

Annexes

Table des annexes

Annexes	1
Table des annexes	1
Annexes de la partie Etat de l'art.....	3
Annexe 1.2.1. : Critères pour l' évaluation d'indicateurs de durabilité et pour la sélection d'un set approprié d'indicateurs	3
Annexe 1.3.1.1. : Matrice de corrélation entre différents indicateurs du sol	4
Annexe 1.3.1.2. : Gammes de valeurs des teneurs en (1) carbone organique total des sols (%C), (2) fraction grossière (entre 20 µm et 2 mm) de carbone organique des sols (%), (3) fraction fine (< 20 µm) de carbone organique des sols (%C), sous culture....	5
Annexe 1.3.2.1. : Schéma des pratiques influant sur la communauté des adventices .	6
Annexe 1.3.2.2. : Impact des pratiques sur les types d'aventices.....	7
Annexes de la partie Matériel et méthode	8
Annexe 2.3.1. : Guide d'entretien pour la récolte de l'historique cultural (Leveau 2020)	8
Annexe 2.4.3.1. : Liste de protocoles internes au labo PEPA	16
Annexe 2.4.3.1.1. : Fiche de terrain du protocole des VDT de l'OPVT	17
Annexe 2.4.3.1.2. : Protocole détaillé de la mesure des indicateurs de VDT réalisé par Aline Fockedey (2021), d'après le protocole de l'OPVT (2016)	18
Annexe 2.4.3.2.1 : Calcul des paramètres S et K.....	20
Annexe 2.4.3.5.1. : Photos de l'état d'avancement du sol par rapport à la battance.	21
Annexe 2.4.3.5.2. : Informations complémentaires sur le protocole de la battance..	22
Annexe 2.4.3.5.3. : Distance entre les parcelles et les stations Pameseb	22
Annexe 2.4.3.5.4. : Informations complémentaires sur l'évaluation de la répartition des agrégats	23
Evaluation sur le terrain	23
Création de nouvelles classes de sol.....	23
Evaluation à l'aide de GIMP	23
Traitement et utilisation des données.....	24
Annexe 2.4.3.5.5. : Exemple du tableau Excel d'encodage des données de répartition des calibres d'agrégats.....	27
Annexe 2.4.3.5.6. : Critères de sélection de Dmin	28
Annexe 2.4.3.5.7. : Feuille de terrain proposée pour les relevés de battance	29
Annexe 2.4.3.5.8. : Obtention de Dlim.....	30
Annexe 2.4.3.5.9. : Suppression des points de plateau pour réaliser la régression linéaire et obtenir B_dlim.....	31
Annexe 2.4.3.6.1. : Tableau d'aide à l'évaluation du score VESS	32
Annexe 2.4.4.1. : Feuille de terrain des relevés des adventices	33

Annexe 2.4.4.2. : Schéma des indicateurs réalisables à partir des données récoltées	34
Annexes de la partie Résultats	35
Annexe 3.2.1. : Histogrammes de répartition des données des indicateurs de PC quantitatifs	35
Annexe 3.2.2. : Distribution des données des indicateurs de PC catégoriels	37
Annexe 3.2.3. : Distribution des indicateurs de PC logiques (booléens)	38
Annexe 3.3.1.1. : Aperçu de la répartition des données inter-champs	39
Annexe 3.3.2.1. : Résultats des tests statistiques sur les indicateurs de SE	40
Annexe 3.3.2.2. : QQ-plots sur l'ensemble des relevés pour chaque expérience dont n > 20	41
Annexe 3.3.3.1. : Corrélations entre les indicateurs de l'incorporation de la MO par les vers de terre	42
Annexe 3.3.3.2. : Analyse descriptive du faciès F0 après remaniement des données	43
Annexe 3.3.3.3. : Proportion moyenne de la surface des placettes couvertes par les différentes catégories de surface initiale et visualisation du traitement des données	44
Annexe 3.3.3.4. : Analyse et comparaison des données pluviométriques	45
Annexe 3.3.3.5. : Matrice de corrélation des données pluviométriques	47
Annexe 3.3.3.6. : Evolution de la surface de plaque au cours du temps	48
Annexe 3.3.3.7. : Surface cumulée couverte par les différents calibres d'agrégats....	48
Annexe 3.3.3.8. : Evolution de Dlim en fonction de la pluviométrie pour chaque placette	49
Annexe 3.3.3.9. : Données statistiques concernant la régression de Dlim	50
Annexe 3.3.3.10. : Corrélogramme entre la répartition des calibres d'agrégats et l'indicateur B_dlim.....	51
Annexe 3.4.1. : ACP1_SE	52
Annexe 3.4.2. : HCPC1_SE	56
Annexe 3.4.3. : ACP2_SE	59
Annexe 3.4.4. : HCPC2_SE	61
Annexe 3.4.5. : ACP3_PC	65
Annexe 3.4.6. : HCPC3_PC	68
Annexe 3.4.7. : Contribution des variables pour les ACP1_SE, ACP2_SE et ACP3_PC successivement.....	75
Annexes de la partie Discussion	76
Annexe 4.2.1.1. : Distribution des indicateurs de SE des champs (n=20).....	76
Annexe 4.2.6.1. : Distribution des calibres d'agrégat dans la thèse de Boiffin.....	77
Annexe 4.2.6.2. : Evolution de Dlim dans la thèse de Boiffin	78

