



GIEE FertiSolBio04

Interprétation de 10 analyses de sol – leviers techniques pour améliorer ses pratiques

Intervenants :

Hélène VEDIE, ingénieure en maraîchage bio au GRAB, spécialisée sur le sol
Victor FRICHOT, conseiller maraîchage et houblon chez Agribio 04.



• **AGRIBIO 04** •

Les Agriculteurs **BIO** des Alpes de Haute-Provence

Mardi 8 mars 2022



• AGRIBIO 04 •

Les Agriculteurs BIO des Alpes
de Haute-Provence

Les analyses de sol du GIEE



Résumé

- 10 analyses de sol
5 en 2020 et 5 en 2021, sur **10 exploitations**
- Réalisées en 2020 par Lucie KOCH et en 2021 par Victor FRICHOT, Agribio 04
- Types d'analyses : laboratoire Celesta-lab, analyses physico-chimiques et biologiques

Physico-chimie : texture, pH, CEC, éléments nutritifs, oligo-éléments ;

Biologie : Matière Organique (MO), fractionnement de la MO, biomasse microbienne, activité microbienne (minéralisation)

+Interprétation personnalisée du laboratoire



Chez Yannick Maupetit, Banon



Chez Bojan Scheurer, La Brillanne



DIRECTION RÉGIONALE
DE L'ALIMENTATION
ET DE LA FORÊT
PROVENCE-ALPES-
CÔTE D'AZUR

GIEE FertiSolBio04 – Agribio 04
Hélène VEDIE et Victor FRICHOT



• AGRIBIO 04 •

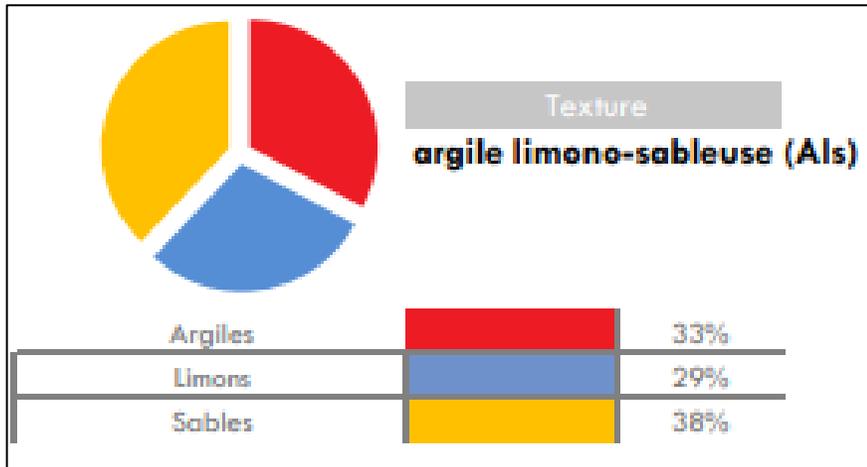
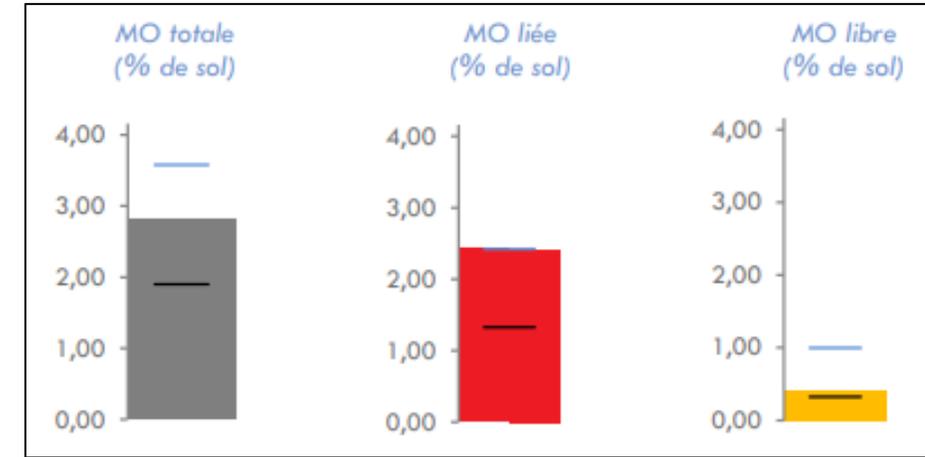
Les Agriculteurs BIO des Alpes de Haute-Provence

Les analyses de sol du GIEE



Points de vigilance pour mieux interpréter ses analyses

- L'analyse de sol est un outil complexe, il est judicieux de bien regarder les indicateurs qui vous serviront vraiment par la suite.
- C'est **un état des lieux à un instant donné** (le moment du prélèvement), il faut nuancer les résultats obtenus selon la saison et vos pratiques en amont et aval.
- Il faut bien **questionner l'organisme** qui réalise votre analyse sur chaque indicateur pour être en capacité de l'interpréter ensuite.
- **Noter le point de prélèvement** et prévoir de réaliser à nouveau une **analyse 5 ans après** (même période idéalement), c'est là qu'une évolution sera analysable et pertinente.



- La texture du sol est une composante qui ne varie pas dans le temps :
- Vous pouvez la demander une fois lors de votre 1^{ère} analyse, et la retirer de vos prochaines analyses (cela fera baisser le coût de ces dernières)
- Elle sert de référence aux labos pour fixer ses seuils et effectuer des recommandations **adaptées** à votre sol. La texture influe sur la majorité des paramètres de votre sol, d'où son importance.



