

Compte rendu de la plateforme cultures intermédiaires

Bassin Versant Loisançe Minette - Saint-Sauveur-des-Landes (35)

Nathan CHAZALON - Référent Cultures-Sols EILYPS

29/06/2021

Cette plateforme d'essais sur le bassin versant de Loisançe-Minette, entre dans le cadre du nouveau contrat territoriale 2020-2025 et s'inscrit dans une démarche de sensibilisation à l'importance des intercultures sur la qualité des eaux.

Contexte de l'essai

En 2020, le Syndicat Mixte de Production d'eau Potable du Bassin du Couesnon (SMPBC) coordonne des actions agricoles dans le but d'améliorer la qualité de l'eau et de restaurer les milieux aquatiques. Le nouveau contrat territorial 2020-2025, s'inscrit entre autres dans une démarche de sensibilisation à l'importance des intercultures sur la qualité des eaux. Eilyps, partenaire du programme, réalise depuis 3 ans des essais de mélanges d'espèces en intercultures pour répondre aux enjeux de l'alimentation du troupeau et de la fertilité des sols. Une plateforme de couverts végétaux a été implantée à Saint-Sauveur-des-Landes (35), sur le bassin versant de Loisançe-Minette, afin d'améliorer les pratiques pour les exploitations souhaitant s'orienter vers ce même objectif environnemental. Pour cela, 14 espèces ont été implantées entre couverts végétaux, dérobées et cultures intermédiaires à valorisation énergétique (CIVE).

Objectif de l'essai

L'objectif était d'accompagner le Bassin Versant à sensibiliser les acteurs du secteur agricole sur la gestion des périodes d'intercultures, en travaillant sur plusieurs leviers :

- Améliorer la fertilité des sols, ce qui aurait pour effet de limiter les fuites dans le milieu et agirait directement sur la qualité de l'eau.
- Montrer l'intérêt des mélanges végétaux, notamment leurs capacités à couvrir le sol en période de drainage, limitant ainsi les pertes de minéraux par effet de pompage des plantes de couverture. Mais aussi d'aider à préserver une meilleure structure du sol face aux fortes précipitations et érosions éoliennes auxquels nous sommes de plus en plus confrontés.
- Mesurer l'impact des différents couverts sur l'évolution des caractéristiques du sol au cours de la saison sur l'aspect chimique (azote), physique (pénétrromètre), et biologique (levabag).
- Apporter des solutions qui permettraient de satisfaire à la fois les enjeux économiques, environnementaux et sociaux. La qualité de l'eau découle de l'amélioration de la fertilité des sols et par conséquent offre une synergie stable et pérenne.

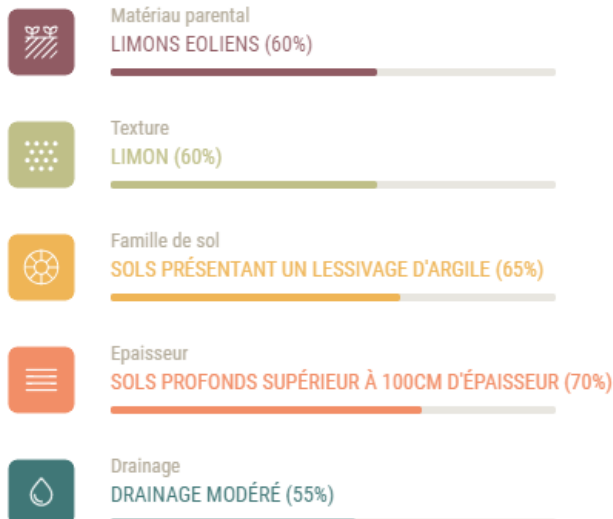
« Comment améliorer à la fois la qualité des eaux et la fertilité des sols grâce à l'utilisation de couverts végétaux ? »

Pédoclimat de la plateforme

SOLS PROFONDS FAIBLEMENT ARGILLUVIÉS ISSUS DE LIMON ET SOLS ISSUS DE GRANITE DES HAUTES COLLINES BOCAGÈRES

Entité paysagère: Plateau de Fougères et Coglais

Caractéristiques du sol (valeurs dominantes)



Source : sols-de-bretagne.fr

La parcelle se situe sur la commune de Saint-Sauveur-des-Landes (35310), dans un climat chaud tempéré. Elle a connue une pluviométrie annuel de 757mm (source : *Linternaute – Climat et fr.climate-data.org/*), en 2020. La parcelle est plate, entourée d'une haie de type futaie ancienne, ajourée plus ou moins dégradée.

Le sol est de type limono-sablo-argileux, avec une dominante de limons à 60%. Ce type de sol présente un risque d'érosion et de battance accrue. Il y a également un risque de lessivage des argiles dans le cas d'un appauvrissement du complexe argilo-humique (CAH). Sol profond, majoritairement supérieur à 1m et présentant un bon drainage.

Il y a plusieurs points de vigilances à avoir sur ce type de sol. Tout d'abords les sols limoneux sont fragiles au niveau de la stabilité structurale. Ils se compactent facilement pouvant entrainer des phénomènes d'érosions hydrique ou éolienne. D'autre part, il s'agit de sols ayants une bonne capacité de ressuyage, ce qui implique d'avoir un taux de matière organique suffisant afin de limiter au maximum les pertes par lixiviation ou lessivage.

Analyse chimique du sol de la plateforme

Le sol de la parcelle d'essai présente une bonne CEC (>90 meq/Kg) et un bon taux de MO (3.4%), ce qui lui confère un bon réservoir en éléments nutritifs pour les plantes ainsi que pour son microbiome. On observe un C/N de 9.7, indiquant une bonne dégradation de la MO par la microfaune.

