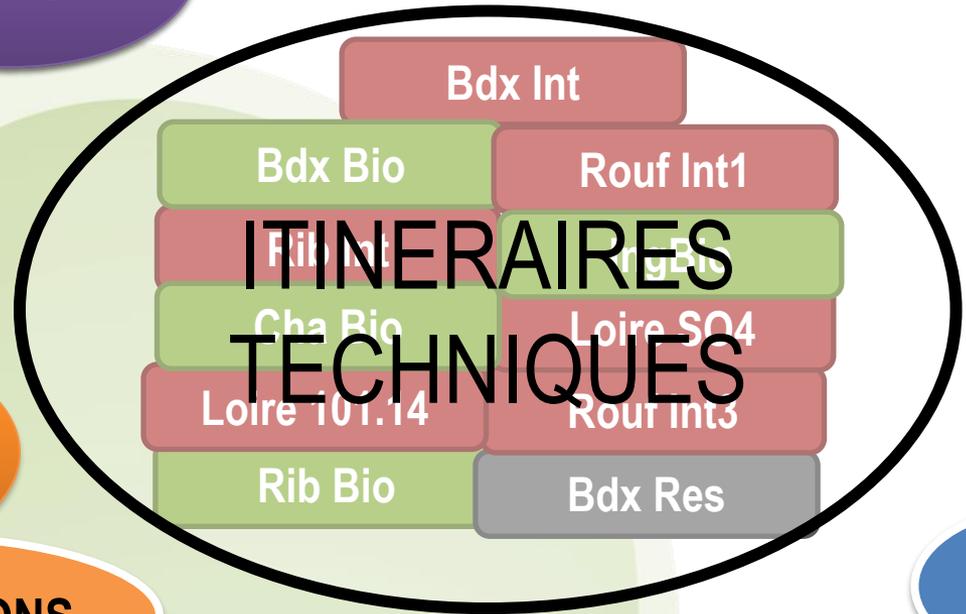
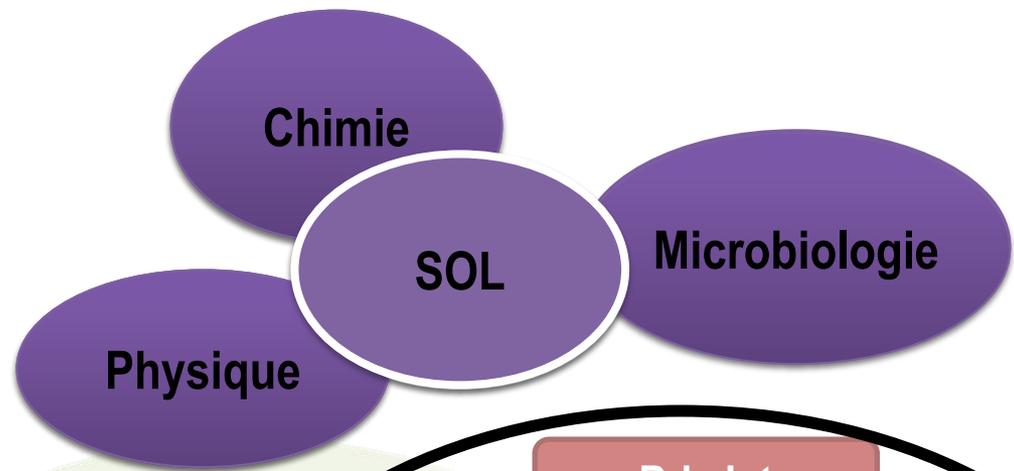


Conduite de cultures innovantes
Santé et vigueur de la vigne



Impact des pratiques et des intrants agricoles







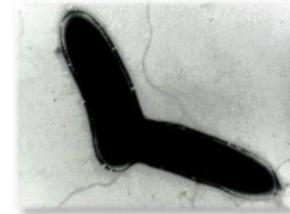
Qualité du sol

- Comment la définir ?
- Comment la mesurer ?
- Comment l'interpréter ?

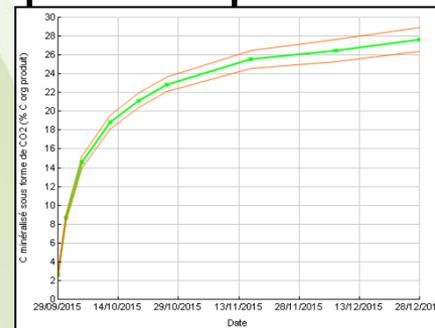


Fertilité chimique / Fonction Nutritive

- Réserve d'éléments nutritifs pour la microflore et la faune du sol (C, N, P, S etc..)



- Réserve d'éléments nutritifs pour la plante après minéralisation (N, P, S)

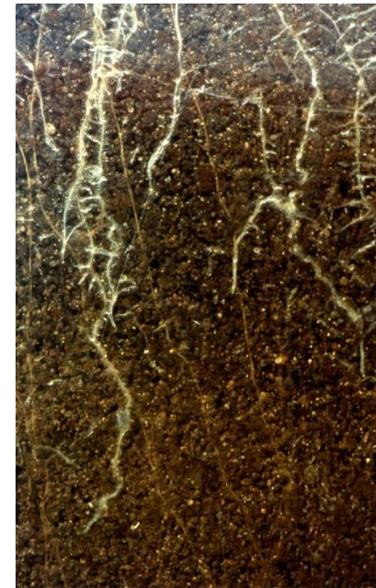


- Réserve de base non échangeables (Ca, Mg, K)
- Forte capacité d'échange cationique (CEC Humique)



Fertilité physique

- Agrégation et structurant du sol
- Porosité sol /eau
- Enracinement des plantes
-





Fertilité biologique

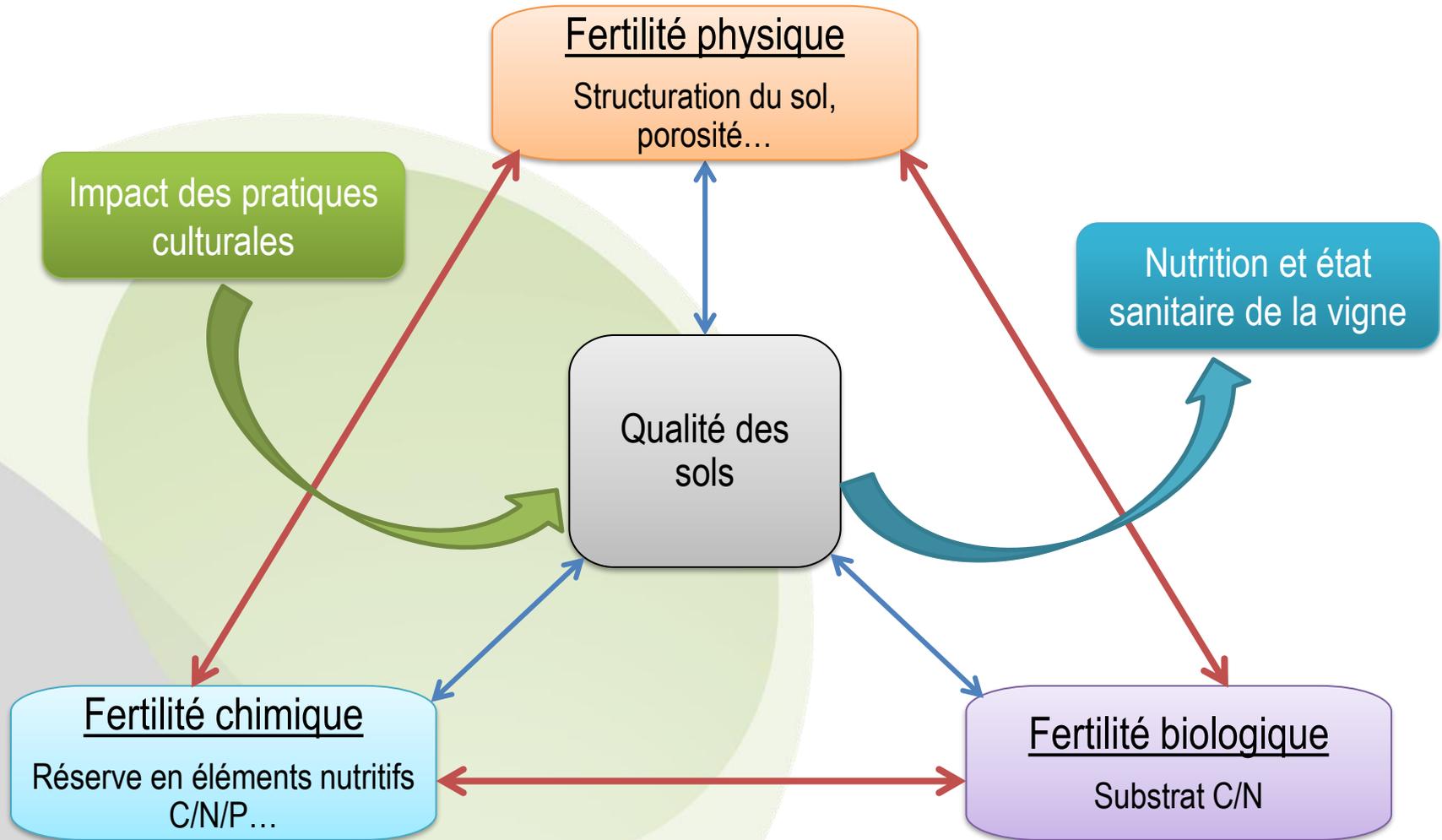


Recyclage de la matière organique
Nutrition et protection de la plante

.....



Pourquoi s'intéresser à la qualité des sols ?





Matières organiques du sol



MO fixée au sol

- Minéralisé à long terme
- Effet sur la fertilité physique, chimique et biologique du sol à **long terme**
- Alimente le stock de carbone du sol

MO libre dans les pores et l'eau du sol

- Disponible immédiatement pour les végétaux
- Effet sur la fertilité physique, chimique et biologique du sol à **court terme**

Evolution des matières organiques dans le sol

Méthodes de mesure



- Minéralisation du carbone et de l'azote en *conditions contrôlées*
 - Température, Humidité
- Minéralisation *5 fois plus rapide* qu'au champ
- BUT : *Prévoir* le comportement de la MO après apport au champ

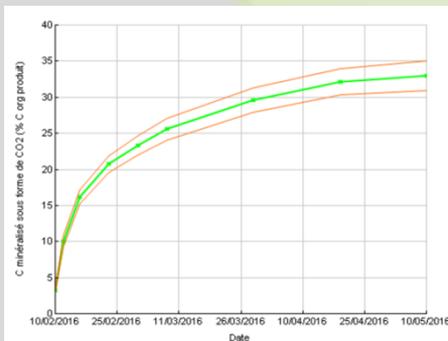


Figure 4 : Cinétique de minéralisation de l'azote du produit en pourcentage de l'azote initial du produit.



Figure 4 : Cinétique de minéralisation de l'azote du produit en pourcentage de l'azote initial du produit.



Figure 4 : Cinétique de minéralisation de l'azote du produit en pourcentage de l'azote initial du produit.



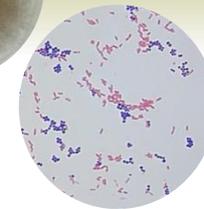
Pourquoi s'intéresser aux microorganismes du sol?

Cycles
biogéochimiques

Croissance des
plantes

Propriétés
physiques du sol

Etc...