Annexes de la partie Etat de l'art

Annexe 1.2.1. : Critères pour l' évaluation d'indicateurs de durabilité et pour la sélection d'un set approprié d'indicateurs

Table 2 Criteria for the evaluation of sustainability indicators and for the selection of an appropriate set of indicators, in relation with analysis objectives

Evaluation criteria used in sustainability assessments are related to the indicator relevance in terms of context and quality of the analysis, their practicability of calculation and implementation, and their value for end users

Selection criteria			Description
Evaluation criteria	Relevance	Context and objectives	Appropriate for the context and the objectives
		Scales of analysis	Appropriate for spatial and temporal scales
		Validity	Submitted to a validation process
		Analytical soundness	Quality of the indicator design and the information provided by the indicator output
		Social validation	Recognition by end users
	Practicability	Measurability	Method of calculation and data availability
		Quantification	Quantitative
		Compatibility	Compatible with selected aggregation method
		Transferability	Relevant for different farm types
	End user value	Ability to summarize	Capable of simplifying and summarizing processes
		Comprehensibility	Clear, readable, and easy for users to interpret
		Reference values	Availability of reference values
		Policy relevance	Related to policy measures
		Leeway	Can be influenced by the farmer
	Set of indicators	System representation	Comprehensive and reliable system representation
		Parsimony	No redundancy
		Consistency	Complementarity for an appropriate interpretation
		Sufficiency	Integration of all sustainability objectives

Figure 1 : Critères pour l' évaluation d'indicateurs de durabilité et pour la sélection d'un set approprié d'indicateurs, en relation avec les objectifs d'analyse (Lebacqz, Baret, et Stilmant 2013).