La teneur en éléments nutritifs du sol est faible (taux de saturation à 53%). Nous pouvons observer une carence en potassium ainsi que des teneurs trop faibles en calcium et magnésium.

La carence en potassium a pour effet de réduire la disponibilité de certains oligo-éléments dont le manganèse. Celui-ci joue un rôle important dans le cycle de la photosynthèse, la respiration et améliore la production d'amidon. Il interagit directement dans la valorisation de l'azote dans la chaîne de synthèse des protéines. Le potassium contrôle l'ouverture et la fermeture des stomates et régule ainsi le cycle de l'eau dans la plante.

La faible teneur en calcium et magnésium peuvent conduire à une mauvaise stabilité structurale et par conséquent une baisse de la fertilité. De plus la capacité d'échange est saturée par des ions hydrogène (H^+) réduisant la biodisponibilité en éléments nutritifs et acidifiant le milieu.

Le pH eau de 5.9, est donc défavorable à l'activité biologique du sol et à l'assimilation de certains oligo-éléments (phosphore, molybdène,...).

Caractéristiques des mélanges de l'essai

Le choix des couverts végétaux a été adapté aux conditions climatiques du secteur. Les mélanges ont des caractéristiques différentes dans le but de proposer différents types de valorisations.

Couverts végétaux

Nom des mélanges	Espèces	Dose Eilyps (en kg/ha)	Intérêts agronomique recherchés	Coût/ha
ACTIBIO	Radis F.	1,3	- Rapidité d'implantation du couvert, nécessitant peu d'eau pour se développer (nyger, trèfle, radis,...) - Bonne capacité à piéger les minéraux du sol dont l'azote (légumineuses, phacélie, radis,...) et le phosphore (tournesol). - Couverture du sol pour limiter la levée d'adventices (avoine, trèfle, vesce,...) - Bonne structuration du sol par les différents systèmes racinaires (pivotant / fasciculé) - Améliorer la diversité d'auxiliaires en introduisant des plantes mellifère (phacélie, tournesol).	50-55€
	Vesce P.	5		
	Phacélie	1,4		
	Nyger	1,3		
	Moutarde Abys.	1,3		
	Trèfle Alex.	1,3		
	Avoine D.	10		
ARCHITECTE	Pois F.	22	- Fort enracinement et bonne agressivité des espèces implantées (pois f., tournesol) - Forte production de biomasse afin de restituer un maximum d'éléments nutritifs pour la culture suivante (phacélie, tournesol, millet) - Améliorer la diversité d'auxiliaires en introduisant des plantes mellifères (phacélie, tournesol) - Capacité à s'implanter sur des sols légers et acides (millet p.)	45-50€
	Millet P.	2,4		
	Tournesol	10		
	Phacélie	1,1		

NPK	Tournesol	10	- Bonne capacité à piéger les minéraux du sol dont l'azote (avoine, phacélie, radis,...) et le phosphore (tournesol) - Bonne couverture du sol (lentille, phacélie) - Bonne structuration du sol par les différents systèmes racinaires (pivotant / fasciculé) - Améliorer la diversité d'auxiliaires en introduisant des plantes mellifères (phacélie, tournesol)	50-55€
	Lentille	6		
	Radis F.	2		
	Phacélie	1,3		
		7		
	Avoine D.			
AUXILIAIRES	Pois F.	15	- Favoriser au maximum la présence d'auxiliaires de cultures avec plusieurs espèces mellifères (phacélie, tournesol, pois, radis F.) - Bonne structuration du sol par des systèmes racinaires puissants (moutarde brune) - Bonne production de biomasse afin de restituer un maximum d'éléments nutritifs pour la culture suivante (phacélie, tournesol, pois, vesce,...) - Bonne capacité du couvert à s'installer en conditions sèches avec des espèces peu sensibles (pois f., vesce, moutarde, tournesol)	45-50€
	Vesce P.	5		
	Moutarde Br.	0,5		
	Radis F.	0,8		
	Phacélie	1,2		
		6,5		
	Tournesol			
QUATUOR	Radis C.	1,25	- Mélange structurant par la combinaison des différents systèmes racinaires (pivotant/fasciculé) - Espèces capable de puiser l'azote et les ressources du sol et les redistribuer à la culture suivante (radis c., tournesol, phacélie) - Bonne couverture du sol afin de limiter le développement des adventices (avoine d.)	40-50€
	Phacélie	3,12		
		9,4		
	Avoine D.			
	Tournesol	5		
DUO	Phacélie	4	- Mélange simple (2 espèces), capable de regrouper un maximum d'intérêts agronomiques - Bon effet structurant par le système racinaire du radis chinois (pivotant) combiné à celui de la phacélie (pivotant et fasciculé) - Bonne capacité à mobiliser l'azote du sol et le redistribuer à la culture suivante.	35-45€
	Radis C.	2		