INRA-Ribeauvillé : PI & AB

Pour tester des couverts végétaux et un travail du sol minimal



mars 2014



mars 2014



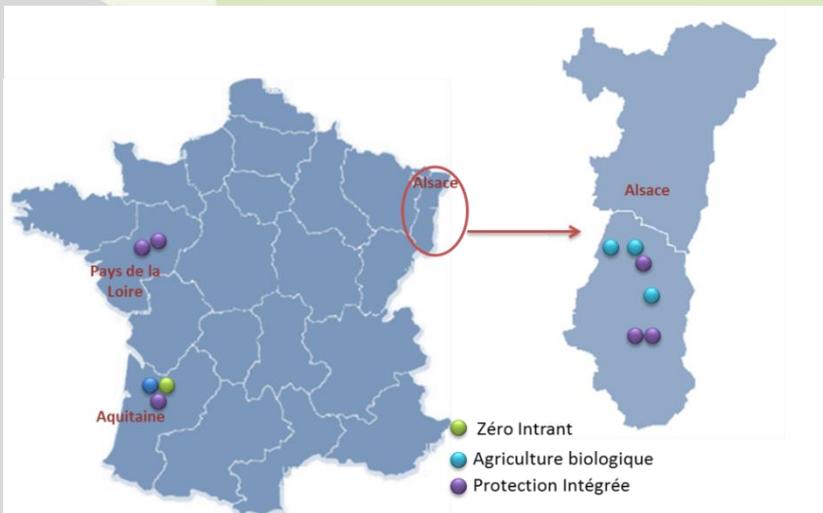
juin 2014





Sites d'étude

Région	Site	Système	Cépage
Aquitaine	INRA La grande ferrade	Zéro Pesticide	INRA/JKI
		Agriculture Biologique	Merlot
		Protection intégrée	Merlot
Pays de la Loire	Lycée Montreuil Bellay	Protection intégrée	Cabernet Franc
		Protection intégrée	Cabernet Franc
Alsace (Sites PEPSVI)	INRA Ribeauvillé	Agriculture Biologique	Riesling
		Protection intégrée	Riesling
	EPLEFPA Rouffach	Protection intégrée 1	Pinot Gris
		Protection intégrée 2	Pinot Gris
	OPABA	Biodynamie 1 (Ingersheim)	Riesling
		Biodynamie 2 (Chatenois)	Riesling



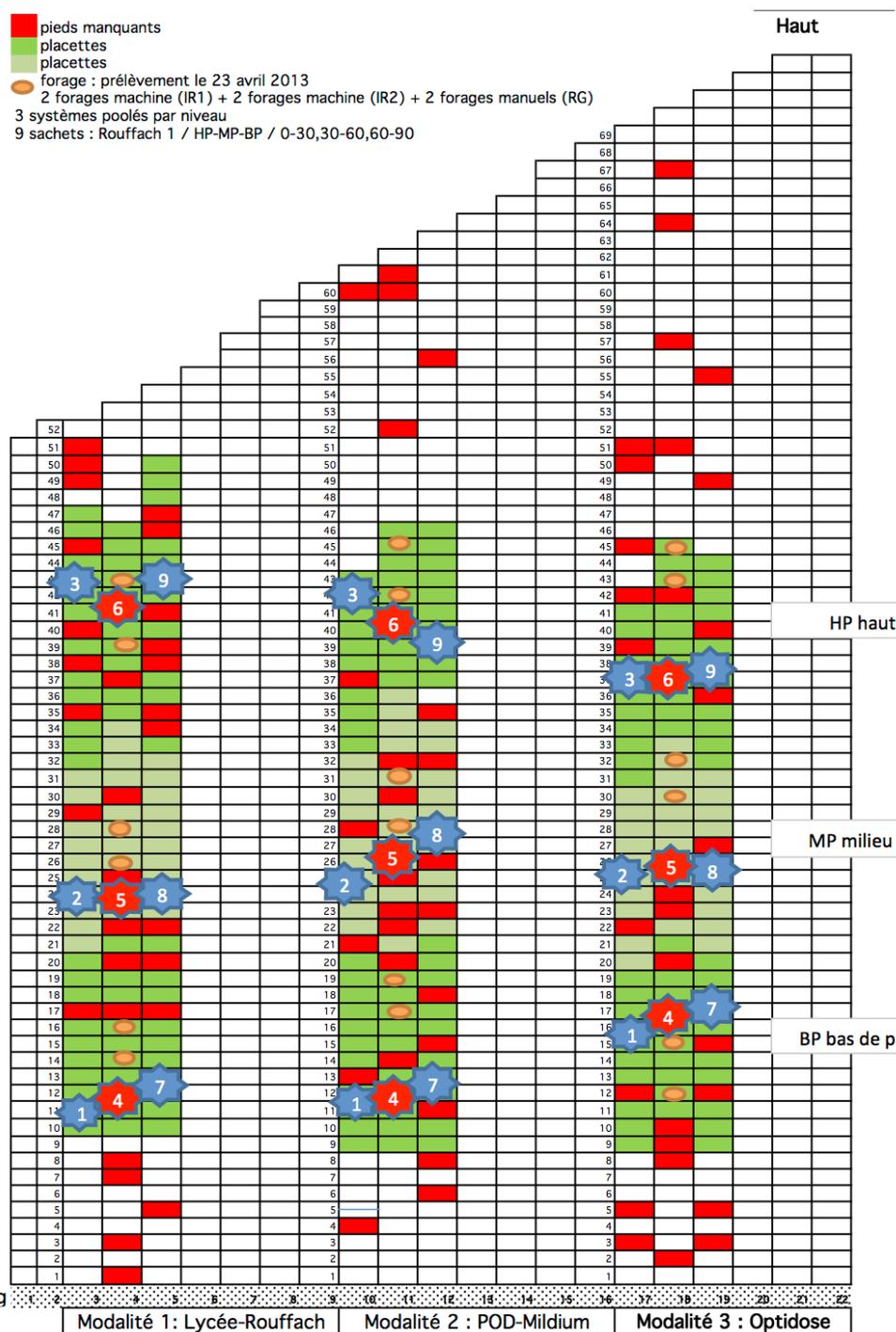
6 sites-systèmes « Protection intégrée » visant à une réduction des intrants phytosanitaires en association avec une gestion innovante du sol et du végétal

4 sites-systèmes en agriculture biologique

1 site-système « zéro pesticide » (variété résistante)

EPPLEFPA-Rouffach : PI, PI-OptiDose, PI-POD- Mildium

Pour tester des
combinaison d'outils pour
l'entretien mécanique du
cavaillon en vue d'une
réduction du temps de
travail et tester des outils
d'aide à la décision



OPABA-Chatenois



Pour tester l'utilisation de produits alternatifs pour réduire l'usage du cuivre en contexte biodynamique



Septembre 2015



OPABA-Ingersheim

Pour tester les semis directs et mélanges d'espèces en couvert en contexte biodynamique

Semis direct

- ❖ **Objectif d'optimisation de la couverture du sol entre les rangs**
 - Mise en place de différentes modalités de mélanges de graines avec un prototype de semoir innovant en semis direct



OPABA-Ingersheim

Semis directs et mélanges d'espèces en contexte biodynamique



Juin 2016

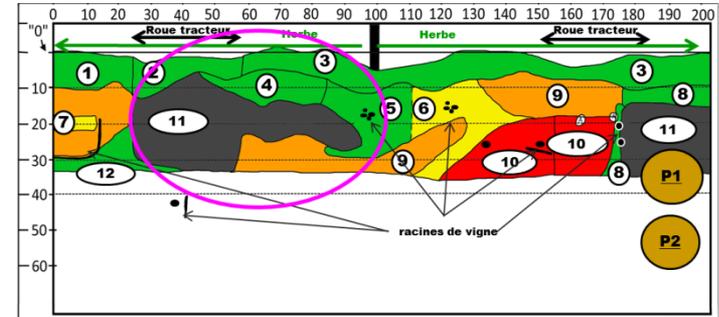
Impact des pratiques viticoles sur la qualité des sols



Sites-systèmes	Pratiques	Fonctions du sol	Indicateurs
Types de sol Conditions climatiques Âge de la vigne	Réduction des intrants phytosanitaires	Structure	Profils des sols Stabilité structurale
	Travail du sol	Suivi de l'azote	Minéralisation de l'azote en conditions contrôlées Mesures in situ
	Fertilisation		
	Variétés résistantes	Vie microbienne	Diversité métabolique Biomasse bactérienne et fongique



Profil des sols

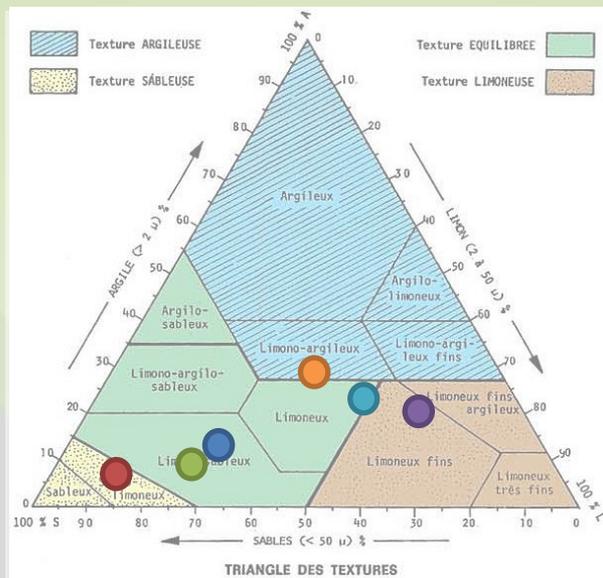


- La zone sous cavillon est généralement préservée : Vérification de la pertinence de la localisation des échantillonnages de sol du programme
- Des tassements anciens indépendants des itinéraires techniques actuels sont conservés en profondeur (identifiables sous cavillon par ex.)
 - Ils semblent déterminants de l'architecture des racines principales de vigne
- Ni l'enherbement ni le travail du sol ordinaire ne suffisent à récupérer les tassements de roulage



Composition physico-chimique sols

Région	Site	Codage	pH	MO (g/kg)	C _{org} (g/kg)	N _{total} (g/kg)	NH ₄ (mg/kg)	NO ₃ (mg/kg)	Cr _{max} (g/g sol)
Aquitaine	INRA La grande ferrade	Bdx Res	6,77	10,60	21,20	0,69	0,63	2,88	0,59
		Bdx Bio	6,76	9,90	19,77	0,63	1,02	2,26	0,58
		Bdx Int	6,75	11,23	22,43	0,73	0,76	5,76	0,35
Pays de la Loire	Lycée Montreuil Bellay	Loire SO4	8,56	12,90	25,70	1,29	0,49	5,24	0,39
		Loire 101	8,48	13,23	26,53	1,35	0,98	7,06	0,39
Alsace	INRA Ribeauvillé	Rib Bio	8,88	10,87	21,67	1,00	0,65	7,32	0,70
		Rib Int	8,60	13,03	26,00	1,23	2,65	8,55	0,73
	EPLEFPA Rouffach	Rouf Int1	9,01	11,50	22,97	1,12	0,68	6,25	0,65
		Rouf Int3	8,99	10,20	20,40	0,99	0,89	4,67	0,64
	OPABA	Ing Bio	7,02	10,47	20,93	0,93	1,40	4,99	0,47
		Cha Bio	7,73	14,10	28,20	1,25	1,45	11,01	0,37



Site	Argiles %	Limons %	Sables %
Bordeaux	7,11	9,33	82,99
Loire	28,89	37,9	33,19
Ribeauvillé	23,13	47,93	28,9
Rouffach	20,63	58,92	20,47
Ing Bio	9,67	24,03	66,27
Cha bio	13,17	27,37	59,5

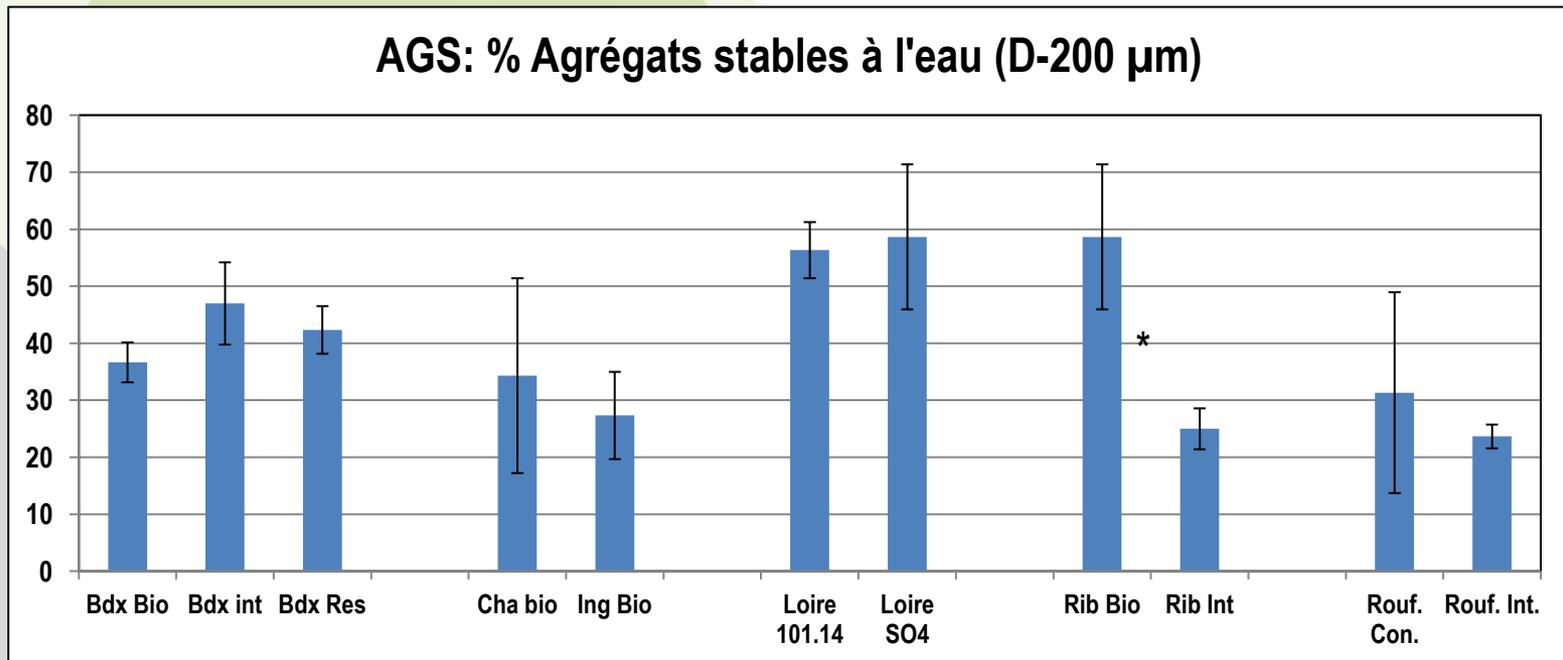


Agrégats stable à l'eau

- Fraction 1-2 mm
- Tamisage électrique (Kemper et Rosenau):
 - Tamisage à 200 μ , dans l'eau (fraction non stable à l'eau)
 - Tamisage à 200 μ , dans un solvant (fraction stable à l'eau)
 - Calcul du pourcentage des agrégats stable à l'eau