Annexe 1.3.1.1. : Matrice de corrélation entre différents indicateurs du sol

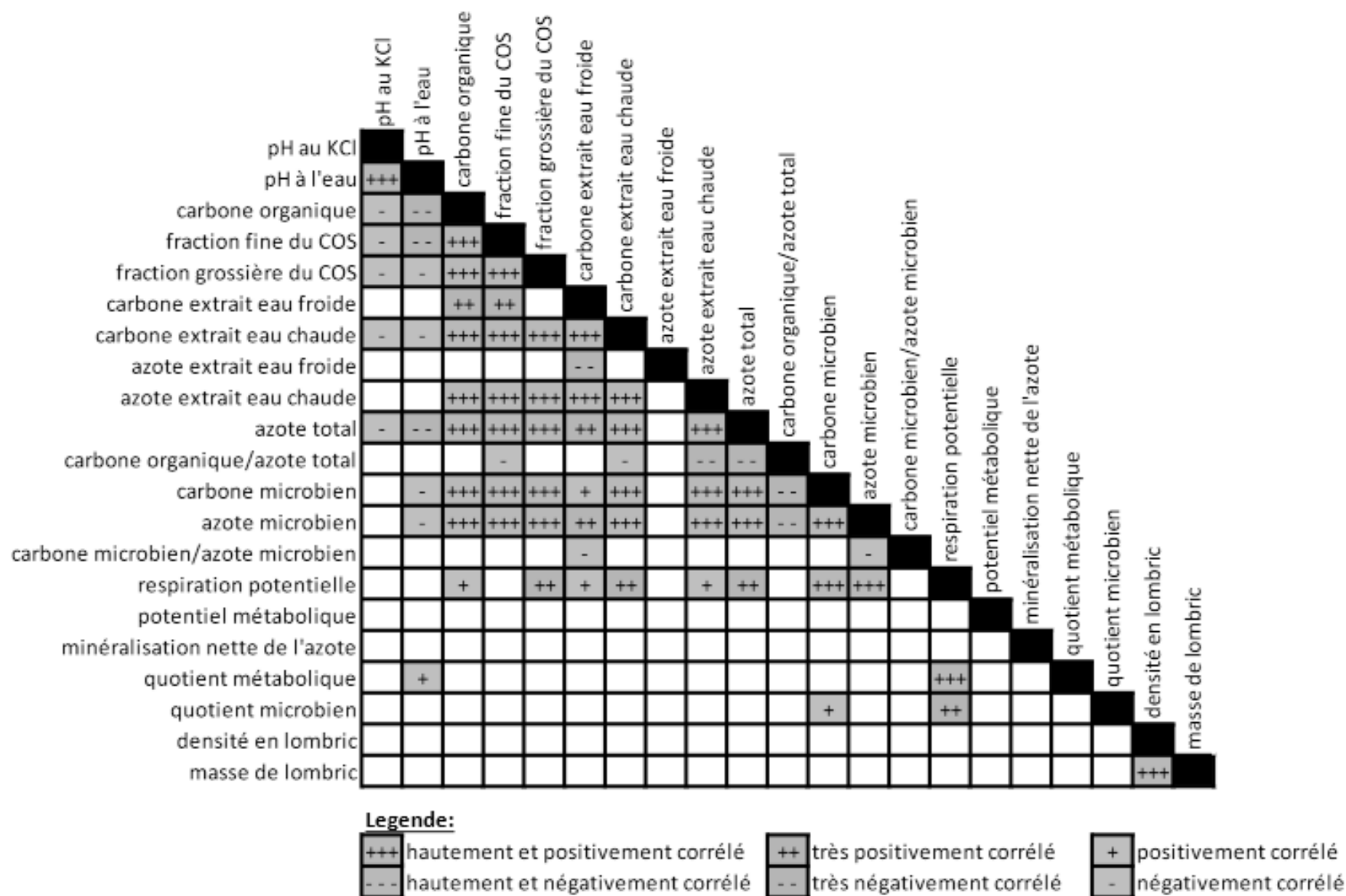


Figure 2 : Matrice de corrélation entre différents indicateurs du sol. Source : Chartin et al. (2019)

Annexe 1.3.1.2. : Gammes de valeurs des teneurs en (1) carbone organique total des sols (%C), (2) fraction grossière (entre 20 μ m et 2 mm) de carbone organique des sols (%), (3) fraction fine (< 20 μ m) de carbone organique des sols (%C), sous culture

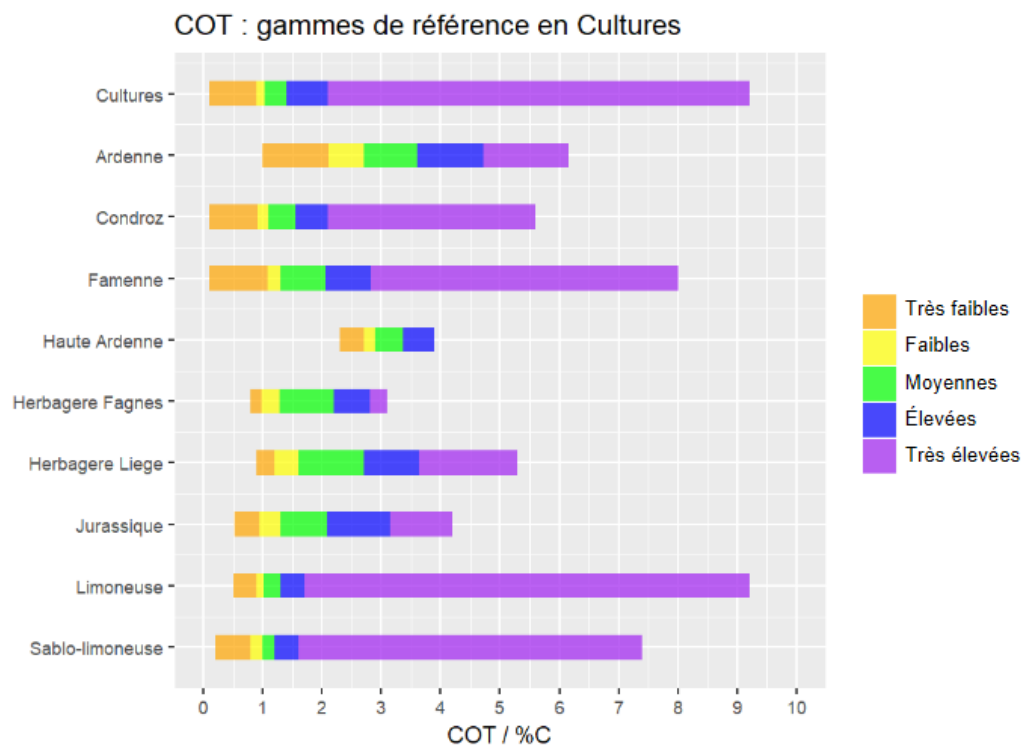


Figure 4 : Gammes de valeurs des teneurs en carbone organique total des sols (%C) sous culture. Source : Chartin et al. (2019)