Dérobées

Nom des mélanges	Espèces	Dose Eilyps (en kg/ha)	Intérêts agronomique recherchés	Coût/ha
RGI3	RGI MAGLOIRE 2n a	3,31	- Installation très rapide et facile (RGI et Trèfles) - Production importante et rapide (RGI) - Très bonne pousse de printemps (RGI NA + trèfles) - Riche en énergie et en azote - Structuration du sol par des racines puissantes fasciculées - Bonne couverture du sol limitant le développement d'adventices - Effet de pompage des éléments minéraux restants de la culture suivante	65-70€
	RGI BRIXIA 2n a	4,16		
	RGI ITAKA 2n na	4,16		
	Trèfle In.	4,16		
	Trèfle Sq.	4,16		
	Trèfle Mi.	4,16		
D1	Avoine D.	15	- Plantes couvrantes et agressives - Résistantes à la sécheresse - Structure le sol - Bonne couverture du sol limitant le développement d'adventices - Forte production de biomasse et d'azote - Effet de pompage des éléments minéraux restants de la culture suivante.	60 €
	Vesce H.	12		
D2	RGI 2n a	14	- Installation très rapide et facile - Forte production de biomasse et d'azote - Riche en énergie et en azote - Bonne structuration du sol - Plantes couvrantes et agressives	75-80€
	Vesce H.	14		
D3	Teffgrass	8	- Grande tolérance au stress hydrique et aux températures chaudes - Bonne couverture du sol - Plante agressive - Gélive	70-75€
D4	Colza F.	8	- Productivité élevée - Engrais vert possible - Excellente valeur alimentaire - Fumure peu exigeante - Structure le sol - Bonne couverture du sol	50-55€
	RGI 2n na	10		

D5	Seigle Four.	40	- Installation rapide - Productivité élevée - Forte biomasse (seigle) - Structure le sol - Bonne couverture du sol - S'adapte bien aux terres pauvres (seigle) - Effet allélopathique - Riche en énergie et en azote	145-150€
	Trèfle In.	3,3		
	Trèfle Sq.	3,3		
	Trèfle Mi.	3,3		
	Vesce H.	20		

CIVE

Nom des mélanges	Espèces	Dose Eilyps (en kg/ha)	Intérêts agronomique recherchés	Coût/ha
C2	Triticale	48	- Valorisation en méthanisation ou méteil fourrager - Grosse production de biomasse - Structuration du sol - Gain de rendement : association céréale/légumineuse - Meilleure valorisation des ressources azotées - Bonne compétitivité vis à vis des adventices	110-115€
	Orge	47		
	Pois H.	15		
C1	Seigle Four.	100	- Très bonne couverture du sol - Forte biomasse - Structure le sol	145-150€

Appareils de mesures et partenaires pour les analyses

Les outils que nous avons pu utiliser pour obtenir ces différents résultats sont :

- Pénétrromètre (EILYPS)
- Levabags (ESA d'Angers)
- Analyse de sol (CAPINOV)
- Reliquat d'azote (CAPINOV)
- Pesé de biomasse (EILYPS)
- Analyse foliaire (LANO)

Un conseiller d'EILYPS a pu réaliser les tests au pénétrromètre afin d'observer l'état de la structure du sol. Ensuite, les levabags ont été enfouis une fois l'implantation des couverts réalisés, à une profondeur de 10 cm (durant 4 mois). Ils ont été retirés puis envoyés pour analyses à l'ESA d'Angers afin de mesurer l'activité biologique du sol.

Pendant ce temps, des analyses de sol ainsi que des reliquats d'azote ont été réalisés sur la parcelle d'essai par un technicien du laboratoire CAPINOV. Le but est d'observer l'état chimique du sol et « l'effet couvert » pendant l'interculture ainsi que les bénéfices rendus.

Des pesées de biomasse ont également été réalisées afin d'évaluer la performance des couverts végétaux. Celles-ci ont été envoyées au laboratoire LANO afin d'évaluer la teneur en éléments minéraux et donc la capacité de piégeage d'éléments nutritifs.

Observations

L'essai a été semé le 18 août 2020 avec un combiné de semis (déchaumeur à disques indépendant AMAZONE CATROS 3001 et semoir en ligne conventionnel SULKY TRAMLINE). Le semis a été réalisé dans de bonnes conditions. Les couverts ont pu profiter d'une pluie d'orage post implantation qui a dynamisé la levée.