Résultats :





Sites-systèmes	Pratiques	Fonctions du sol	Indicateurs
Types de sol Conditions climatiques Âge de la vigne	Réduction des intrants phytosanitaires	Structure	Profils des sols Stabilité structurale
	Travail du sol Fertilisation	Suivi de l'azote	Minéralisation de l'azote en conditions contrôlées Mesures in situ
	Variétés résistantes	Vie microbienne	Diversité métabolique Biomasse bactérienne et fongique

Comment mesurer la fertilité biologique des sols ?



- **Fonctionnement biologique du sol : tracteur**
 - le carburant: $MO(s) \text{ sol} = MO \text{ libres} + MO \text{ liées}$
 - le moteur: la biomasse microbienne
 - la transmission: les activités microbiennes



Prélèvements de sol

- Deux campagnes de mesure : 2014 et 2015
 - Trois dates de prélèvement par campagne



Prélèvements
sous le rang



Microorganismes du sol

Suivi de l'azote dans le sol

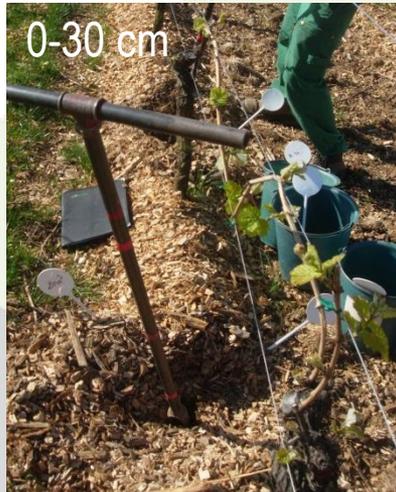
Diversité métabolique Biolog

Biomasse moléculaire



Prélèvement et traitement des échantillons

Prélèvements sous le rang
le rang



Tamisage 2mm



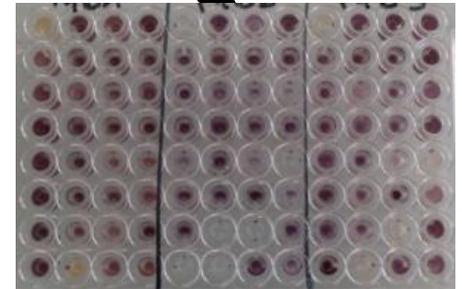
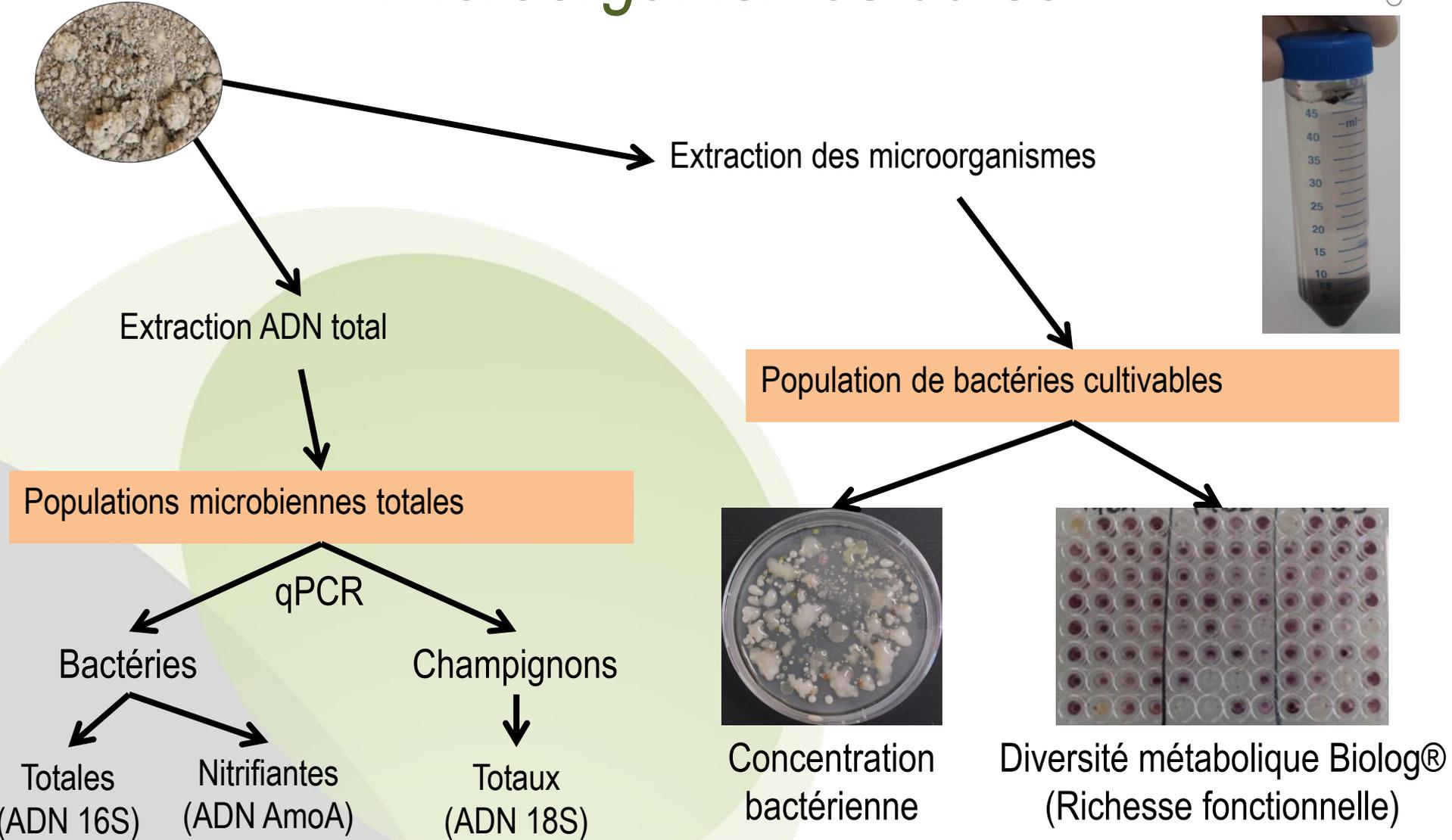
Utilisation des échantillons

- φ** Analyses physico-chimiques
- St** Stabilité structurale
- N** Dynamique de l'azote dans le sol
- μ** μorganismes du sol

Séchage éventuel des échantillons avant tamisage selon humidité



Microorganismes du sol

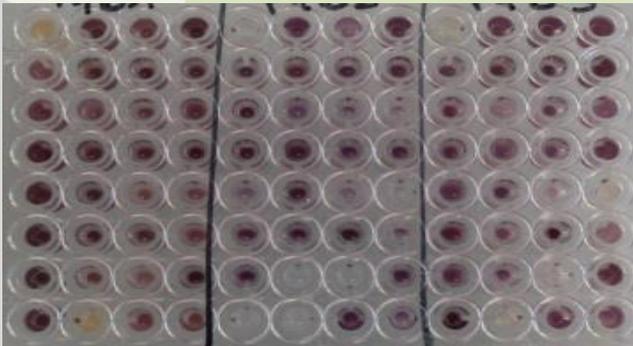




Diversité métabolique des bactéries cultivables

➤ Diversité des populations microbiennes cultivables

- Permet d'évaluer la diversité métabolique des microorganismes présents dans un échantillon → potentiel microbiologique du sol en bactéries capables de dégrader la matière organique



31 substrats carbonés

Suivi de l'activité par un indicateur coloré :

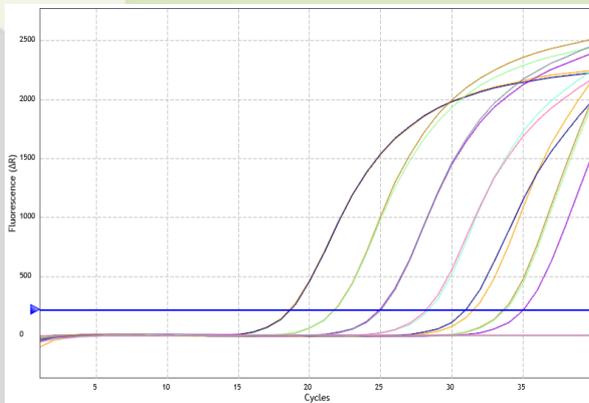
- Violet = substrat métabolisé
- Pas de couleur = substrat non métabolisé

AWCD : Coloration moyenne : Activité métabolique moyenne des bactéries cultivables



Abondance des populations microbiennes

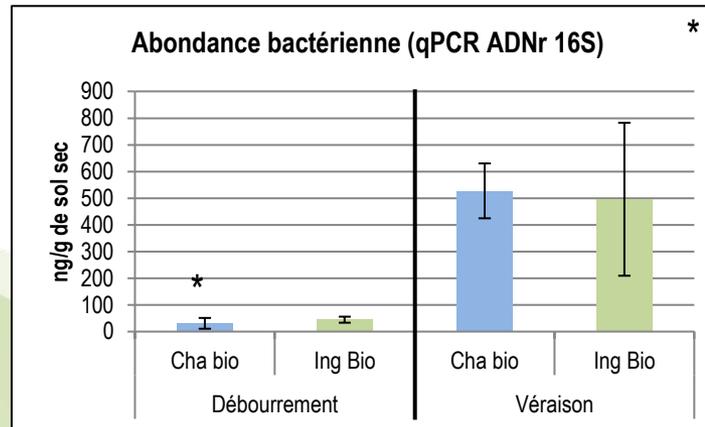
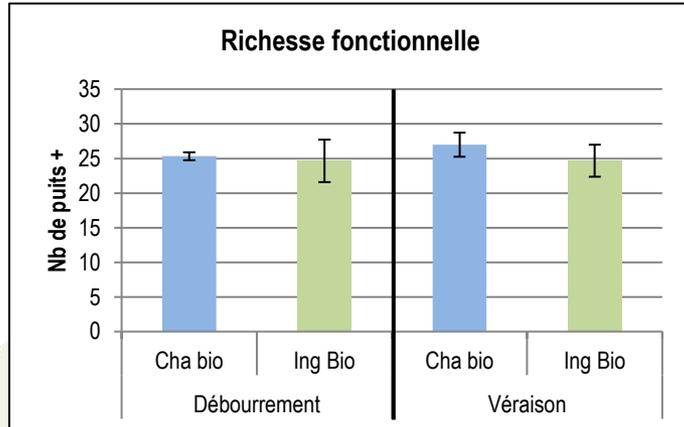
- Abondance des populations microbiennes du sol
 - Mesure de la quantité d'ADN de bactéries et de champignons présents dans le sol
 - Permet d'évaluer la quantité de microorganismes présents dans un échantillon de sol