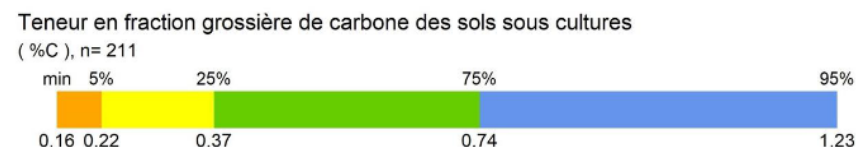


Figure 3 : Gammes de valeurs des teneurs en fraction grossière (entre 20 μ m et 2 mm) de carbone organique des sols (%C) sous culture. Source : Chartin et al. (2019)

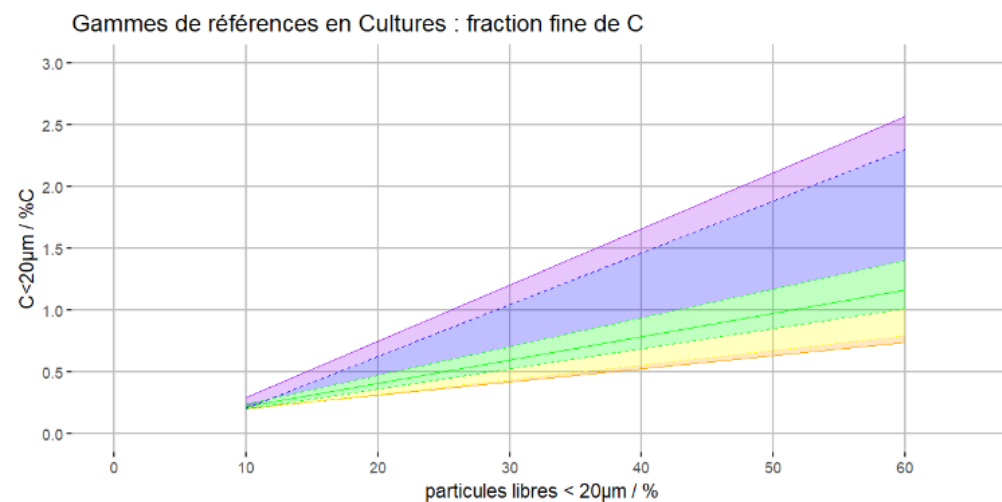


Figure 5 : Gammes de valeurs des teneurs en fraction fine (< 20 μ m) de carbone organique des sols (%C) sous culture. La fraction fine dépend directement de la quantité de particules libres < 20 μ m (%), tels que les argiles, limons fins et micro-agrégats. Source : Chartin et al. (2019).