• AGRIBIO 04 •

Les Agriculteurs BIO des Alpes de Haute-Provence

Les analyses de sol du GIEE



Zoom sur la physico-chimie

Producteurs	Mois/Année du prélèvement	Parcelle - culture actuelle	Précédent	Antécédent de la parcelle	Texture du sol				Statut acido-basique								Potential nutritif (éléments majeurs assimilables et échangeables)				Oligo-éléments (mg/kg, Na2O g/kg pour Sodium)					
					Argiles (%)	Limons (%)	Sables (%)	Texture	pH	Calcaire actif (%)	Calcaire total (g/kg)	CaO (g/kg)	CEC (meq/100g)	K/CEC	Mg/CE C	Ca/CEC	Na/CE C	P2O5 (g/kg)	K2O (g/kg)	MgO (g/kg)	K2O/M gO	Cuivre	Manganèse	Fer	Zinc	Sodium
<i>REFERENCE</i>								-	7	-	-	-	15	-	-	-	-	0,06 - 0,1	0,3-0,4	0,12 - 0,16	-	1	10	11,9	3,5	<0,1
Léa Arancio	mars-20	serre n°1 - ?	?	?	12	27	60	sable argilo-limoneux	8,3	-	138	11,48	8,9	4,2	18,7	>150	1,2	0,042	0,174	0,33	0,5	1,09	14,94	14,03	9,25	0,032
Bojan Scheurer	mars-20	? - Vesce-seigle	?	culture de betterave et blé en conventionnel	20	62	18	limon argileux	8,4	-	165	14,19	7,9	8,9	15	>150	0,5	0,035	0,329	0,237	1,4	3,76	15,56	10	1,47	0,013
Philippe Girard	mars-20	La grande parcelle - ?	?	?	17	64	19	limon	8,4	-	369	12,88	6,3	7	17,5	>150	<0,5	0,029	0,206	0,221	0,9	4,03	15,17	<10,01	1,9	<0,01
Bruno Carpentier	mars-20	? - Mulch-paille	?	?	25	54	21	limon argilo-sableux	8,2	-	198	13,72	12,4	11,4	14,3	>150	<0,3	0,057	0,664	0,354	1,9	11,8	22,65	32,01	3,42	<0,01
Guillaume Joubert	mars-20	Pèbre - couvert diversifié	?	très vieilles prairies permanentes	18	51	31	Limonsableux	8,1	-	188	13,76	13,7	2,8	10,5	>150	0,7	0,059	0,179	0,288	0,6	2,99	16,3	10	3,36	0,028
Eric Richaud	21-avr-21	Prairie labourée au 15 mars	5 ans de prairie (luzerne, sainfoin, RGI et RGA)		19	38	44	Limonsableux	8,3	-	142	14,68	12,2	3,7	9,2	>150	0,3	0,05	0,21	0,225	0,9	1,05	8,76	12,98	2,11	0,011
Florian Pascal	16-mars-21	Moulin Brun - sol nu	Salade de printemps (+ choux ??), resté sol nu ensuite	?	33	29	38	argile limono-sableuse	8,3	-	95	14,36	18	7,1	13,8	>150	0,6	0,054	0,603	0,495	1,2	2,5	7,66	<10,02	1,33	0,034
Valentin Nycz	31-mars-21	Engrais vert vesce-avoine	?	Prairies	24	46	31	limon argilo-sableux	8,2	-	204	14,78	15,4	3,3	16,6	>150	0,6	0,017	0,236	0,51	0,5	1,77	9,19	19,71	1,25	0,03
Yannick Maupetit	18-mars-21	Jardin 9 - Zone haute	?	?	25	24	51	argilo-sableux	8,1	-	55	12,59	11,7	4,7	11,9	>150	1	0,035	0,256	0,278	0,9	1,35	4,24	20,02	1,45	0,035
Bruno Molling	24-nov-21	Defends bas - sol nu	?		27	71	3	Limonsableux	8,4	16	491	13,15	15,2	3,9	8,5	>150	0,2	0,05	0,282	0,258	1,1	1,67	7,31	27,19	1,98	0,01





• AGRIBIO 04 •

Les Agriculteurs BIO des Alpes de Haute-Provence

Les analyses de sol du GIEE



Zoom sur la physico-chimie

Producteurs	Mois/Année du prélèvement	Parcelle - culture actuelle	Précédent	Antécédent de la parcelle	Texture du sol				Statut acido-basique								Potentiel nutritif (éléments majeurs assimilables et échangeables)				Oligo-éléments (mg/kg, Na2O g/kg pour Sodium)					
					Argiles (%)	Limons (%)	Sables (%)	Texture	pH	Calcaire actif (%)	Calcaire total (g/kg)	CaO (g/kg)	CEC (meq/100g)	K/CEC	Mg/CEC	Ca/CEC	Na/CEC	P2O5 (g/kg)	K2O (g/kg)	MgO (g/kg)	K2O/MgO	Cuivre	Manganèse	Fer	Zinc	Sodium
REFERENCE								-	7	-	-	-	15	-	-	-	-	0,06 - 0,1	0,3-0,4	0,12 - 0,16	-	1	10	11,9	3,5	<0,1
Léa Arancio	mars-20	serre n°1 - ?	?	?	12	27	60	sable argilo-limoneux	8,3	-	138	11,48	8,9	4,2	18,7	>150	1,2	0,042	0,174	0,33	0,5	1,09	14,94	14,03	9,25	0,032
Bojan Scheurer	mars-20	? - Vesce-seigle	?	culture de betterave et blé en conventionnel	20	62	18	limon argileux	8,4	-	165	14,19	7,9	8,9	15	>150	0,5	0,035	0,329	0,237	1,4	3,76	15,56	10	1,47	0,013
Philippe Girard	mars-20	La grande parcelle - ?	?	?	17	64	19	limon	8,4	-	369	12,88	6,3	7	17,5	>150	<0,5	0,029	0,206	0,221	0,9	4,03	15,17	<10,01	1,9	<0,01
Bruno Carpentier	mars-20	? - Mulch-paille	?	?	25	54	21	limon argilo-sableux	8,2	-	198	13,72	12,4	11,4	14,3	>150	<0,3	0,057	0,664	0,354	1,9	11,8	22,65	32,01	3,42	<0,01
Guil																		0,059	0,179	0,288	0,6	2,99	16,3	10	3,36	0,028
E																		0,05	0,21	0,225	0,9	1,05	8,76	12,98	2,11	0,011
Fl																		0,054	0,603	0,495	1,2	2,5	7,66	<10,02	1,33	0,034
Va																		0,017	0,236	0,51	0,5	1,77	9,19	19,71	1,25	0,03
Yan																		0,035	0,256	0,278	0,9	1,35	4,24	20,02	1,45	0,035
Br																		0,05	0,282	0,258	1,1	1,67	7,31	27,19	1,98	0,01