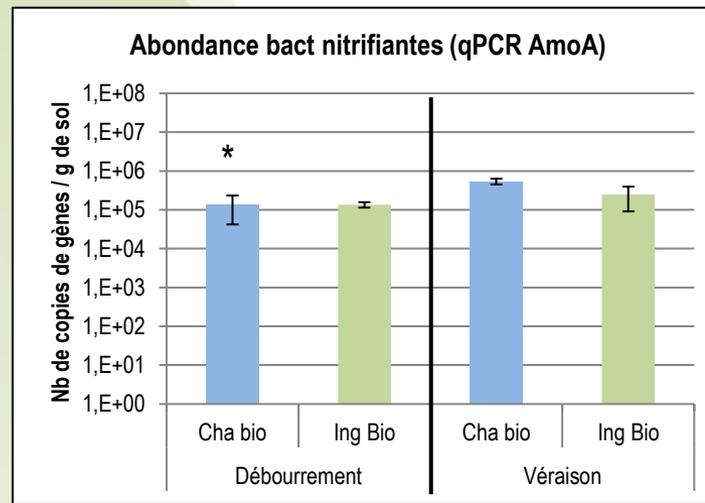
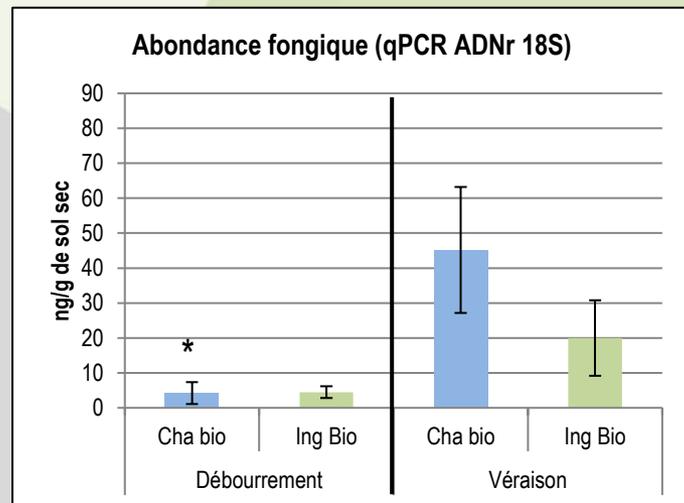
PCR (Polymerase Chain Reaction) quantitative
Amplification proportionnelle de fragments d'ADN bactérien ou fongique



Etat biologique sol (2014)



Diff stat entre débourrement et véraison pour une modalité

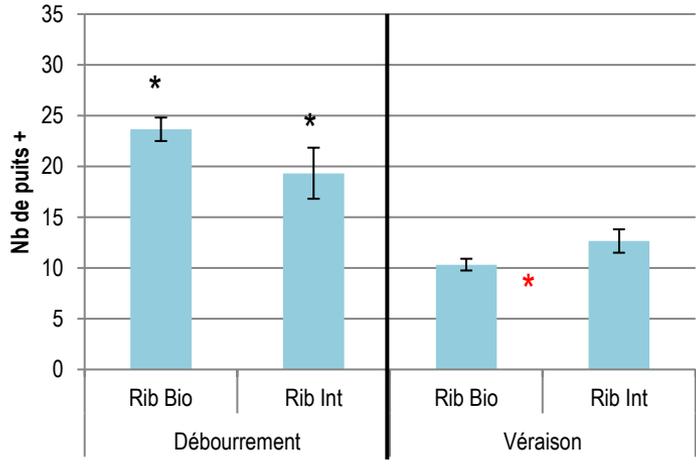


		NO3	NH4
Débourrement	Cha bio	9,13	1,55
	Ing Bio	4,06	1,39
Véraison	Cha bio	13,08	1,10
	Ing Bio	8,77	1,68

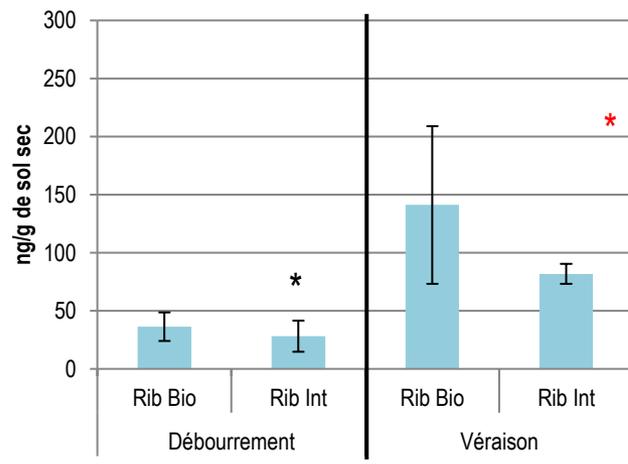


Etat biologique sol (2014)

Richesse fonctionnelle



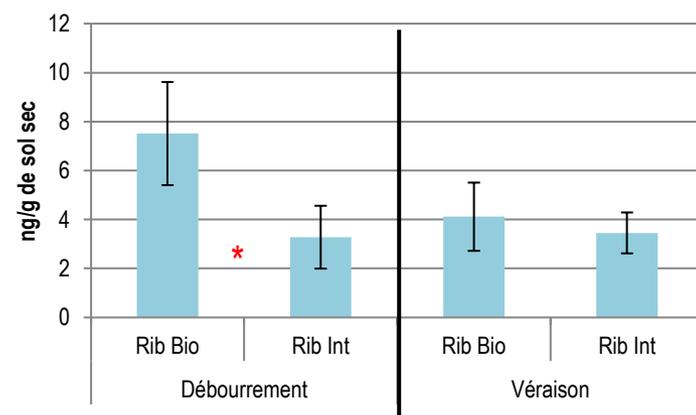
Abondance bactérienne (qPCR ADNr 16S)



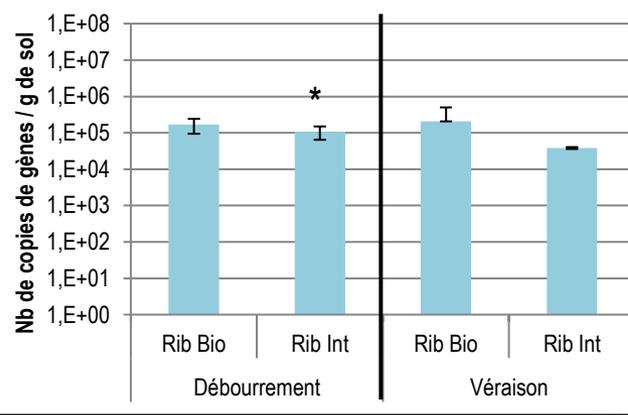
* Diff stat entre débourrement et véraison pour une modalité

* Diff stat entre modalités à une même date de prélèvement

Abondance fongique (qPCR ADNr 18S)



Abondance bact nitrifiantes (qPCR AmoA)

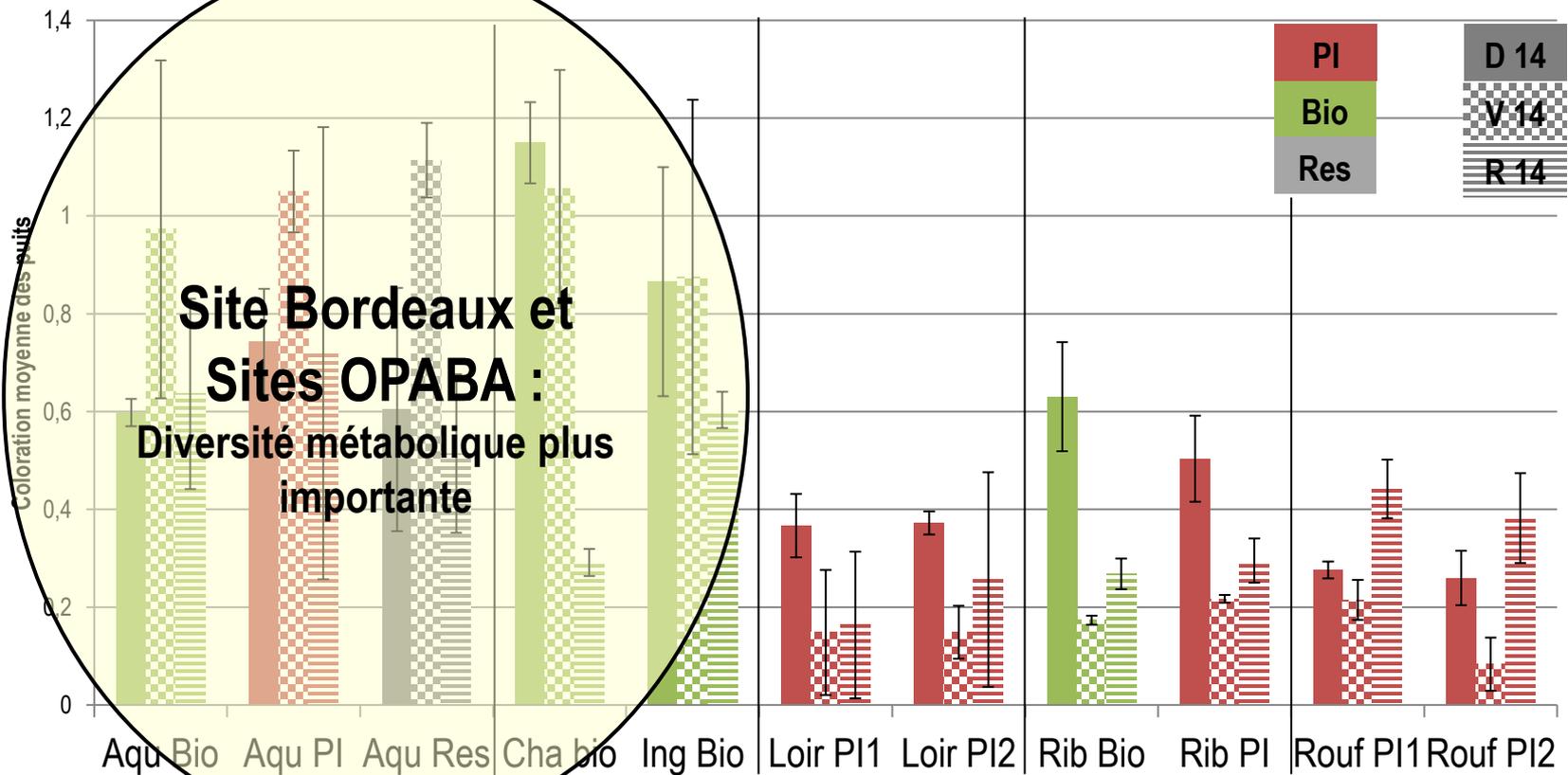


		NO3	NH4
Débourrement	Rib Bio	2,96	2,45
	Rib Int	3,08	5,15
Véraison	Rib Bio	1,31	5,28
	Rib Int	3,96	3,59