Annexe 1.3.2.1. : Schéma des pratiques influant sur la communauté des adventices

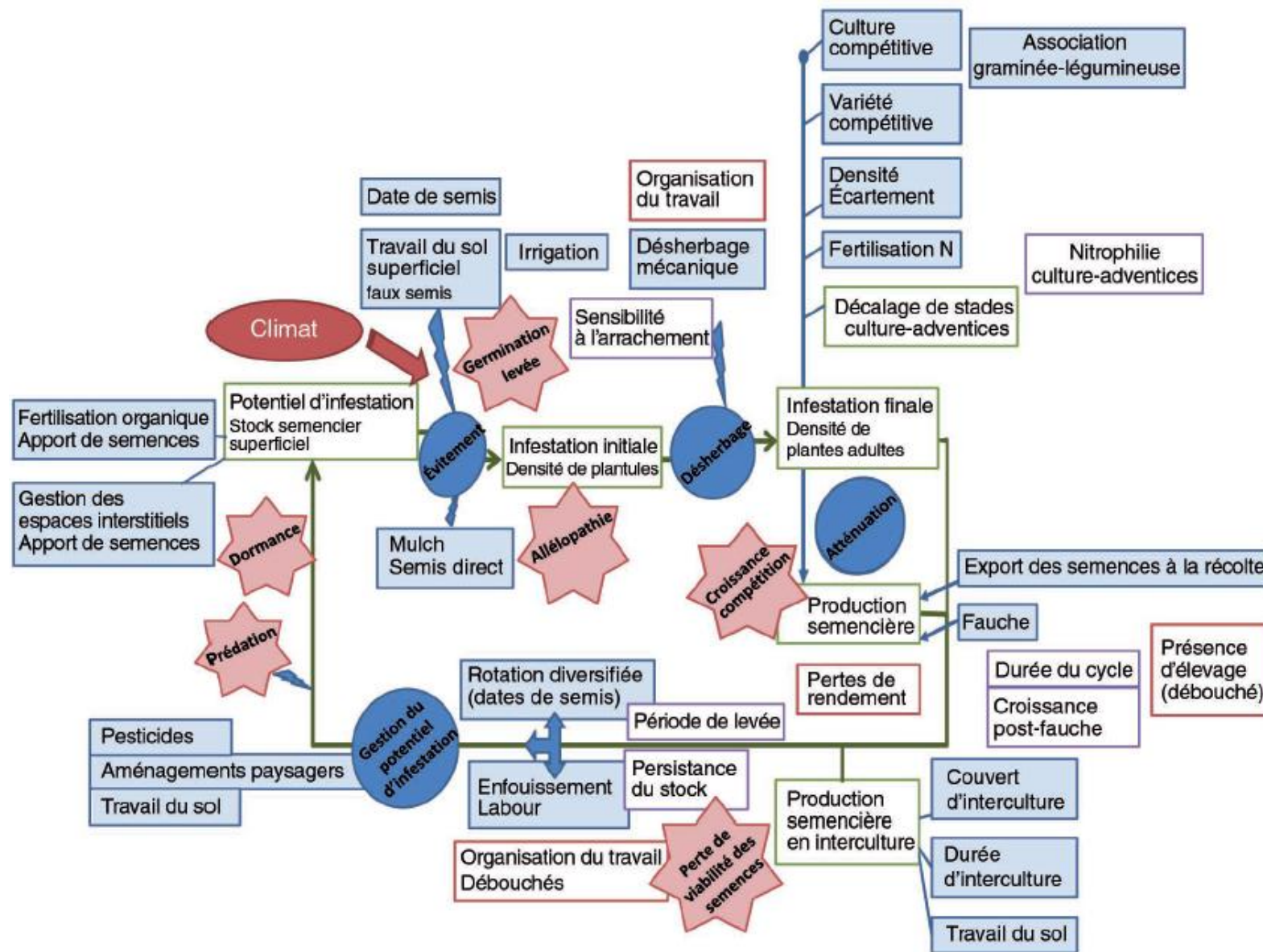


Figure 6 : Représentation schématique des différents leviers d'action permettant de contrôler la flore adventice (Chauvel et al. 2018).

« Les leviers techniques sont représentés dans les cadres bleus (levier technique mobilisable). Ils s'organisent autour des étapes du cycle biologique des adventices (en vert : variable d'état du système) en lien avec des processus biologiques et écologiques (étoiles). Leur efficacité varie entre les espèces adventices en fonction de leurs caractéristiques biologiques (cadres mauves : traits biologiques des espèces adventices expliquant la diversité des réponses). La mise en oeuvre de ces leviers doit être raisonnée en fonction des opportunités et contraintes liées au contexte de production (cadres rouges : contraintes, verrous limitant la mobilisation des leviers). » (Chauvel et al. 2018)

Annexe 1.3.2.2. : Impact des pratiques sur les types d'adventices

Tableau 1: pratiques culturales et effets sur les communautés adventices. Réalisé à partir d'informations récoltées dans Chauvel et al., 2018.

Pratiques liées à la/au ...	Pratiques influant la composition des communautés adventices	Espèces sélectionnées		Espèces sensibles	
		Espèces concernées (Espèces (à) ...)	Exemple	Espèces concernées (Espèces (à) ...)	Exemple
Rotation	Diversité des cultures dans la rotation			Non indifférentes à la période de germination / Semences peu persistantes	
	Introduction d'une prairie temporaire dans la rotation			Semences peu persistantes	
	Culture de printemps ou d'été dans une succession culturale à base de céréales d'hiver			Semences peu persistantes	
Semis	Diversité des périodes de semis	Ubiquistes / Indifférente à la période / peu compétitives	Pâturin / Sèneçon	Période de germination marquée / semences peu persistantes	
	Semi tardif	Germination hivernale	Gaillet	Espèces à germination automnale	Vulpin
	Semences certifiées sans adventices			Toutes	
	Variétés compétitives			Faible compétitivité	
	Forte densité de semis			Faible compétitivité	
Désherbage	Herse étrille et houe rotative	Développement racinaire rapide	Poacées		
	Binage			Vivaces	Chardon
	Désherbage chimique	Résistantes		Toutes	
Compétitivité de la culture	Faible disponibilité en azote au début de culture			Nitrophiles	
	Présence de résidus végétaux abondants en surface	Retard de germination des adventices par-rapport à la culture			
	Variété compétitives			Faible compétitivité	
	Forte densité de semis			Faible compétitivité	
	Augmentation de la compétitivité	Volubiles/grimpantes/ grande taille	Gaillet/ chardon	Faible compétitivité (la plupart)	
Travail du sol	Le labour	Longue persistance des semences		Semences peu persistantes / photosensibilité positive	Brome / pâturin
	Faux semis			Germination rapide	
	Absence de travail du sol	Vivaces			
Récolte	Récupération des menues pailles lors de la récolte du blé			Semences sur pieds à la récolte	Ray-grass