- **Phosphore P** : sols plutôt pauvres en P ici (fourchette basse des seuils), tendance liée au caractère calcaire des sols du territoire. Cela est rarement préjudiciable pour les cultures, mais en deçà de 0,02 g/kg il faut compenser ce manque.
Comment ? Engrais verts de crucifères (moutarde, radis) qui rendent biodisponibles cet élément, + des apports d'engrais organiques riches en P, mais /!\ à vérifier la composition : il faut du phosphate organique et non du « phosphate naturel » peu assimilable en sols calcaires.
- **Magnésium Mg** : sols bien pourvus, /!\ ce n'est pas nécessaire d'apporter trop de Mg, privilégier des engrais organiques qui apportent 4-5 fois moins de Mg que de K
- **Azote N et potassium K** : ce sont des éléments lessivables, attention aux excès !
- **Azote N** : l'azote total (g/kg) est indiqués sur les analyses biologiques, ce n'est pas l'azote assimilable. Pour l'azote assimilable, les mesures de reliquat via le nitratesont de très bons indicateurs, notamment en début de saison pour ajuster sa ferti selon les reliquats dans le sol.
- **Oligo-éléments** : mis à part le cuivre qui peut générer une phytotoxicité à forte dose avec une forte rémanence dans le sol, les autres éléments ne sont pas à considérer de manière primordiale, peu de carences observées sur le terrain pour ces derniers. De manière générale en agriculture biologique, ces oligo-éléments sont apportés par les MO (engrais organiques, les fumiers, etc.)





• AGRIBIO 04 •

Les Agriculteurs BIO des Alpes
de Haute-Provence

Les analyses de sol du GIEE



Zoom sur la biologie

Producteur	Descriptif du sol			Fractionnement de la MO									Biomasse microbienne (kg/ha)						Activité microbienne			
	Texture du sol	CEC (meq/100g)	pH	MO totale	C/N	MO liée (% de sol)	C/N	MO libre (% de sol)	C/N	Equilibre MO liée/MO libre (% de la MO totale)	Carbone (g/kg)	Azote (g/kg)	BM (mg C/kg)	N	P	K	Ca	Mg	Minéralisation C et N			
																			C minéralisé en 28j (mg/kg/28j)	Indice de minéralisation (%)	N minéralisé en 28j (mg/kg/28j)	Indice de minéralisation (%)
Florian Pascal	argile limono-sableuse	18	8,3	2,8	11,4	2,4	10,8	0,4	16,7	86	16,4	1,4	590	199	154	130	19	19	493,1	3	19,4	1,3
Yannick Maupetit	argilo-sableux	11,7	8,1	3,2	10,6	2,7	10,4	0,5	12,1	85	18,7	1,8	651	232	179	151	22	22	556,9	3	34,8	2
Bojan Scheurer	limon argileux	7,9	8,4	1,9	9,5	1,5	9	0,3	12,2	83	10,8	1,1	337	142	109	92	13	13	562	5,2	30,6	2,7
Bruno Molling	limon argileux	15,2	8,4	3,3	10,6	3,1	10,3	0,2	15,1	93	19,2	1,8	526	210	162	137	20	20	240	1,2	25,7	1,4
Bruno Carpentier	limon argilo-sableux	12	8,2	3,3	9,3	2,6	8,5	0,7	14,2	79	19,2	2,1	605	258	200	169	24	24	813	4,2	16,4	0,8
Valentin Nycz	limon argilo-sableux	15,4	8,2	4,1	10,3	3,4	9,8	0,7	13,5	83	23,6	2,3	890	401	310	262	37	37	429,4	1,8	18,4	0,8
Philippe Girard	limon	6,3	8,4	1,9	9,2	1,4	8,3	0,5	13,3	75	11,1	1,2	349	136	105	89	13	13	630	5,7	42,8	3,5
Guillaume Joubert	limon sablo-argileux	13,7	8,1	4,5	9,6	3,7	9,1	0,8	12,8	82	26,4	2,8	651	212	164	139	20	20	813	3,1	55,6	2
Eric Richaud	limon sablo-argileux	12,2	8,3	2	9,6	1,4	8,9	0,5	12,3	73	11,4	1,2	386	151	117	99	14	14	504	4,4	21,7	1,8
Léa Arancio	sable argilo-limoneux	8,9	8,3	1,8	9,2	1,2	8,6	0,6	11,1	67	10,5	1,1	362	155	120	101	14	14	551	5,2	28,8	2,5