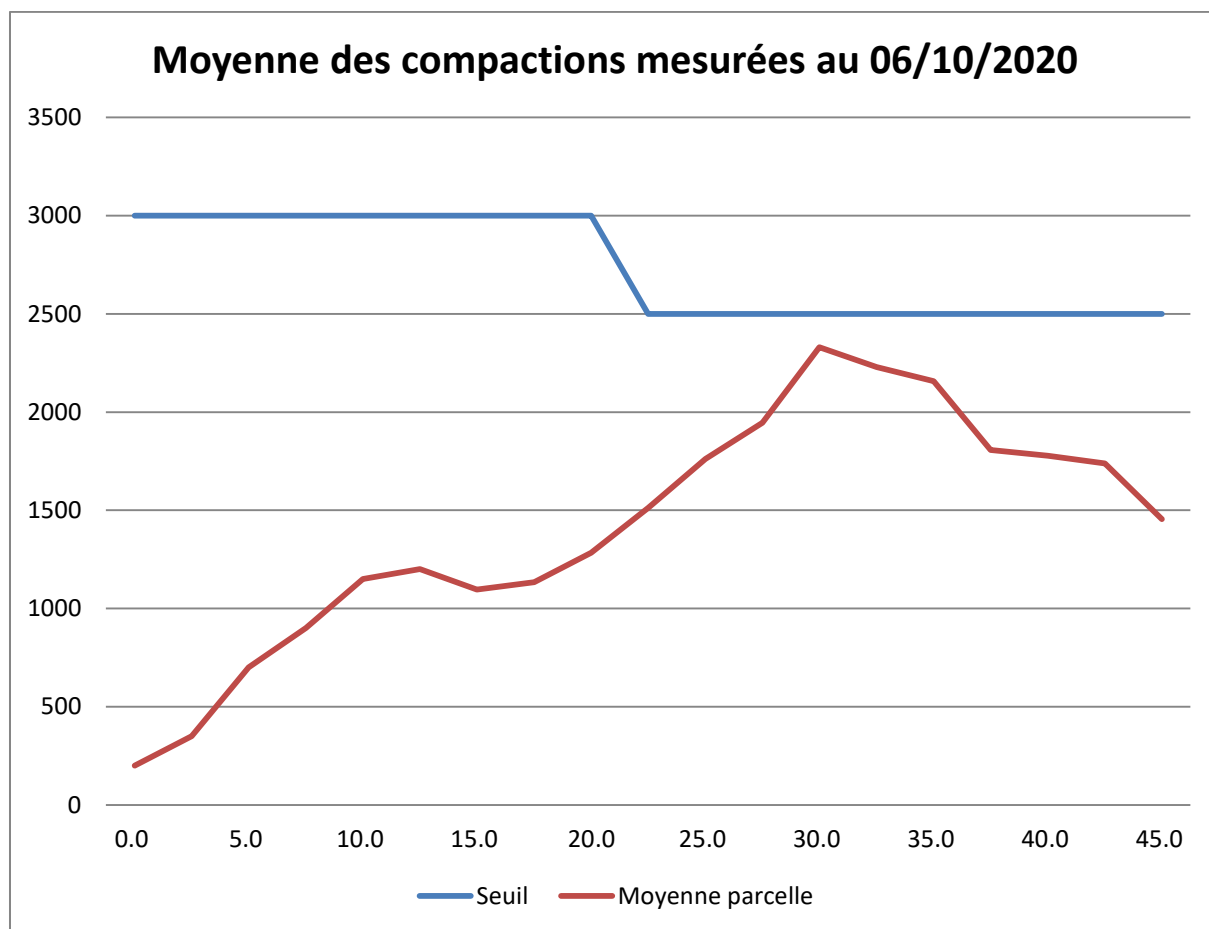


Le tableau ci-dessous présente la répartition des modalités de l'essai.

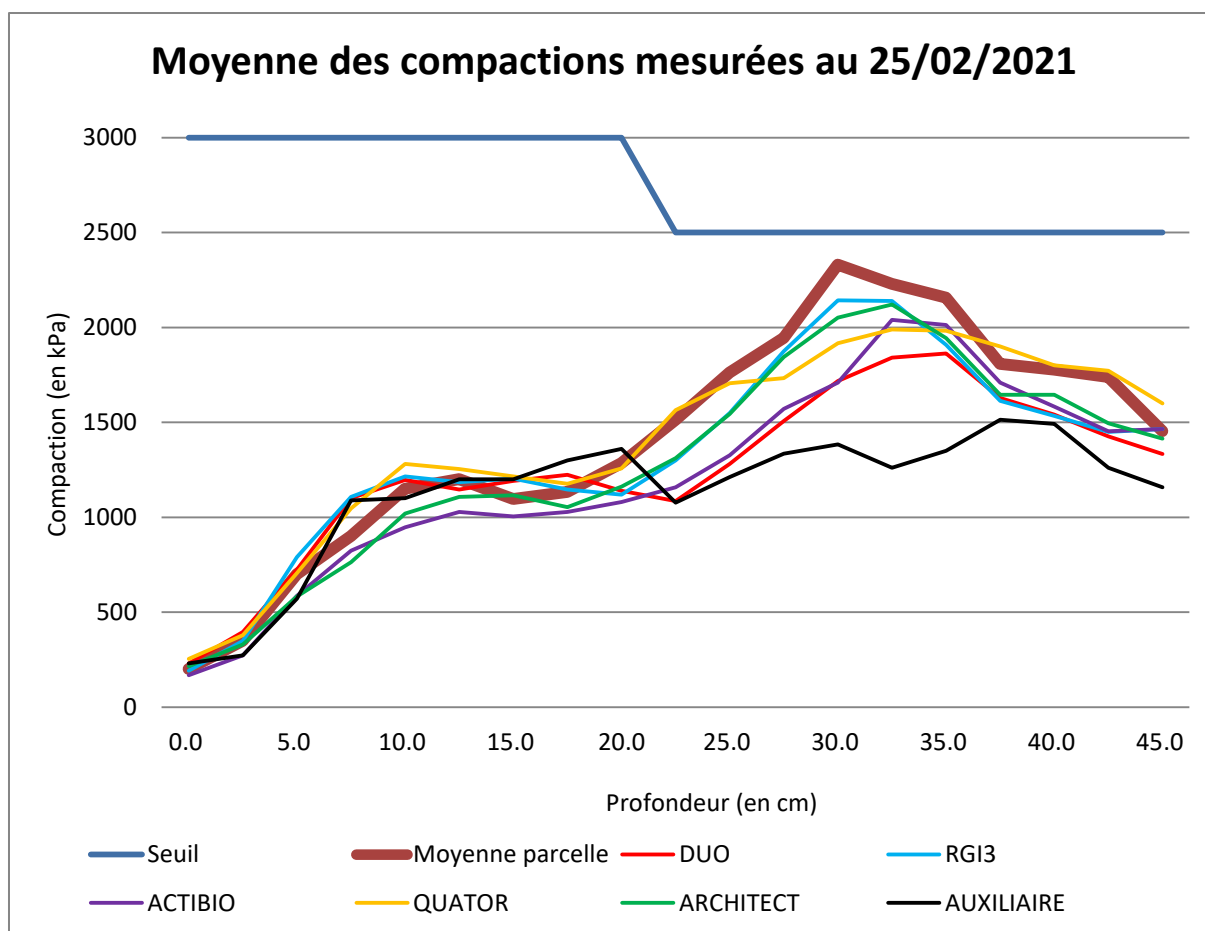
150m	Auxiliaires	Quatuor	Actibio	NPK	Architect	Duo	RGI3	D3	D1	D5	D2	D4	C2	C1
3m														