Annexes de la partie Matériel et méthode

Annexe 2.3.1. : Guide d'entretien pour la récolte de l'historique cultural (Leveau 2020)

Thèse Lola Leveau – Guide d'entretien historique des parcelles (2020-2023) – Version janvier 2021

Enquête sur l'historique des parcelles : guide d'entretien

0. Appel téléphonique

Nous commencerons les mesures en parcelle cet automne.

Nous devons maintenant choisir les parcelles suivies et s'assurer qu'on a une assez grande diversité de pratiques dans l'échantillon.

Quand puis-je passer vous voir pour signer la charte (RGPD), choisir une parcelle avec vous et collecter des informations sur son historique ?

Nous remonterons le plus loin possible dans le temps. Vous pouvez préparer toute la documentation que vous avez sur : cultures (semis, récolte), travail du sol, fertilisation, traitements phyto.

1. Introduction

Objectifs : présenter l'étude et l'objectif de l'entretien.

Sujets	Informations et questions	Réponses attendues
Remerciements	Merci de me recevoir	/
Temps disponible	<i>De combien de temps disposez-vous ?</i>	Temps disponible (h)
Objectif général	Lecture du résumé disponible dans la charte de gestion des données.	/
Implications de l'étude pour l'agriculteur	Liste des engagements pris par les agriculteurs et les chercheurs (Annexe 1). Type de mesures en champ : suivis réguliers sur place, quelques mètres carrés abîmés, quelques prélèvements de sol et des marquages aux piquets en plastique. Prévention par sms la veille de chaque passage. Types de données collectées : historique cultural, enquête sociale et marge économique. <i>Etes-vous d'accord avec ces engagements et contraintes ?</i> <i>A quel numéro pouvons-nous vous prévenir par sms avant chaque passage ?</i>	Oui – Non Numéro de gsm
Objectifs de l'entretien	Sélectionner une parcelle correspondant au profil recherché pour la thèse et collecter un premier jeu de données sur son historique cultural.	/

2. Vérification de l’existence de parcelles correspondant au profil

Objectif : faire une liste de parcelles potentielles

Sujets	Informations / Questions	Réponses collectées
Profil recherché	Voilà le profil des parcelles recherchées pour l’étude : • <u>Culture (pour la récolte 2021)</u> : froment d’hiver ou épeautre, éventuellement mélangé à d’autres céréales. • <u>Taille</u> : > 1 ha • <u>Sol</u> : Aba sur au moins 1 ha (cf. WalOnMap) • <u>Pente</u> : moins de 10% sur au moins 1 ha de Aba (cf. WalOnMap) <u>Quelles parcelles correspondront à ces quatre critères en 2020-2021 chez vous ?</u>	Pour chaque parcelle correspondant au profil : • Localisation (coordonnées) • Culture prévue en 2020-2021
Si l’agriculteur ne cultive pas les céréales sans association...	<u>Avez-vous prévu des cultures de froment ou d’épeautre en association avec d’autres familles que les Graminées ? S’agit-il de votre pratique habituelle pour la culture de ces céréales ?</u> Si oui aux deux questions, ces parcelles peuvent être incluses dans l’étude.	(retour à la question précédente, mais pour les parcelles avec des cultures associées)
Si aucune parcelle ne correspond...	<u>Est-il possible que vous ayez des parcelles correspondant au profil pour les campagnes 2021-2022 ou 2022-2023 ?</u>	Oui - Non
Si une parcelle correspond pour les années suivantes...	<u>Si c’est le cas, êtes-vous d’accord pour que l’on vous recontacte à cette période pour éventuellement inclure l’une de vos parcelles dans nos essais ?</u> Remerciements et fin de l’entretien.	Oui – Non

3. Choix de la parcelle suivie

Objectif : sélectionner la parcelle qui sera suivie

Sujets	Informations / Questions	Réponses collectées
Choix de la parcelle	L’objectif de l’étude est d’évaluer l’effet du système de culture à moyen voire long terme. Nous avons donc besoin d’une parcelle : • Représentative de votre façon de cultiver • Dont les données sur l’historique cultural sont accessibles <u>Quelle parcelle correspond le mieux selon vous à ces critères ?</u>	• Localisation (coordonnées) de la parcelle

4. Signature de la charte de gestion des données

Objectif : définir les conditions de collecte et de stockage des données personnelles