• AGRIBIO 04 •

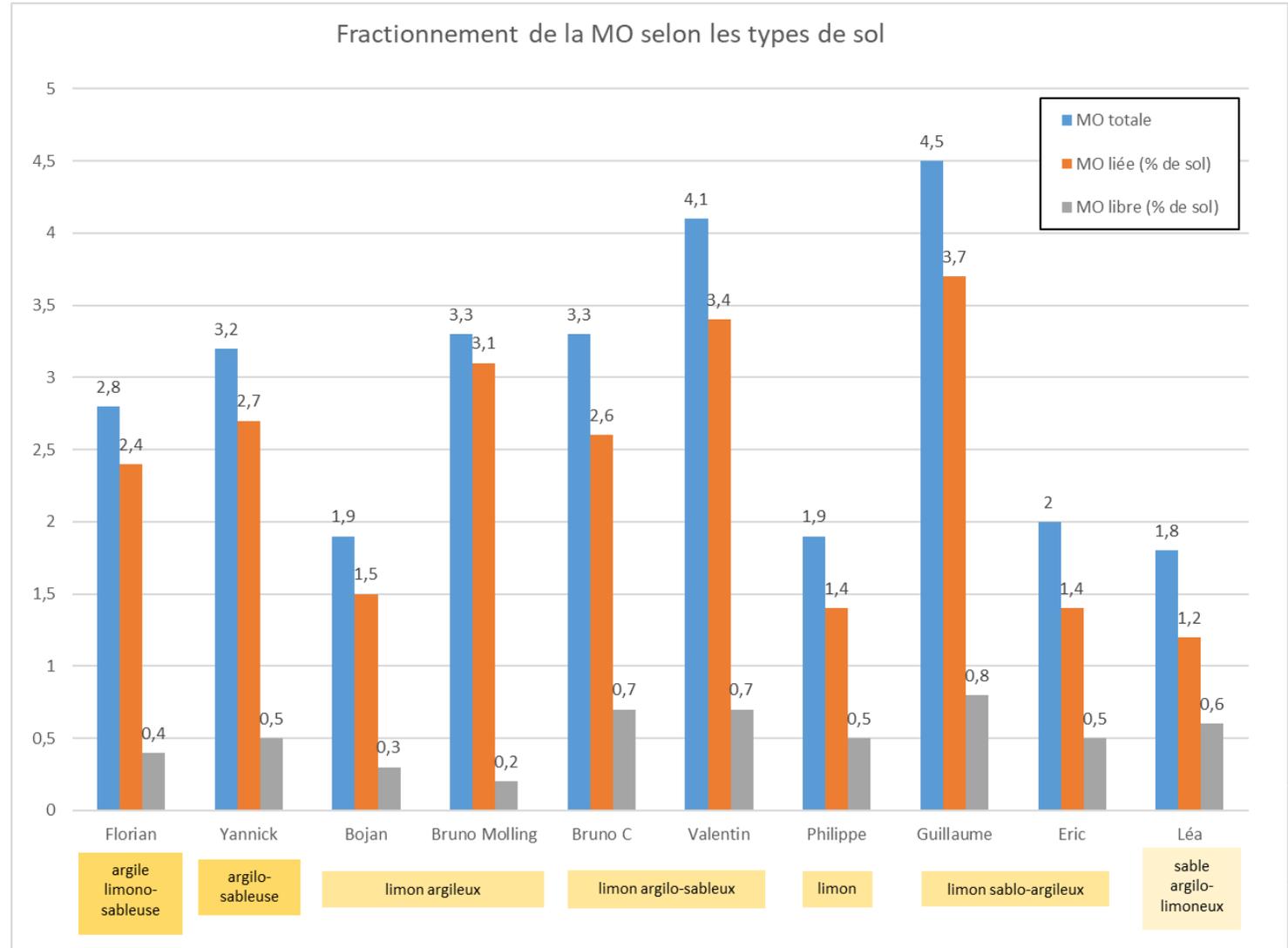
Les Agriculteurs BIO des Alpes de Haute-Provence

Les analyses de sol du GIEE



Fractionnement de la Matière Organique (MO)

Producteur	Texture du sol	MO totale	MO liée (% de sol)	MO libre (% de sol)
Florian	argile limono-sableuse	2,8	2,4	0,4
Yannick	argilo-sableux	3,2	2,7	0,5
Bojan	limon argileux	1,9	1,5	0,3
Bruno Molling	limon argileux	3,3	3,1	0,2
Bruno C	limon argilo-sableux	3,3	2,6	0,7
Valentin	limon argilo-sableux	4,1	3,4	0,7
Philippe	limon	1,9	1,4	0,5
Guillaume	limon sablo-argileux	4,5	3,7	0,8
Eric	limon sablo-argileux	2	1,4	0,5
Léa	sable argilo-limoneux	1,8	1,2	0,6



Tendance générale : faible taux de MO libre

→ Manque d'apport de MO fraîche, ou trop forte dégradation de cette MO (activité biologique et/ou travail du sol)

→ Réguler par des apports plus fréquents de fumier frais (ou peu composté), de couverts végétaux y compris en été (avec du sorgho par exemple)

→ La MO libre ne dépend pas de la texture du sol (contrairement à la MO liée)

Taux de MO liée (= humus stable)

→ Apport de matière compostée / stable pour l'améliorer, c'est la composante qui permet d'obtenir une meilleure : structure, rétention d'eau, CEC, ... MEILLEURE RESILIENCE