Diversité métabolique

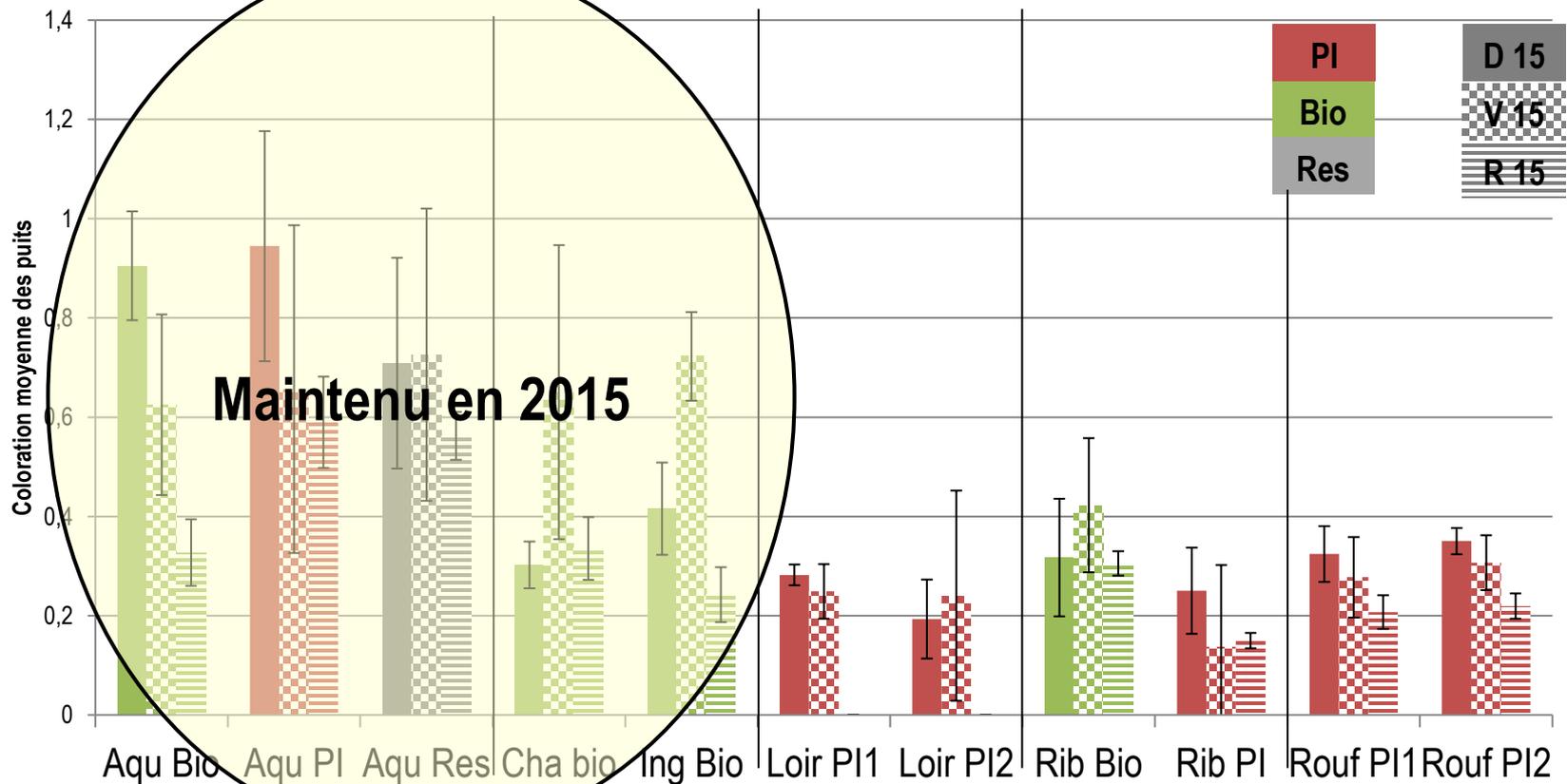
- Données diversité métabolique 2014





Diversité métabolique

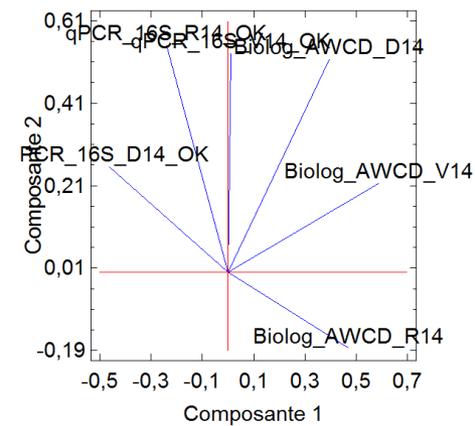
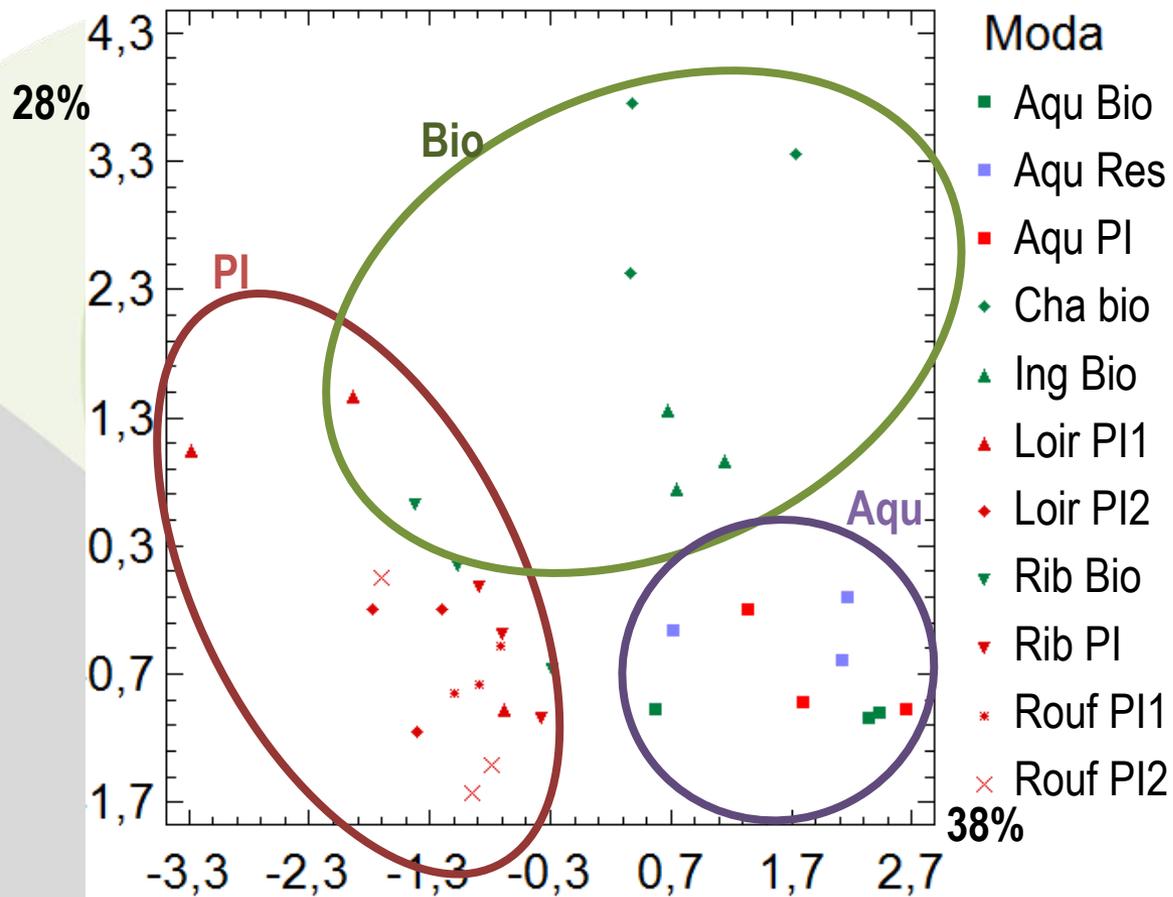
- Données diversité métabolique 2015





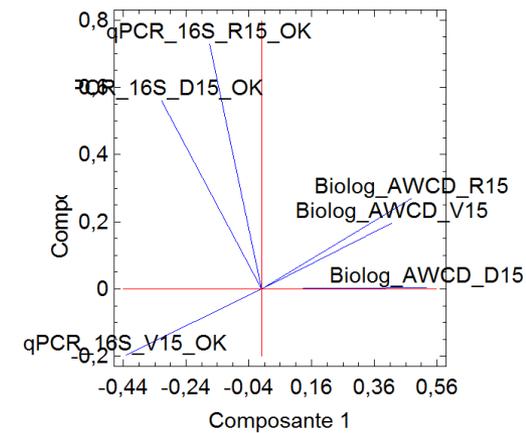
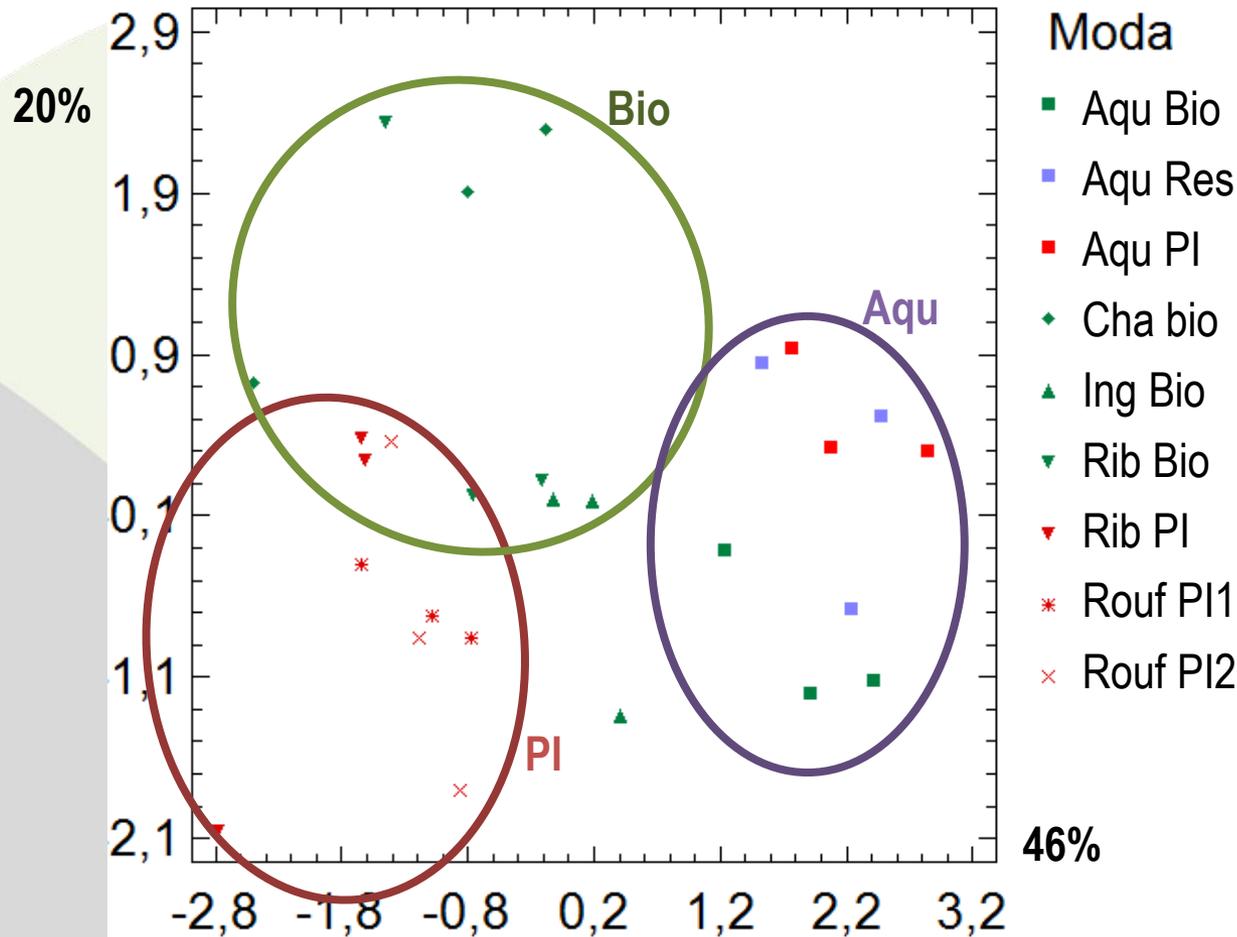
Analyse multivariée

- Données diversité métabolique (AWCD) et ADN 16S bactéries aux trois dates d'étude de 2014



Analyse multivariée

- Données diversité métabolique (AWCD) et ADN 16S aux trois dates d'étude de 2015