Résultats

Structure du sol

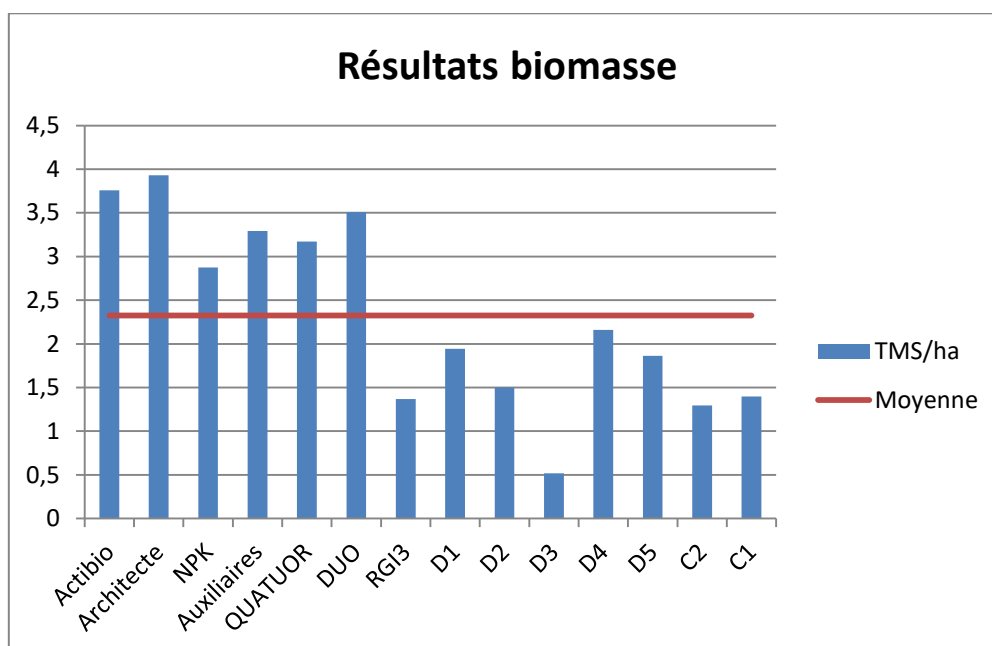


Ce graphique montre une moyenne de mesures obtenues (rouge) avec le pénétromètre sur la parcelle de l'essai au 06 octobre 2020. Nous pouvons voir que le seuil limite de compaction (bleu) de la parcelle n'est pas atteint. La valeur seuil à partir de laquelle la résistance du sol entrave le bon développement racinaire dépend du type de plantes mais est généralement comprise entre 2500 et 3000 kPa. A partir de ce seuil la tolérance à la sécheresse diminue ainsi que l'efficacité de la plante à prélever l'eau et les nutriments. Nous pouvons observer une augmentation continue de la compaction jusqu'à 30cm de profondeur, puis une diminution progressive.



Nous pouvons observer sur ce graphique la moyenne de différentes modalités de l'essai qui ont été mesurées au 25 février 2021. Nous avons comparé ces valeurs à la moyenne de compaction de la parcelle au 06 octobre 2020. Nous pouvons observer qu'il n'y a pas de différences significatives entre les modalités et la moyenne de la parcelle pour les 17 premiers centimètres. Les mélanges montrent leurs différences à partir de 20 cm de profondeur. Nous pouvons voir que RGI3 et ARCHITECT sont très proche au niveau des résultats obtenus permettant une légère amélioration de la structure du sol, entre 150 et 200 kPa en moins. Le QUATOR se démarque à partir de 25cm. Il permet une amélioration de la structure du sol (-250 à -350 kPa) au niveau de la semelle de labour (entre 25-35cm), sûrement dû au dosage en phacélie plus important que dans l'ARCHITECT (+2 Kg/Ha). L'ACTIBIO montre une nette amélioration de la structure du sol entre 20 et 32cm, permettant un gain d'environ 400 kPa. Nous pouvons supposer qu'il s'agit de la moutarde et du nyger présents dans ce mélange qui ont permis cette amélioration, grâce à leurs systèmes racinaires puissants. Le DUO nous montre une performance légèrement supérieure à l'ACTIBIO, plus marqué entre 32 et 35cm. Il s'agit pourtant d'un mélange qui ne comprend que deux espèces : phacélie et radis chinois. Nous pouvons supposer que le gain est principalement dû à l'augmentation du dosage en phacélie (+3 Kg/Ha par rapport à l'ARCHITECT et + 2,5 Kg/Ha pour l'ACTIBIO). Pour finir, L'AUXILIAIRE qui se démarque bien des autres mélanges entre 23 et 37cm permet un gain d'environ 1000 kPa. Nous pouvons supposer que la moutarde brune présente dans ce mélange a pu contribuer à cette amélioration. Elle est connue pour son système racinaire très développé et puissant.