→ Il sera susceptible d'augmenter via les apports de MO fraîche



• AGRIBIO 04 •

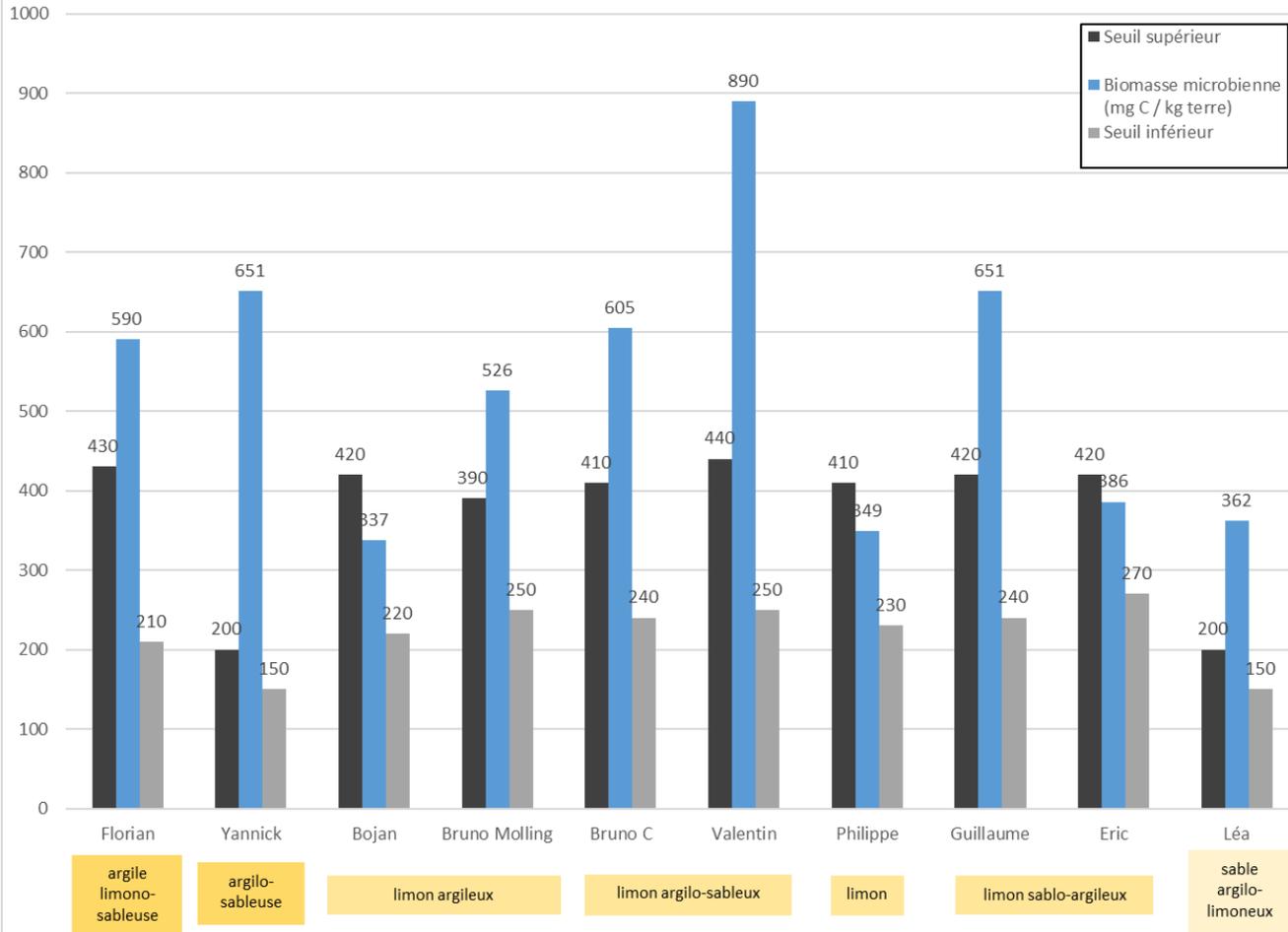
Les Agriculteurs **BIO** des Alpes de Haute-Provence

Les analyses de sol du GIEE



Biomasse microbienne (BM)

Biomasse microbienne (mg C / kg terre) selon la texture du sol



Producteur	Texture du sol	Seuil supérieur	Biomasse microbienne (mg C / kg terre)	Seuil inférieur
Florian	argile limono-sableuse	430	590	210
Yannick	argilo-sableux	200	651	150
Bojan	limon argileux	420	337	220
Bruno Molling	limon argileux	390	526	250
Bruno C	limon argilo-sableux	410	605	240
Valentin	limon argilo-sableux	440	890	250
Philippe	limon	410	349	230
Guillaume	limon sablo-argileux	420	651	240
Eric	limon sablo-argileux	420	386	270
Léa	sable argilo-limoneux	200	362	150

La biomasse microbienne comprend : bactéries et champignon. Dans le sol, cette BM représente plus de la moitié de la biomasse des organismes du sol, elle est dynamique et varie (en quantité et diversité) au cours du temps.

Tendance générale : très bonne biomasse microbienne (BM)

- Cette BM est notamment liée aux antécédents des parcelles (plus forte sur les précédents prairies de Guillaume et Valentin).
- Ces valeurs très élevées montrent un potentiel d'activité important, et un renouvellement des communautés microbiennes libérateur de beaucoup de nutriments
- Il est possible que les pratiques de chacun favorise différentes communautés microbiennes, attention à varier les apports de MO pour diversifier la flore microbienne qui en résulte ?