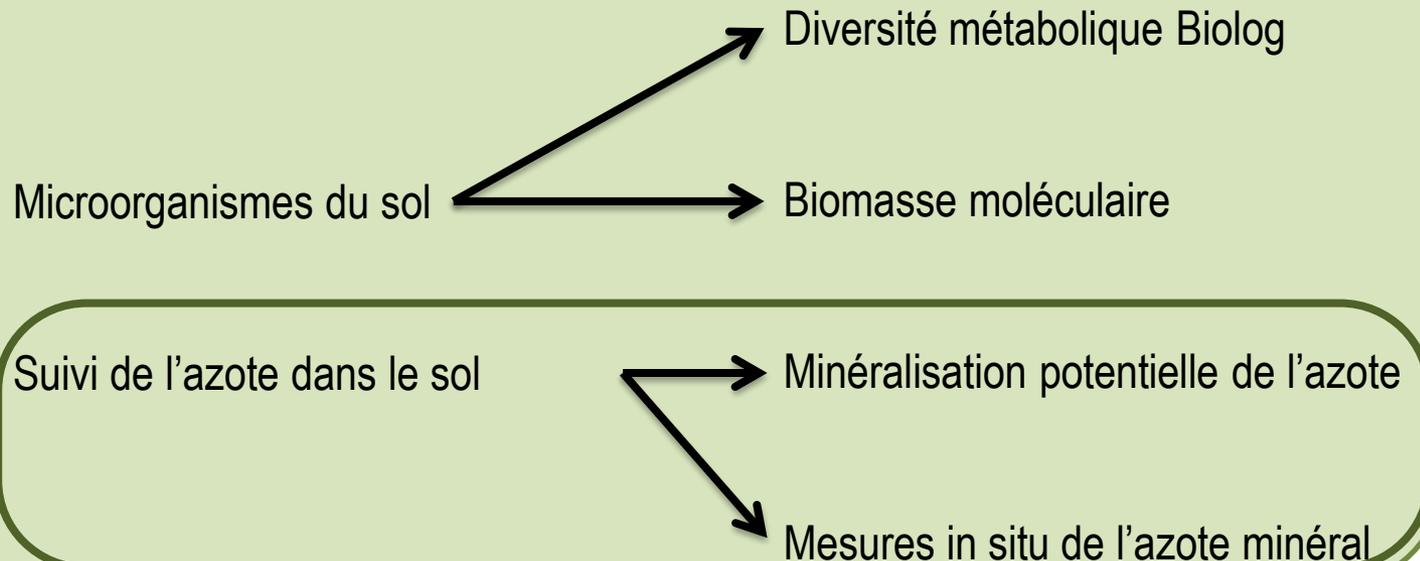


Prélèvements de sol

- Deux campagnes de mesure : 2014 et 2015
 - Trois dates de prélèvement par campagne



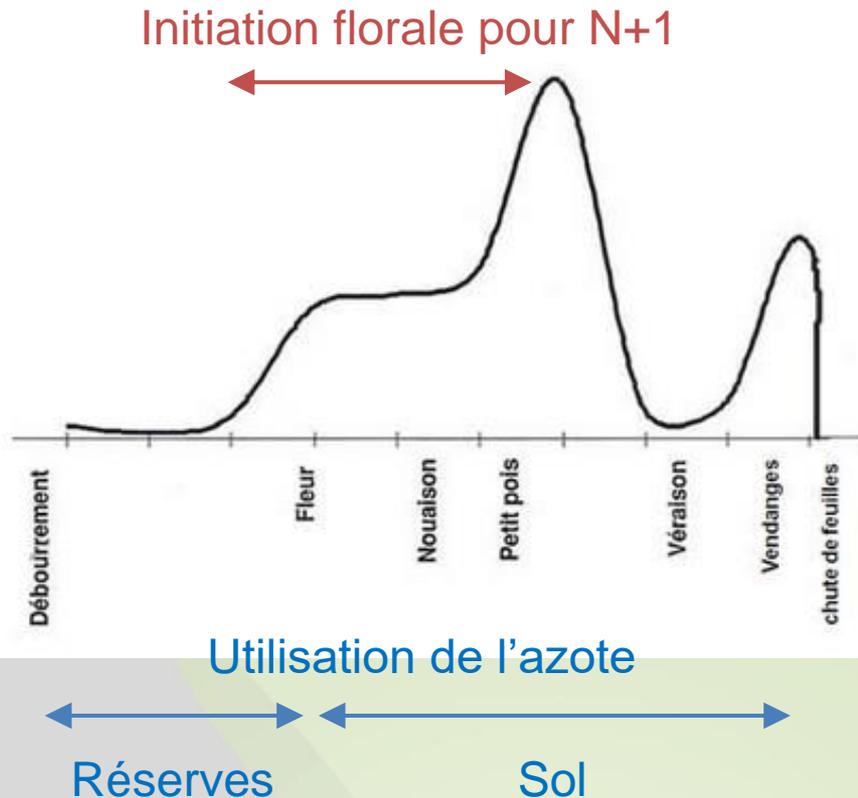
Prélèvements
sous le rang





L'azote et la vigne

Les facteurs impactant les rendements et la vigueur



- **Besoin** de la vigne: 20 à 90 kg d'N/ha selon les auteurs et objectifs de rendement
- Vigueur végétative: environ 1,5 m² de feuilles/kg de raisin
- L'élaboration du rendement se raisonne sur 2 ans

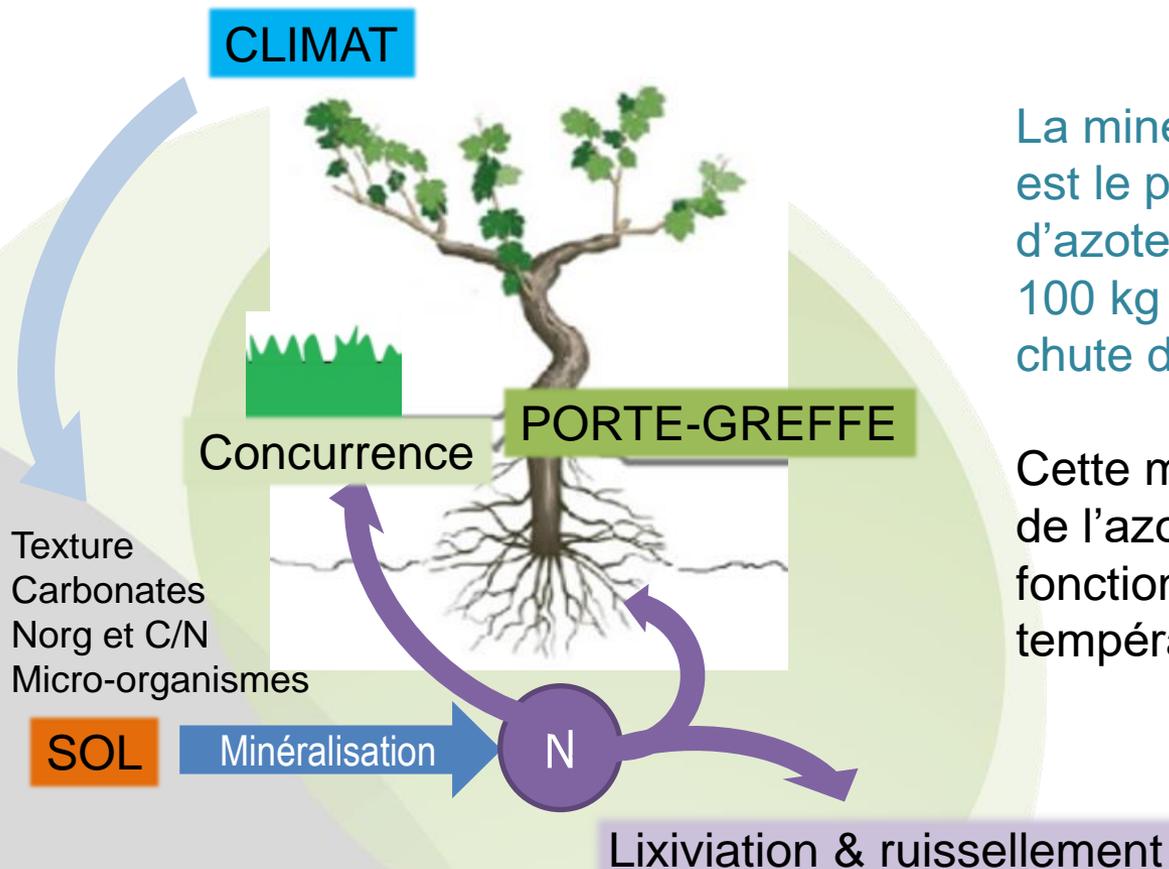
Une **carence** en N se traduit par:

- Diminution vigueur végétative
- Baisse des rendements
- Mauvaise fermentescibilité des moûts



L'azote et la vigne

Les facteurs impactant les rendements et la vigueur



La minéralisation de l'humus du sol est le poste principal de fourniture d'azote (calculés 2013-14: de 30 à 100 kg d'N/ha du débourrement à la chute des feuilles)

Cette minéralisation, comme celle de l'azote organique des engrais est fonction notamment de la température et de l'humidité du sol



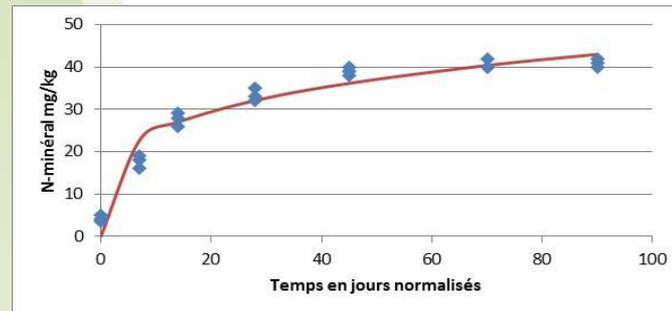
Suivi de l'azote

➤ Mesures en conditions contrôlées: Cinétique de minéralisation de l'azote

→ Modèle de minéralisation de N_{org} : $N_m = N_o (1 - \exp(-kt))$

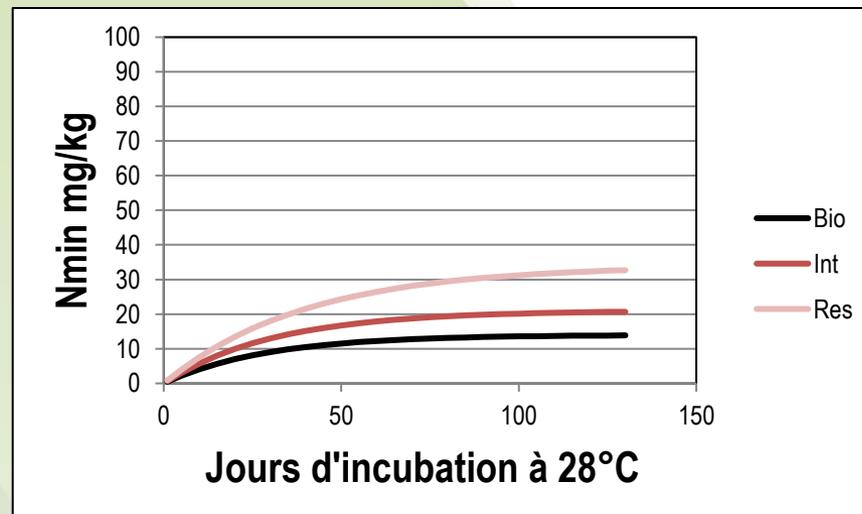
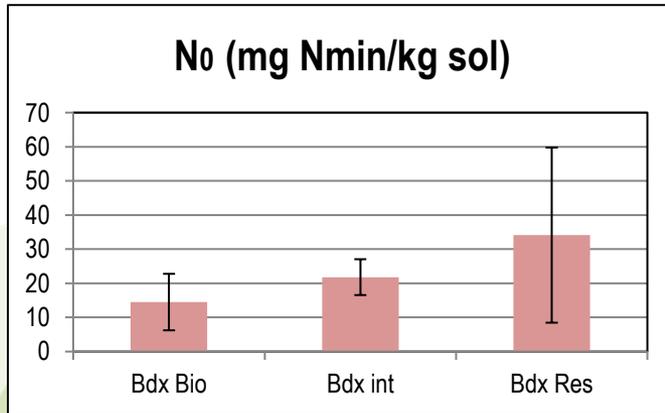
Fourniture du sol (N_0 : Azote maximal potentiellement minéralisable)

k : taux de minéralisation

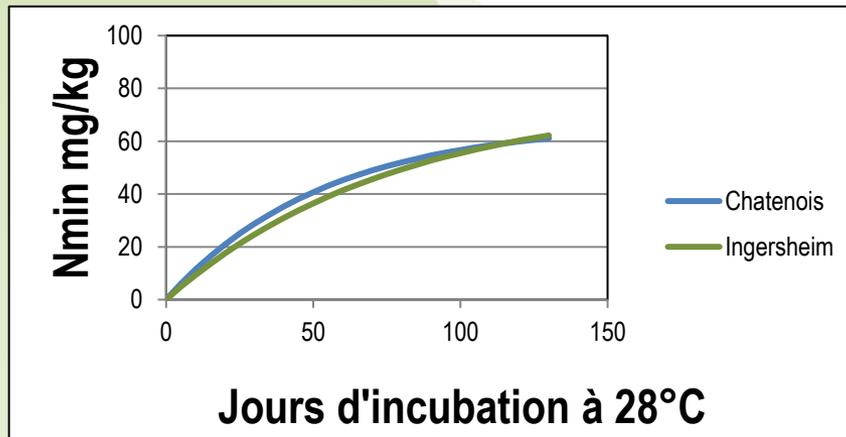
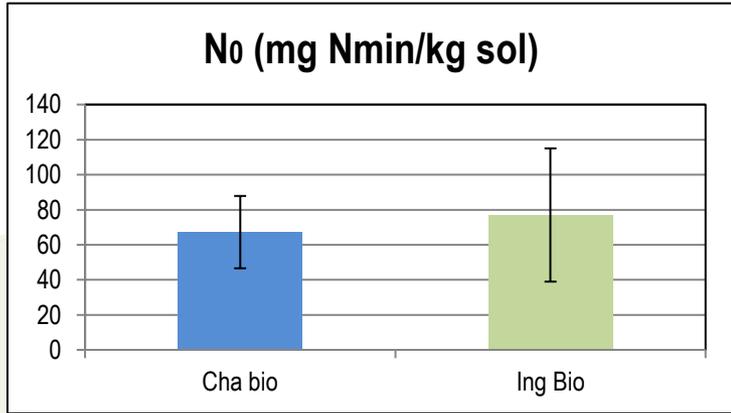