Sujets	Informations / Questions	Réponses collectées
Signature de la charte	Nous avons rédigé un formulaire de consentement décrivant les mesures mises en place pour protéger les données concernant votre ferme et vos champs. donner le document RGPD imprimé <i>Etes-vous d'accord avec ces conditions ?</i>	Signature du formulaire de consentement OU lecture au calme et renvoi du formulaire signé par la poste avant fin juillet. ➔ Laisser une copie à l'agriculteur.rice

5. Historique de la parcelle choisie

Objectif : collecter des données qui serviront à trier les parcelles selon l'itinéraire qui y a été appliqué

5.1. Questions générales

Questions	Réponses collectées
Quelles sont les zones à éviter lors des analyses (chargement, tâche de sable affleurante, fusion de deux parcelles différentes avec des historiques distincts...) ?	Pour chaque zone : - Emplacement (dessin sur une vue aérienne Google Map) - Raison de l'évitement
Des mesures agri-environnementales (déclarées ou non) ont-elles été implantées sur la parcelle ? Si oui, lesquelles, où et quand ?	Oui – Non Pour chaque MAE : - Type de MAE - Emplacement (dessin sur une vue aérienne Google Map) - Date d'implantation - Date de destruction
La parcelle était-elle une prairie permanente avant d'être une grande culture ? Si oui, quand a-t-elle été transformée en culture ? Comment ?	Oui – Non Date de transformation en culture Moyen de transformation (ex : herbicide + labour)
La parcelle a-t-elle été/ est-elle labellisée en agriculture biologique ? Si oui, quand ?	Oui – Non Dates de début et de fin de labellisation
La parcelle est-elle cultivée actuellement suivant les principes d'un système particulier ? (plusieurs réponses possibles)	TCS – agriculture de conservation – agroécologie – protection intégrée des cultures – agriculture de précision – agriculture conventionnelle - autre (préciser) – aucun système particulier

En quoi le suivi des principes sélectionnés à la question précédente a-t-il modifié votre façon de cultiver ? A quels points êtes-vous particulièrement attentif.ve ?	(question ouverte, répondre de façon générale sans entrer dans l'historique de la parcelle)
S'il est date d'avant 2010, à quand remonte le dernier labour profond (>15 cm)?	Année du dernier labour
Fonctionnez-vous par rotation ? Si oui, à quoi ressemble la rotation sur cette parcelle ?	Oui – Non (question ouverte : description de la rotation)
Avez-vous une stratégie particulière pour les couverts ? Dans quels objectifs les utilisez-vous, comment décidez-vous des espèces, des dates de semis et de destruction ? Cette stratégie a-t-elle changé au cours du temps ?	Choix des espèces (question ouverte) Choix des dates de semis (question ouverte) Méthode et date de destruction (question ouverte)

5.2. Données à compléter sur la ligne du temps

Comme il y a souvent une différence entre la rotation-type « théorique » et la réalité de terrain, nous allons collecter les informations les plus précises possibles sur l'historique réel la parcelle. Nous allons faire la suite de l'entretien sous la forme d'une ligne du temps en remontant 10 ans en arrière. La ligne du temps est divisée en différentes zones horizontales (Annexe 2). Chaque zone correspond à un type d'opération culturale : travail du sol, irrigation, etc. Nous allons compléter chaque zone avec des données sur les interventions qui ont eu lieu. Si certaines données précises ne sont pas disponibles, vous pouvez remplir la ligne du temps avec votre meilleure estimation, en fonction des pratiques habituelles de vous aviez à l'époque concernée. Les données approximatives (sûr de l'opération mais plus du détail) seront surlignées en jaune, les données supposées (pas sûr de l'opération mais probable) seront surlignées en orange.

Pour chaque opération, la date d'intervention est renseignée par une croix placée dans une case (= un mois) de la ligne du temps, ou par une barre horizontale couvrant plusieurs mois en cas de doute sur la date précise. Les dates de semis et de récolte des cultures sont renseignées de cette façon également.