bio 04

Hélène VEDIE et Victor FRICHOT



• AGRIBIO 04 •

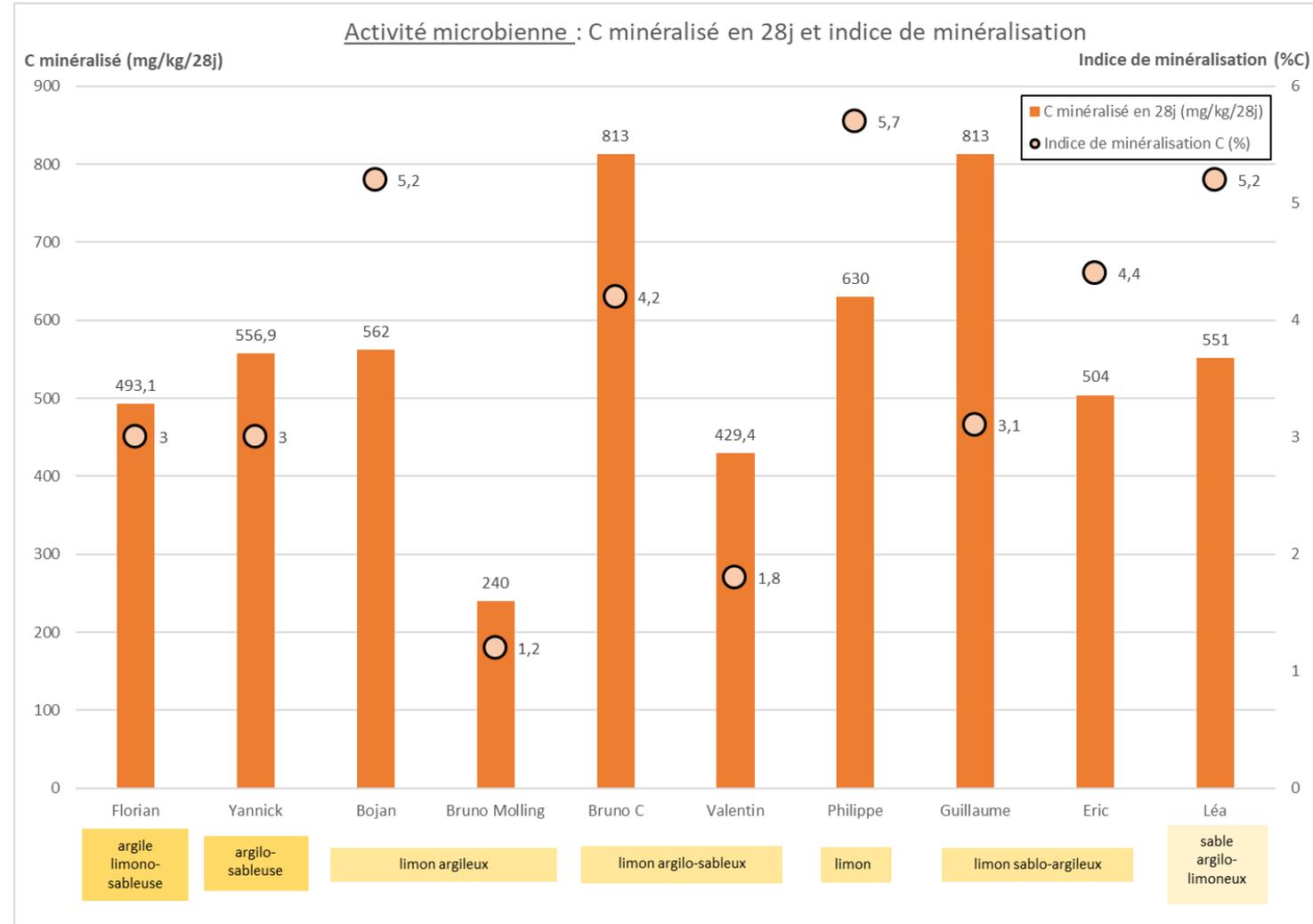
Les Agriculteurs BIO des Alpes de Haute-Provence

Les analyses de sol du GIEE



Activité microbienne : minéralisation du carbone (C)

Producteur	Texture du sol	C minéralisé en 28j (mg/kg/28j)	Indice de minéralisation C (%)
Florian	argile limono-sableuse	493,1	3
Yannick	argilo-sableux	556,9	3
Bojan	limon argileux	562	5,2
Bruno Molling	limon argileux	240	1,2
Bruno C	limon argilo-sableux	813	4,2
Valentin	limon argilo-sableux	429,4	1,8
Philippe	limon	630	5,7
Guillaume	limon sablo-argileux	813	3,1
Eric	limon sablo-argileux	504	4,4
Léa	sable argilo-limoneux	551	5,2



Tendance générale : forte variabilité en termes d'activité

- D'autres facteurs que la BM influencent la minéralisation
- Sur des parcelles avec une faible MO, une faible BM, l'activité peut être plus intense que d'autres (comparaison Bojan et Bruno Molling)
- La MO libre peut expliquer en partie les différences, il convient dans tous les cas de la favoriser pour maintenir une BM active.

Hypothèses de travail sur la dégradabilité du carbone C

- Si aucun travail du sol n'a été fait plusieurs mois avant le prélèvement, il est possible que la communauté microbienne soit davantage mixte entre des bactéries et des champignons, ces derniers minéralisant davantage le C
- Un travail du sol trop fréquent peut perturber fortement la minéralisation du C