➤ Mesures in situ : C_{org} , N_{tot} , Suivi de N_{min} in situ (D, V et R)

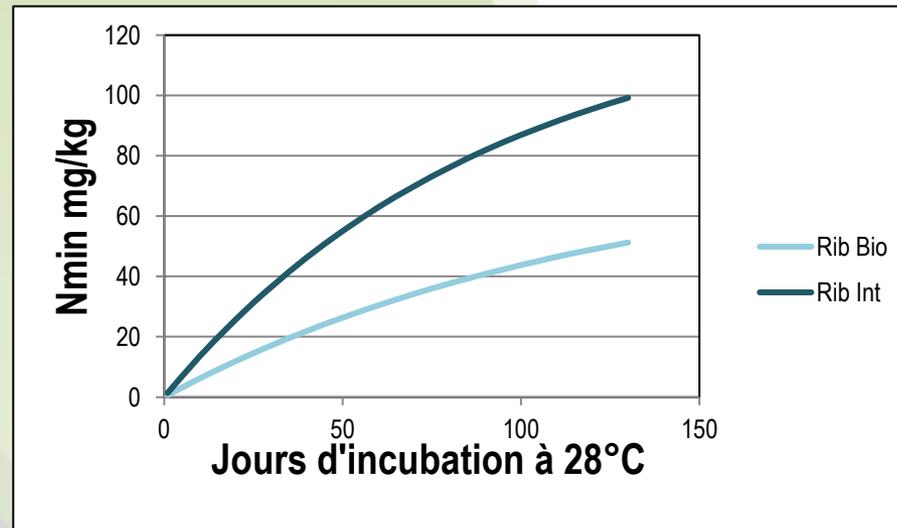
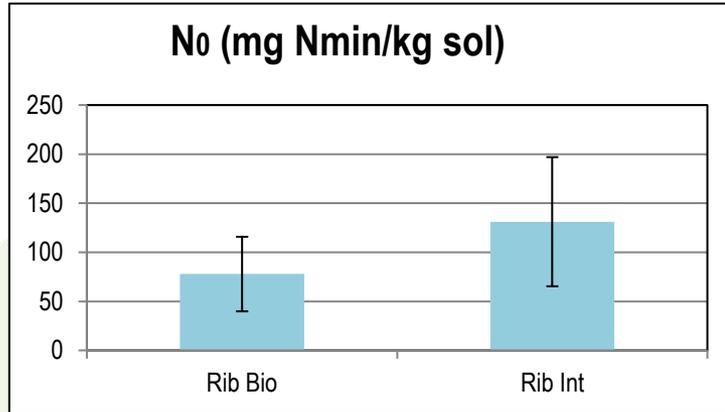
Minéralisation de N (2014): Bordeaux



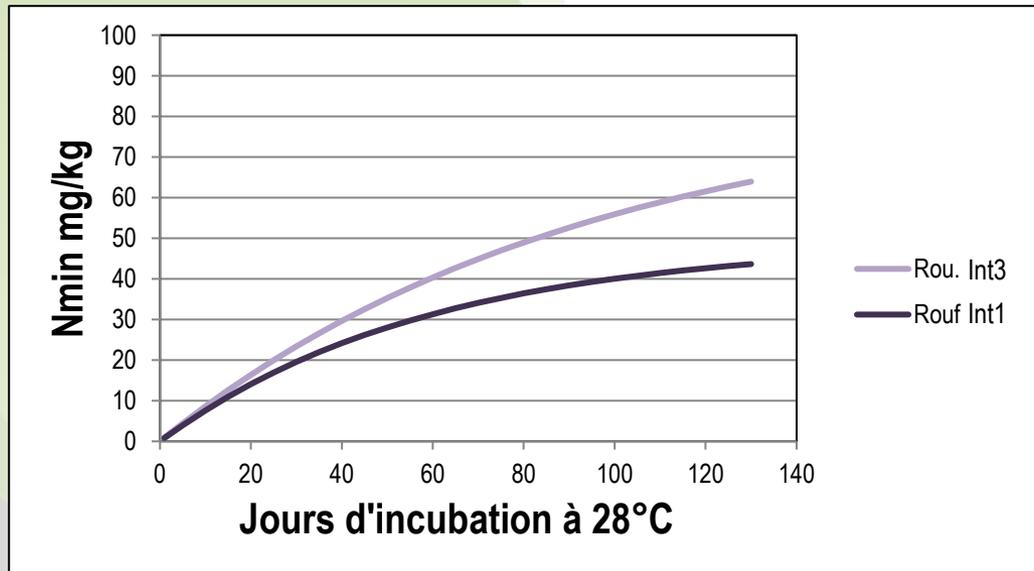
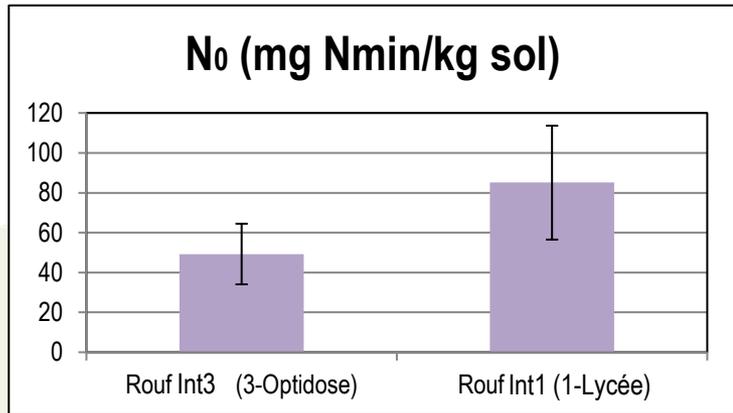
Minéralisation de N (2014): Chatenois/Ingersheim



Minéralisation de N (2014): Ribeauvillé

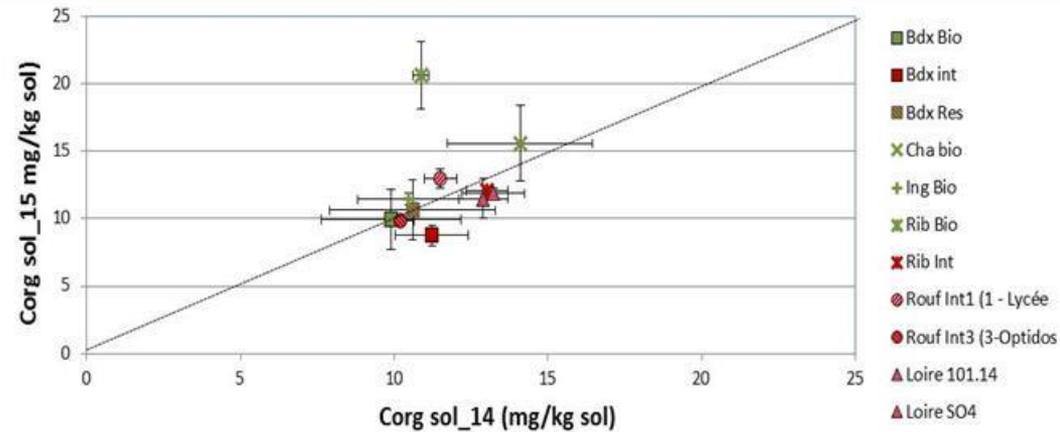
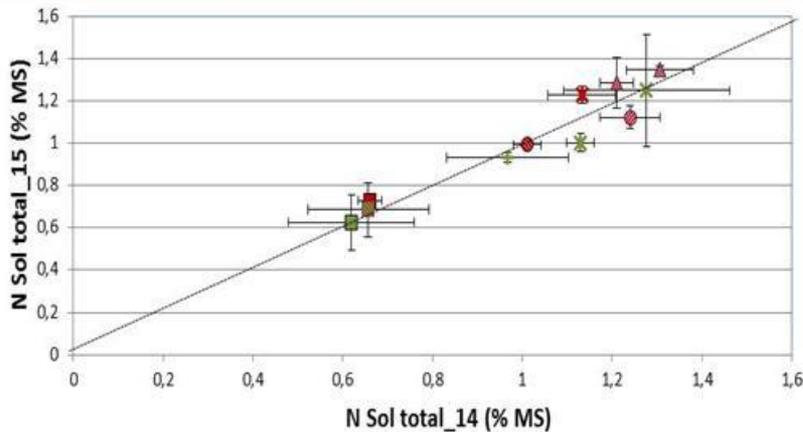


Minéralisation de N (2014): Rouffach





Teneurs en N total et Corg

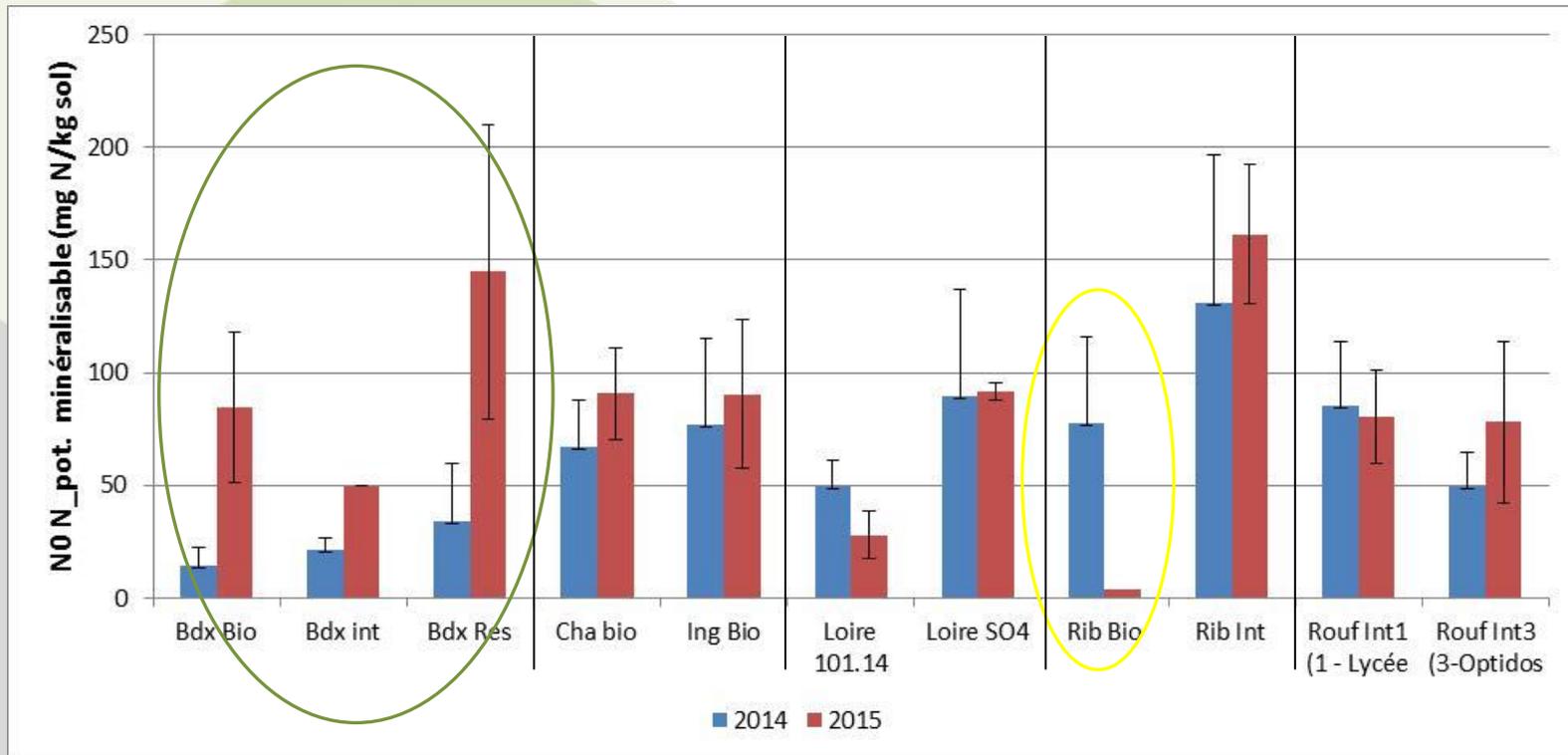


- Teneurs en N tot et Corg stables (sauf Rib Bio: Apport de paillage) entre 2014 et 2015