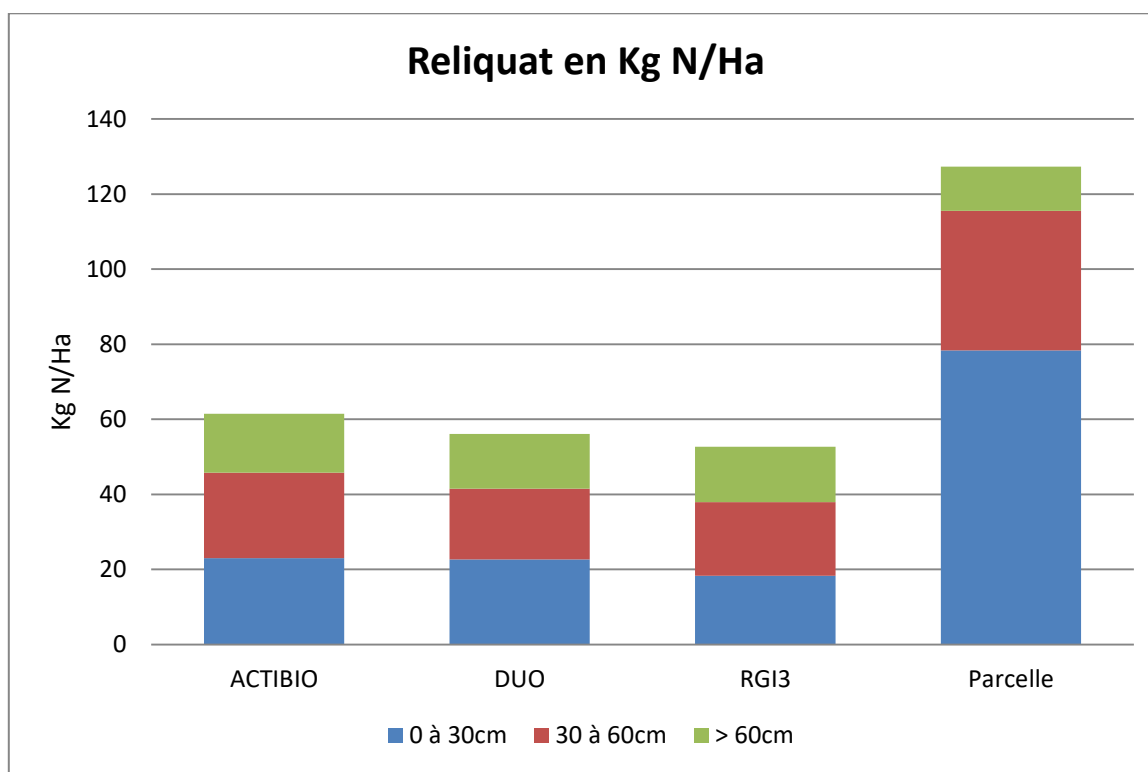
Relevés de biomasse foliaire



Nous pouvons observer sur ce graphique la biomasse produite en tonne de matière sèche par les différents couverts. Les mesures ont été réalisées en décembre 2020. L'ARCHITECTE présente le meilleur rendement, proche de 4 TMS/Ha. Celui-ci peut s'expliquer par la densité de tournesol et de pois fourrager plus importante que dans les autres mélanges. L'ACTIBIO présente un rendement proche de l'ARCHITECTE avec 3,7 TMS/Ha. Cela est certainement dû aux espèces ayant une très bonne rapidité d'implantation comme la vesce et le trèfle d'alexandrie ainsi que la forte biomasse produite par le nyger et le radis. En troisième position le DUO avec 3,5 TMS/Ha. Avec seulement 2 espèces, ce mélange produit une très bonne biomasse et montre l'intérêt du radis chinois et de la phacélie. La QUATOR et l'AUXILAIRE sont similaires en termes de rendement avec 3,2 TMS/Ha. Les autres modalités ont des rendements nettement inférieurs car il s'agit de dérobées composées principalement de graminées type : ray-grass, avoine, seigle, triticales et orge, qui au moment de la pesée de biomasse n'étaient qu'au début de leur cycle.

Pour la suite des résultats, nous avons choisis d'analyser 3 modalités : deux couverts structurants (ACTIBIO et DUO) et une dérobée (RGI3) qui semble le plus se démarquer des autres modalités.

Reliquats d'azote



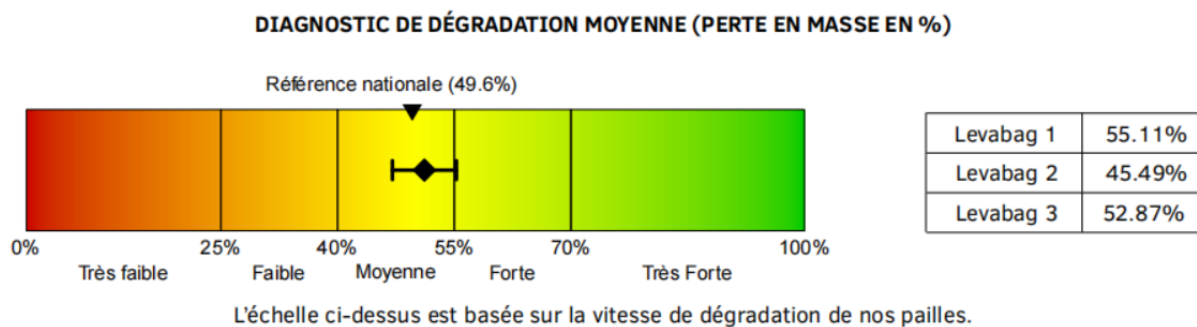
Ce graphique compare le reliquat de la parcelle au 04 septembre 2020 avec les reliquats de sortie d'hiver de trois modalités qui sont : ACTIBIO, DUO et RGI3 au 20 février 2021. Nous avons choisi d'observer la teneur en azote nitrique (forme la plus mobile et la plus sujette aux pertes par lixiviation) sur trois horizons. Nous pouvons observer que la parcelle a perdu près de la moitié de son azote nitrique au 20/02/21. Nous supposons qu'il s'agit principalement de l'effet de pompage des nitrates par les différents couverts. Nous n'observons pas de différences significatives de la teneur en azote (NO_3^-) entre les horizons sur les 3 modalités de l'essai. Le mélange RGI3 semble être celui qui aurait piégé les plus d'azote, notamment sur le premier horizon (0 à 30cm). Sans doute grâce à la densité plus importante de graminées non gélives (soit la moitié du mélange : 12 Kg/Ha), qui avec leur nombreuses racines fasciculées permettent un piégeage plus important.