• AGRIBIO 04 •

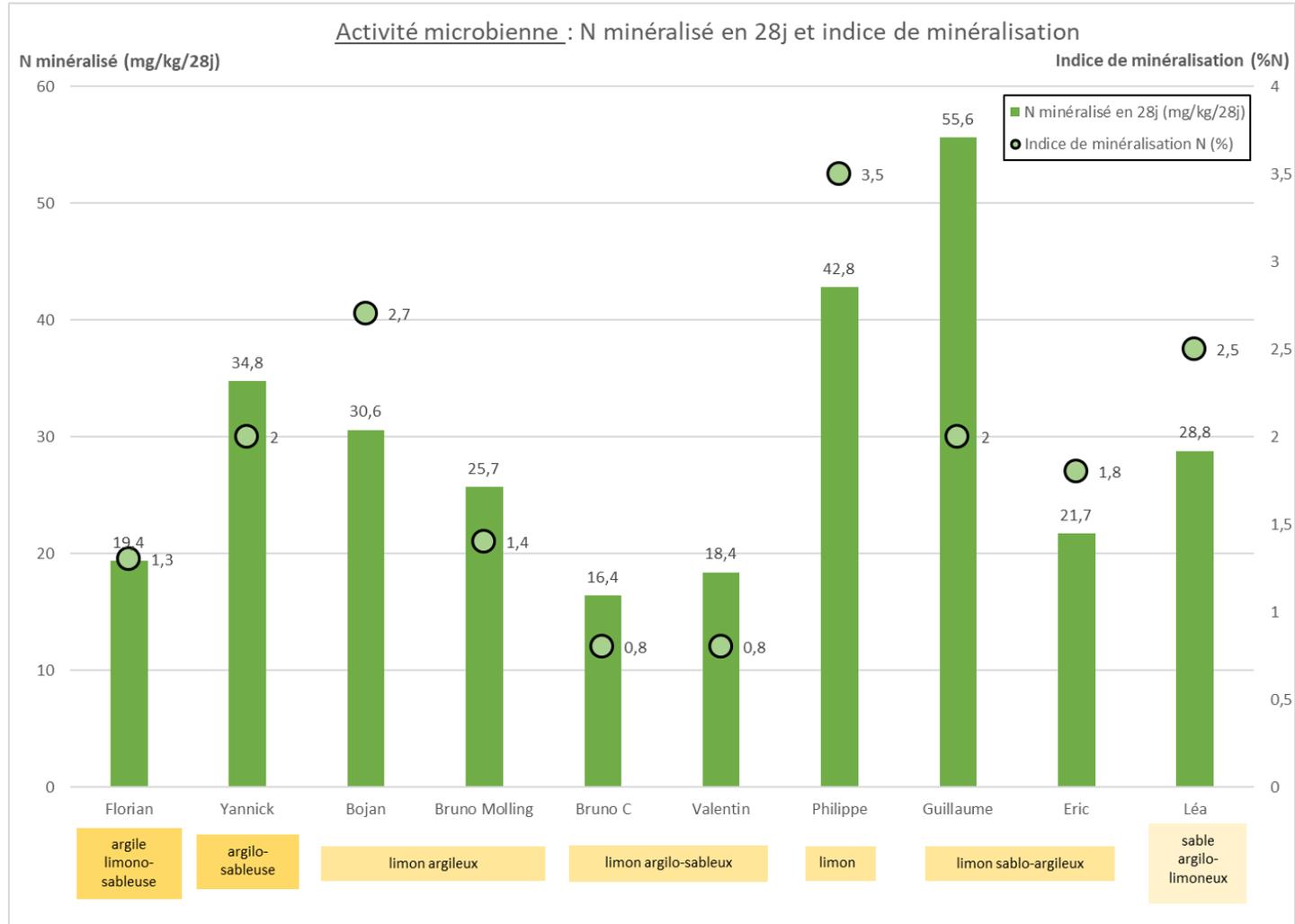
Les Agriculteurs BIO des Alpes de Haute-Provence

Les analyses de sol du GIEE



Activité microbienne : minéralisation de l'azote (N)

Producteur	Texture du sol	N minéralisé en 28j (mg/kg/28j)	Indice de minéralisation N (%)
Florian	argile limono-sableuse	19,4	1,3
Yannick	argilo-sableux	34,8	2
Bojan	limon argileux	30,6	2,7
Bruno Molling	limon argileux	25,7	1,4
Bruno C	limon argilo-sableux	16,4	0,8
Valentin	limon argilo-sableux	18,4	0,8
Philippe	limon	42,8	3,5
Guillaume	limon sablo-argileux	55,6	2
Eric	limon sablo-argileux	21,7	1,8
Léa	sable argilo-limoneux	28,8	2,5



Tendance générale : forte variabilité en termes d'activité

→ Certaines parcelles observent des tendances identiques sur la minéralisation du C et du N, d'autres observent des tendances inverses difficiles à expliquer

→ Globalement, des activités faibles témoignent d'un manque d'alimentation du compartiment microbien, ce dernier étant plus ou moins actif lorsque mis en conditions optimales

Hypothèses de travail sur la dégradabilité de l'azote N

→ Des travaux du sol répétés et récents par rapport au prélèvement sembleraient favoriser les BACTERIES, qui sont plutôt minéralisatrices d'N que de C