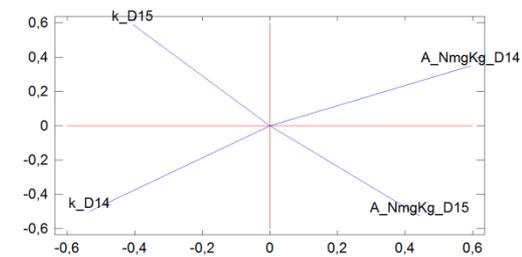
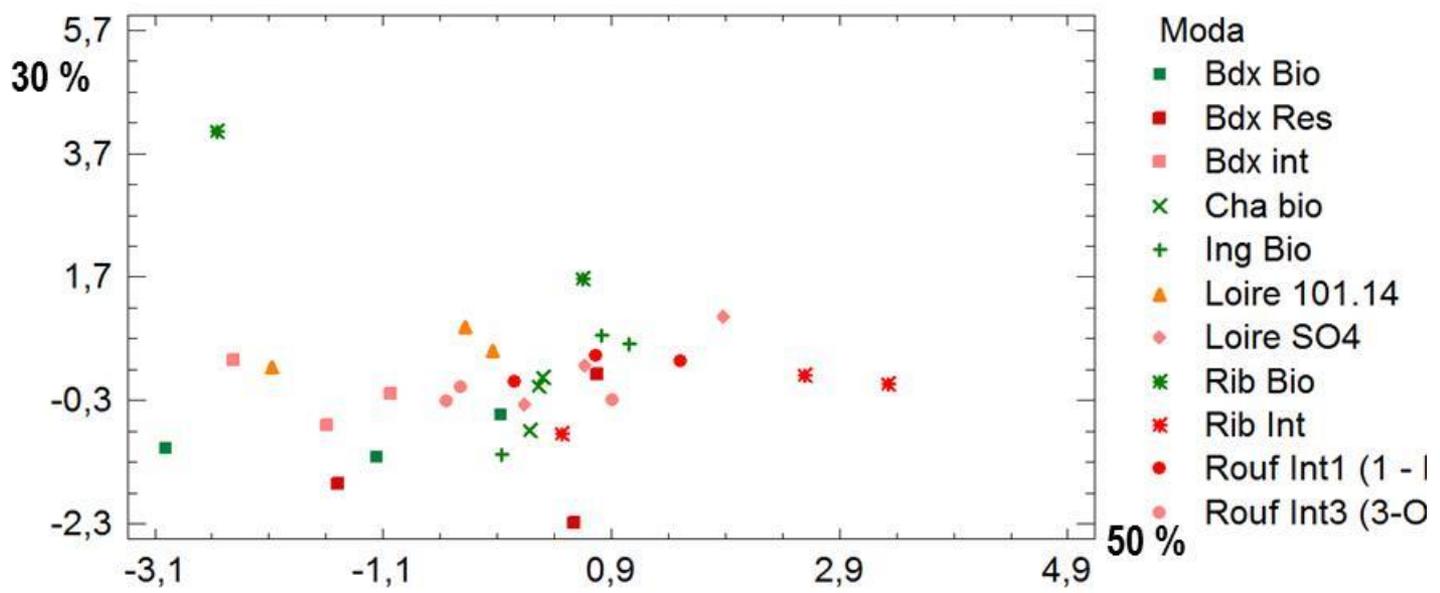
Minéralisation potentielle de l'azote

- Fourniture de N-minérale plus importante en 2015 pour les sites aquitains (différences liées à la diversité métabolique)
- Forte immobilisation de N pour le site Rib-Bio



Minéralisation de l'azote

- Pas de différences visibles entre les sites systèmes

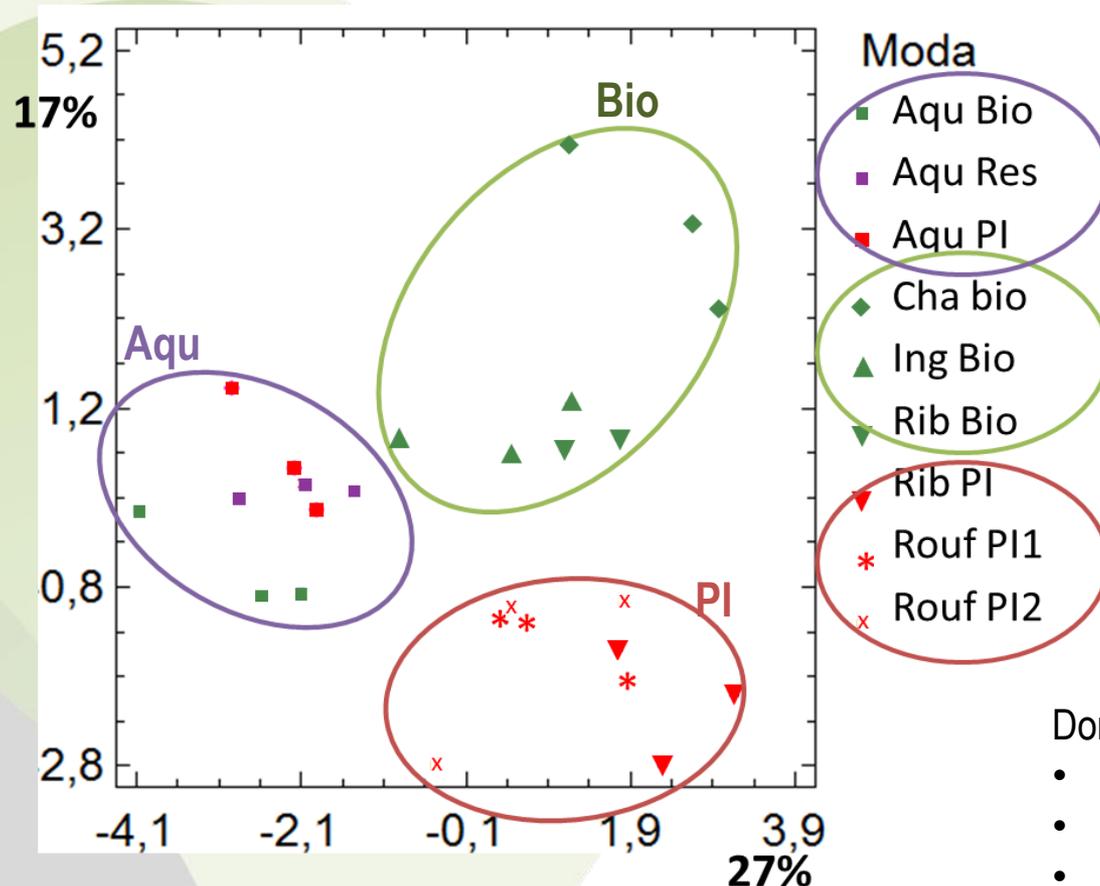




Qualité du sol

(activité biologique et minéralisation de N)

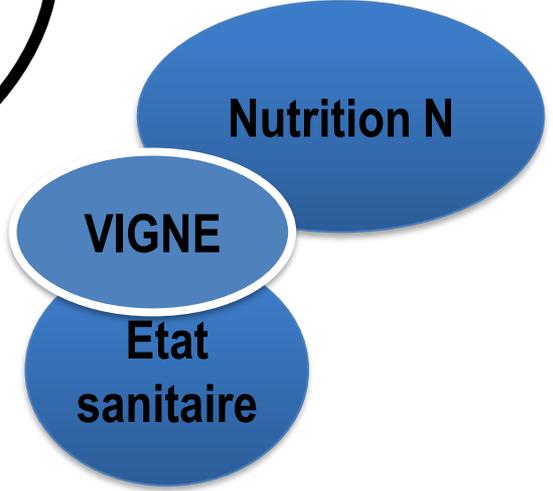
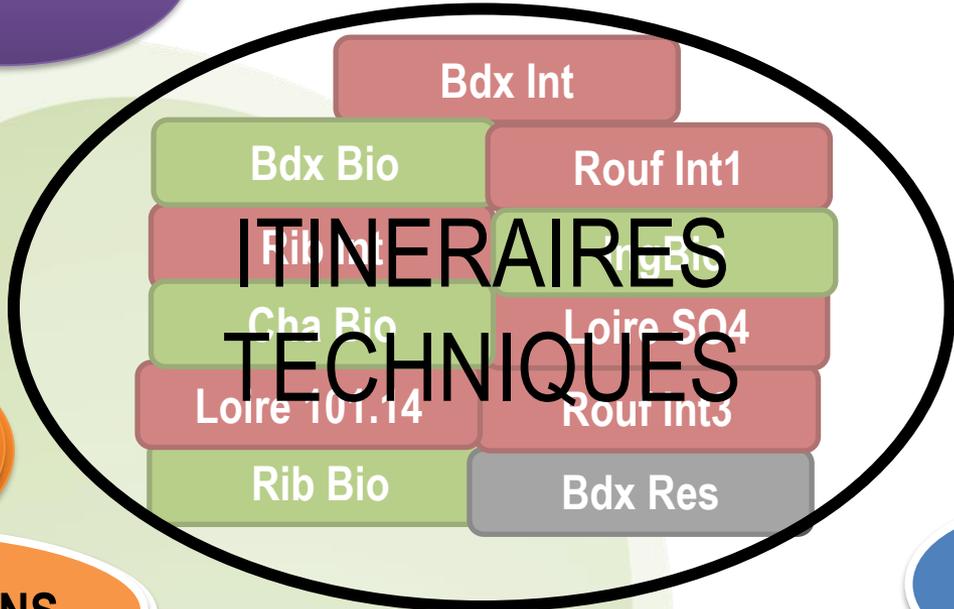
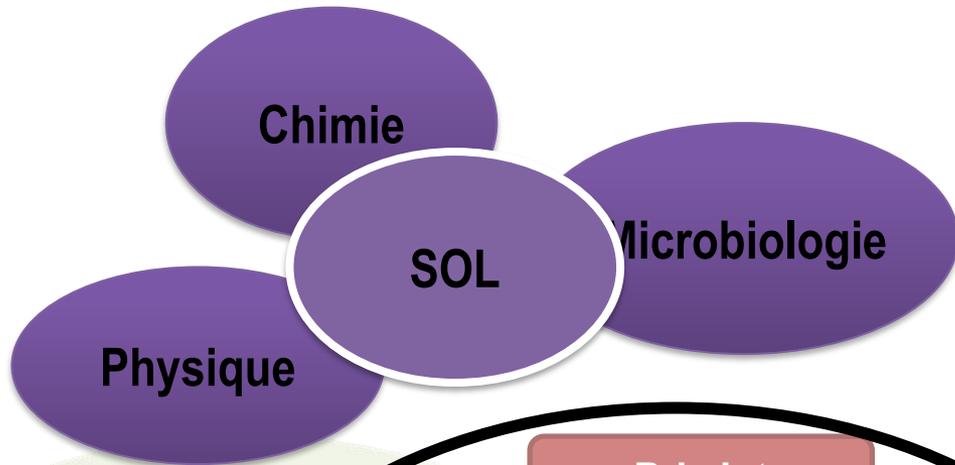
- Effet visible du **type de sol** (sol sableux en Aquitaine)
- Effet de la **pratique culturale** (PI et Bio)



Impact des pratiques viticoles sur la qualité des sols



- Conserver ou améliorer la qualité des sols en assurant la pérennité de toutes leurs potentialités.
- Des mesures biologiques simples, quantitatives, sont utilisables pour comparer les pratiques culturales et répondre à de vraies questions :
 - Evolution des stocks de M.O
 - Fourniture potentielle d'azote
 - L'activité biologique





Remerciements



UNION EUROPÉENNE

Fonds Européen de Développement Régional



Liberté • Égalité • Fraternité

RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

**MINISTÈRE
DE L'AGRICULTURE
DE L'AGROALIMENTAIRE
ET DE LA FORÊT**