Méthode du LEVAbag

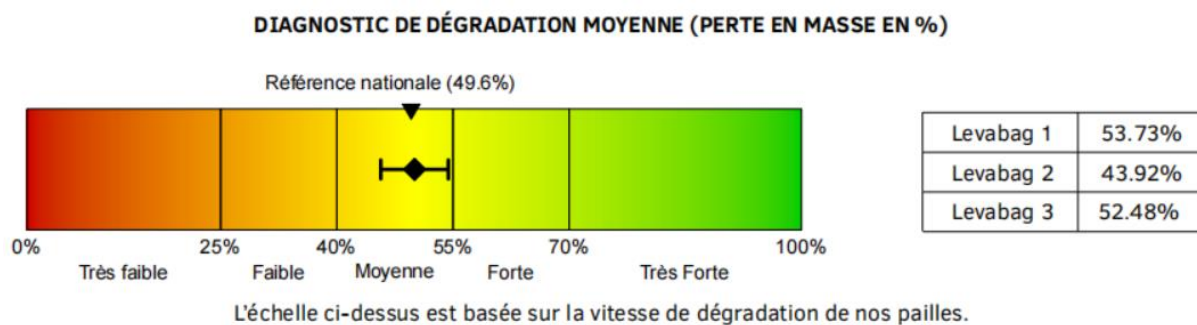
Cette méthode a pour but d'estimer la dégradation de résidus de culture dans un sol agricole en calculant sa perte en masse au cours du temps. Il s'agit de sacs de nylon contenant de la matière organique (pailles céréales), enfouis à une profondeur de 10 cm pour une durée de 4 mois. Les sacs seront ensuite récupérés et retournés au LEVA (laboratoire d'analyse d'Angers) afin d'estimer la perte massique et d'évaluer la capacité des microorganismes à dégrader cette matière organique dans ce sol.

Dans les graphiques ci-dessous nous avons pu observer 3 modalités sur lesquelles nous avons installé 3 sacs par planche afin d'améliorer la précision des résultats. Ils ont été enfouis au 06/10/20 et déterrés le 05/02/21.

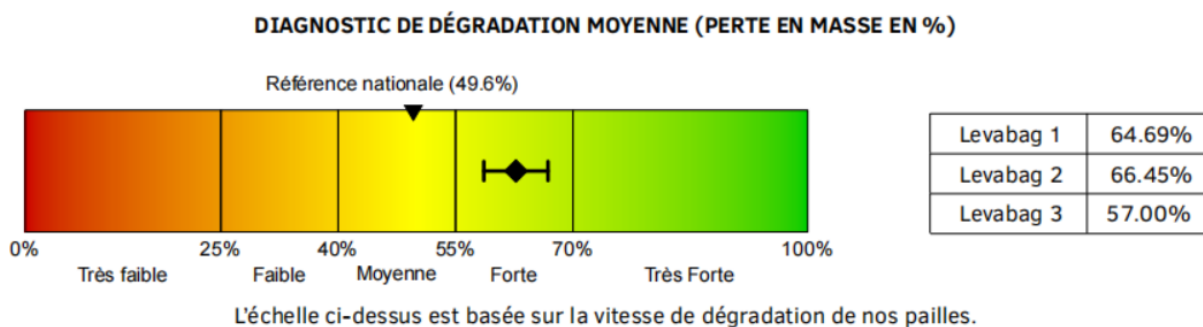
RGI3 :



DUO :



ACTIBIO :



Nous pouvons observer que les couverts RGI3 et DUO se situent dans la « classe moyenne » de dégradation de la matière organique, proche de la référence nationale (49.6% de perte en masse). Ils présentent toutefois une assez bonne activité des organismes du sol sur la dégradation des matières organiques libres et des pratiques qui semblent favoriser cette dégradation. Le couvert ACTIBIO se trouve dans la « classe forte » de la dégradation moyenne de la matière organique. Il présente une bonne activité des organismes du sol. Nous pouvons supposer que le pH eau de 5.9 est sans doute responsable en partie d'une moins bonne dégradation par les microorganismes dans les modalités RGI3 et DUO que pour ACTIBIO. En effet, la diversité d'espèces dans le mélange ACTIBIO qui par les différents exsudats racinaires semble être plus favorables au microbiome. Il est possible que certains passages d'outils plus fréquents sur les modalités RGI3 et DUO aient créés des zones de compaction plus importantes, défavorable aux microorganismes.

Valeur alimentaire des dérobées

Dérobées	MS % brut	MAT (g/kg MS)	CB (g/kg MS)	dMO %	UFL (UFL/kg MS)	PDIN (g/kg MS)	PDIE (g/kg MS)
D2	19	238	224	71,6	0,88	133	79
D5	17,8	308	225	69,2	0,85	149	79
RGI3	16,7	236	207	78,3	0,98	133	82