• AGRIBIO 04 •

Les Agriculteurs BIO des Alpes de Haute-Provence

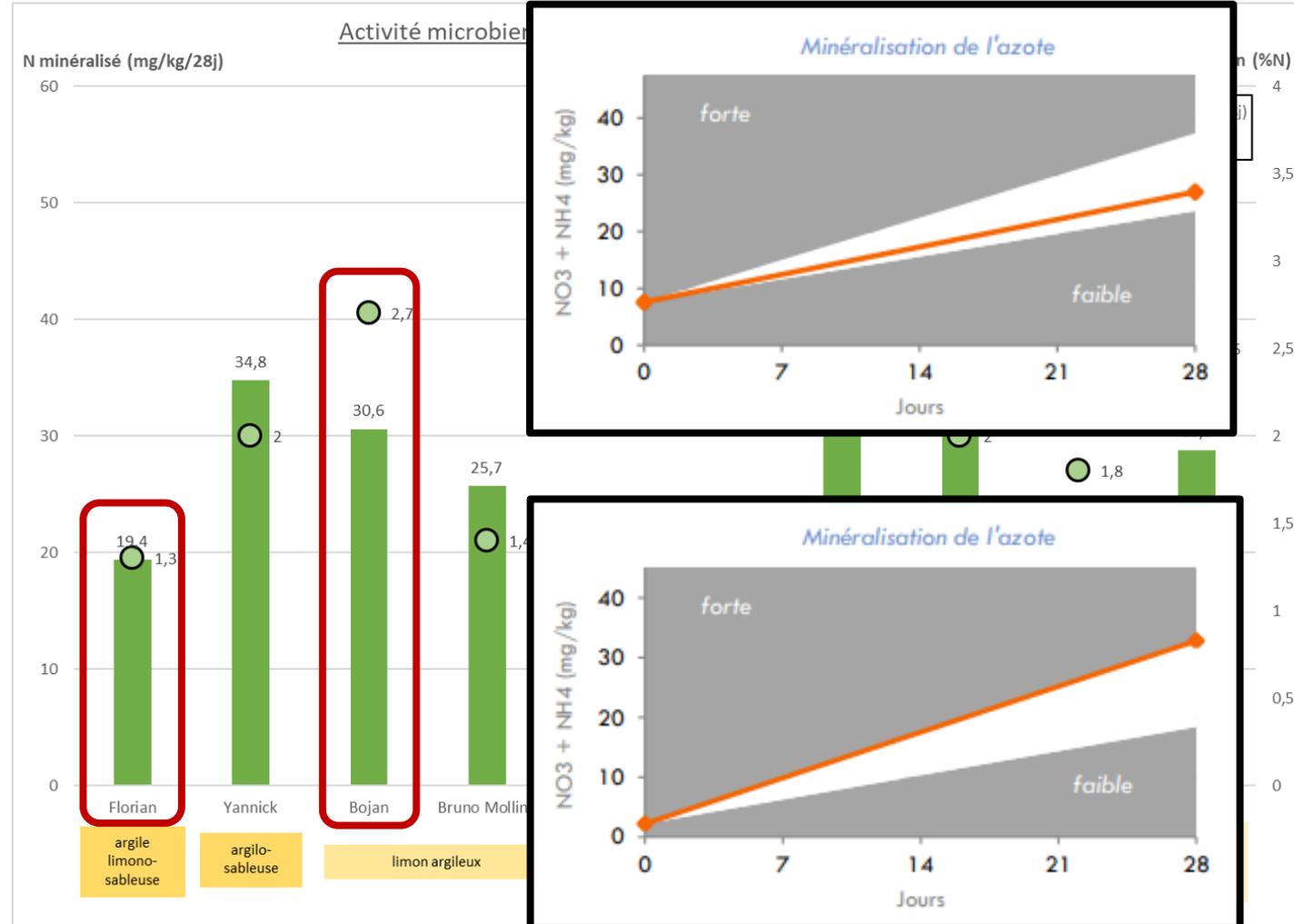
Les analyses de sol du GIEE



Compte-rendu de la journée

Minéralisation du carbone C forte vs. minéralisation de l'azote N faible, pourquoi ?

- Des travaux du sol répétés ont pu favoriser les BACTERIES (minéralisation plutôt de l'azote N), tandis que des systèmes avec moins de travail du sol auraient tendance à favoriser les CHAMPIGNONS (minéralisation du C)
- Des systèmes ayant des couverts végétaux avec plus de légumineuses favoriseraient des communautés bactériennes, avec un meilleur équilibre entre minéralisation de C et de N
- Cela pourrait dépendre de la date du dernier travail du sol sur la parcelle en question, MAIS aussi de la composition intrinsèque de la MO sur chaque parcelle plus ou moins carbonée
- Dans tous les cas, les communautés microbiennes sont des populations en constante évolution, et il semblerait qu'elles varient beaucoup dans le temps et l'espace, en quantité et diversité.





• AGRIBIO 04 •

Les Agriculteurs BIO des Alpes de Haute-Provence

Les analyses de sol du GIEE



Compte-rendu de la journée

C/N : méfiance

NE PAS CONFONDRE

→ C/N de la matière organique fraîche – EXOGENE :

C/N > 20, l'azote sera moyennement dispo dans un premier temps, mais il en résultera plus d'humus stable.

C/N < 20, l'azote sera disponible rapidement, peu d'humus stable généré

→ C/N de la matière organique – du SOL (cf. tableau) :

C/N = 10 (ou moins), correspond à une MO déjà bien évoluée et stable

C/N > 11-12, correspond à une MO qui peut encore évoluer et libérer de l'azote (c'est le cas de la MO libre)

Dans tous les cas : l'indicateur de C/N est à prendre parmi d'autres indicateurs

Rapport C/N	Interprétation
C/N < 15	Libération d'azote lors de la décomposition. L'idéal en agriculture pour un rapport équilibré est d'être près de 10.
15 < C/N < 20	Besoins en azote des microorganismes couverts pour assurer une bonne décomposition de la matière carbonée.
C/N > 20	Minéralisation très lente car pas assez d'azote pour permettre la décomposition du carbone, il y a donc compétition entre la culture et les microorganismes du sol, c'est le phénomène de "faim d'azote").



Sols argileux, froids en début printemps

Cas de Florian PASCAL – quels leviers pour intégrer de la MO ?

Culture qui démarre en mars (pomme de terre, ...) – plusieurs options

- Implantation d'un couvert d'automne, mais nécessite un semis précoce en août pour avoir une bonne biomasse – *organisation du tps de travail*
- Apport de fumier (ou paille de lavandin) à l'automne, et essayer de ne passer que le déchaumeur au printemps avant de planter les pommes de terre

Faut-il fractionner son azote, avec un starter au printemps ?

- Reliquat azoté en début de printemps : si le sol est déjà bien pourvu, et qu'on a un bon fonctionnement (bonne BM, bonne activité), on sait qu'on aura de l'azote au cours de la saison avec le réchauffement du sol, l'apport uniquement au printemps est suffisant (fiente de poule).
- Si le reliquat est faible, on ajustera sa fertilisation à la hausse, mais le fractionnement n'est pas obligatoire, à condition d'apporter des sources de MO avec des dynamiques de minéralisation différentes.



Chez Florian PASCAL, le 16 mars 2021





Pour plus d'informations / remarques...

Victor FRICHOT, conseiller maraîchage et houblon
maraichage04@bio-provence.org
06 86 17 68 62

GIEE FertiSolBio04

Interprétation de 10 analyses de sol – leviers techniques pour améliorer ses pratiques

Intervenants :

Hélène VEDIE, ingénieure en maraîchage bio au GRAB, spécialisée sur le sol
Victor FRICHOT, conseiller maraîchage et houblon chez Agribio 04.



• **AGRIBIO 04** •

Les Agriculteurs **BIO** des Alpes de Haute-Provence

Mardi 8 mars 2022