Ce tableau présente à titre d'informations les valeurs alimentaire des dérobées à destination d'ensilage pour une coupe au printemps. Nous pouvons voir que les teneurs en MS ne sont pas atteintes pour permettre une bonne conservation de l'ensilage, idéalement 35% de MS. La faible teneur en matière sèche augmente certaines valeurs, néanmoins cela permet d'évaluer le potentiel de chaque mélange. Comme nous pouvons le voir les teneurs en MAT sont élevées du fait de la faible teneur en MS. Le mélange D2 (70 Kg/Ha dont 30 Kg/Ha de légumineuses), se place en tête avec 308g / Kg de MS. Nous supposons que ce résultat est dû à la part importante de légumineuses à base de trèfles annuel (1/3) ainsi que de vesce (2/3). Cependant le mélange présente la plus faible valeur énergétique (0,85 UFL/Kg MS). Pour avoir de bonnes valeurs alimentaire, il est conseillé sur le plan énergétique d'être supérieur à 0,90 UFL, et sur le plan azoté de dépasser 100g de PDIN et 70 g de PDIE. La digestibilité de la matière organique doit être supérieure à 72 % (en ensilage) pour une bonne digestibilité de la plante. Le mélange RGI3 semble donc le plus intéressant. Il présente la meilleure valeur énergétique avec 0,98 UFL et une digestibilité élevée (78,3 %). Il présente également de bonnes valeurs en ce qui concerne les protéines digestibles (PDIN et PDIE). La cellulose brute (parois végétales), augmente avec le stade végétatif de la plante lors de la récolte. Il doit se trouver inférieur à 320g / Kg MS, sinon la cellulose s'intègre à la lignine contribuant ainsi à une diminution de la digestibilité et de la teneur en énergie. Le mélange RGI3 présente la meilleure valeur en cellulose brute, avec 207g / Kg de MS contre + 16g pour D2 et + 17g pour D5.

Conclusion

Les observations que nous avons pu faire tout au long de cet essai nous ont permis de faire ressortir certaines modalités. Elles regroupent différents intérêts agronomiques pour lutter contre les fuites d'éléments minéraux tels que les nitrates et peuvent être valorisées suivant le souhait des exploitants.

Au niveau des résultats de compaction nous pouvons voir que la modalité AUXILIAIRE est la plus structurante, suivis de DUO et ACTIBIO. L'effet structurant de ce couvert est dû à l'ajout de moutarde brune dans la composition du mélange.

Les résultats de biomasse font principalement ressortir 3 couverts : ARCHITECTE, ACTIBIO et DUO. Les valeurs des dérobées et des CIVE n'ont pas été retenues dans cette mesure. En effet, leur potentiel de rendement de biomasse s'exprime pleinement avec la montée des températures (mi-mars début avril). La forte production de biomasse d'ARCHITECTE est due en partie à la proportion plus élevée de tournesol (dont les têtes sont denses) et de pois fourrager. Cependant nous n'avons pas retenu cette modalité à cause du faible pouvoir de structuration sur le sol.

Les reliquats sortis d'hiver nous ont montrés l'intérêt des couverts sur l'effet de pompage des nitrates et notamment sur l'intérêt des graminées avec la dérobée RGI3. En effet, le système racinaire beaucoup plus dense des graminées limite d'avantage les pertes de nitrates dans l'horizon 0-30 cm. Elles ont également l'avantage de pouvoir servir à la fois de couverts hivernaux efficaces contre les pertes par lixiviation mais aussi d'être utilisés en affouragement.

L'activité biologique du sol qui a pu être mesurée avec la méthode LEVAbag montre l'intérêt des mélanges d'espèces au sein d'un couvert végétal. En effet, la modalité qui ressort le mieux est l'ACTIBIO grâce à sa composition multi-espèces permettant une interaction forte avec les microorganismes du sol. Les exsudats racinaires ainsi que les réactions chimiques qui peuvent se produire au niveau de la rhizosphère entre différentes plantes (modification de pH, acides aminés, enzymes de dégradation,...) est complexe et nécessiterait d'être analysé plus en détail dans d'autres essais.

Les valeurs alimentaires qui ont été mesurées sur plusieurs dérobées montrent de bons résultats. Les teneurs azotées et énergétiques sont satisfaisantes. Des équilibres restent à trouver pour équilibrer au mieux la ration. Dans l'ensemble des valeurs analysées, la modalité RGI3 semble être la plus performante et équilibrée.

Pour conclure, les modalités que nous avons sélectionnées sont ACTIBIO, DUO et RGI3. La modalité ACTIBIO semble être un couvert structurant, permettant de limiter les pertes par lessivage. Il offre une très bonne couverture du sol avec une forte production de biomasse. Il limite ainsi les pertes par érosion et concurrence les adventices. Il permet de limiter les pertes par lixiviation. Il favorise une bonne dégradation de la matière organique en stimulant l'activité des microorganismes.

Le DUO est un mélange de deux espèces capable d'avoir une très bonne structuration du sol. Il présente une bonne biomasse capable de concurrencer les adventices. Il s'agit du bon compromis entre coût et efficacité. En effet, ce couvert est évalué entre 35 et 45€ par hectare (contre 50-55€ pour l'ACTIBIO), avec un fort potentiel agronomique et environnemental.

Le RGI3 a son rôle dans la structuration du sol. Il présente surtout un fort intérêt dans sa capacité à piéger les nitrates grâce à son système racinaire très dense. Il limite ainsi les fuites dans le milieu. Sa production de biomasse est sous-évaluée par rapport à la date où la pesée de biomasse a été faite. Cette dérobée est intéressante dans sa double compétences à pouvoir apporter des solutions dans l'amélioration de la qualité des eaux et aussi répondre à des besoins en affouragement pour les éleveurs. En effet il permet d'apporter un fourrage de qualité comme nous avons pu le voir dans l'analyse des valeurs alimentaires.

Afin d'améliorer la fiabilité des résultats il serait intéressant de reconduire l'essai en mettant en place un essai randomisé en blocs avec une modalité « sol nu » afin d'évaluer l'impact d'un sol couvert. Il faudrait également tenir compte des dates optimales d'implantation pour chaque espèce. En effet, tous les couverts ont été implantés à la même date et cela a pu pénaliser certains mélanges. Un essai conduit avec des espèces en pur permettrait de mieux appréhender les effets sur la structure du sol pour chaque espèce. Des analyses foliaires seraient intéressantes afin d'évaluer la teneur en éléments minéraux et la capacité des mélanges à restituer les éléments nutritifs à la culture suivante.