A. Pour chaque culture destinée à la récolte...

Question	Réponses notées sur la ligne du temps
De quelle(s) espèce(s) et variété(s) s’agissait-il ? Quelle était la densité de semis pour chaque espèce ?	Espèce(s) Variété(s) Densité de semis [kg/ha, dose]
Quelle était la destination de vente de la culture ?	Type de produit
Toute la partie aérienne a-t-elle été exportée ? Si non, quelle partie est restée sur le champ ?	Oui – Non Type d’organe : Tiges et feuilles – tout – rien
Quel a été le rendement ?	Rendement [kg/ha, t/ha, nb fauches]

B. Pour chaque culture de couverture du sol...

Question	Réponses notées sur la ligne du temps
De quelles espèces s’agissait-il ? Quelle était la densité de semis pour chaque espèce ?	Espèce(s) Densité de semis [kg/ha]
Où se trouvait le couvert dans la rotation ?	Annuel d’interculture/ Compagne / Semi-permanent / Permanent
Quand avez-vous semé le couvert ?	Associé, relais, durant la récolte, après la récolte
Comment avez-vous semé ?	SD/ Volée sans travail/ Volée avec travail/ Semoir classique
Quelle était la stratégie de destruction du couvert ? Pour chaque intervention, mentionnez la date. <i>S’il y a eu travail mécanique ou herbicide, remplir les données de la zone correspondant au type d’opération</i>	Herbicide / Pâturage / Broyage / Roulage simple / Roulage hachage / Autre travail mécanique aérien / Scalpage sous le sol / Travail de mélange sol-plante / Labour superficiel / Labour / Strip-till / Mort naturelle

C. Pour chaque opération mécanique (y-compris préparation du semis, récolte, destruction des couverts et travail manuel)...

Question	Réponses notées sur la ligne du temps
Quel type d’outil a été employé ?	Nom de l’outil
A quel profondeur maximale cet outil a-t-il travaillé ?	Profondeur (cm)
Sur quelle machine se trouvait l’outil ?	Nom de la machine

D. Pour chaque opération de fertilisation et/ou d’amendement...

Question	Réponses notées sur la ligne du temps
Quel type de matière a été apporté ?	Type : fumier de vache – lisier – fientes de volaille – compost (préciser) - urée – formule minérale (préciser) – boues d’épuration - déchets verts - écumes de sucrerie – chaux – marne – stimulateur de vie du sol (préciser) – organismes du sol (préciser) – autre (préciser)
S’il s’agit d’un fertilisant, en quelle quantité a-t-il été apporté ?	Nombre d’unités pour les fertilisants minéraux [kg/ha, l/ha, UN] Poids pour les fertilisants organiques [T/ha]

E. Pour chaque application de produit phytosanitaire (y-compris enrobage, lutte biologique, microbiologique et régulateurs de croissance)...

Question	Réponses notées sur la ligne du temps
Quel est le nom commercial du produit?	Nom commercial du produit
Quelle dose a été appliquée ?	Dose [g/ha ou l/ha]

F. Pour chaque irrigation

Question	Réponses notées sur la ligne du temps
Quelle quantité d’eau apportée ?	Volume d’eau [l/m ²]

G. Vue d’ensemble

Question	Réponses notées sur la ligne du temps
Les variétés que vous employez ont-elles des caractéristiques particulières ?	Type de variétés : spéciale AB - lignée pure - mélange de variétés – autre (à préciser) Méthode de choix des variétés (texte libre)
Y a-t-il eu du travail manuel (désherbage) sur la parcelle ? Quand et combien d’heures ?	Pour chaque culture, heures de travail manuel
Y a-t-il eu des « accidents » du type récoltes dans de mauvaises conditions qui ont abîmé durablement la parcelle ?	Pointer les récoltes concernées

5.3 Données utiles manquantes

Y a-t-il d’autres informations importantes au sujet de la parcelle à côté desquelles vous avez l’impression que nous sommes passés ? « Importantes » veut dire ici « qui pourraient influencer les résultats que nous observerons avec nos mesures ». (question ouverte)

6. Itinéraire culturel probable durant les analyses de terrain

Objectif : collecter des données qui serviront à trier les parcelles selon l’itinéraire qui va probablement y être appliqué

La ligne du temps se prolonge jusqu’en été 2021. Pouvez-vous la remplir, de la même façon qu’auparavant, avec les opérations que vous pensez à priori réaliser durant la culture de froment ou d’épeautre sur laquelle nos analyses seront réalisées ?

Cette prévision ne vous engage à rien. Cela nous permet d’avoir une idée de votre façon actuelle de cultiver le froment / l’épeautre. Vous resterez libre de cultiver comme voulu et nécessaire durant la saison 2020-2021.

Annexe 1 : Engagements pris durant l’étude

Engagements des chercheur.ses

- **Respect de l’anonymat** (formulaire de gestion des données)
- **Prise en compte de l’avis des agriculteur.rices** pour le choix des indicateurs
- **Communication** avant chaque passage en champ
- **Dégâts minimaux** lors des passages en champ
- **Retours de résultats** tous les ans
- **Réunion collective** à la fin de la recherche (+ annuelles si demande)

Engagements des agriculteur.rices

- **Communication complète des données** des parcelles étudiées
- **Participation à l’enquête** sur la marge économique et la dimension sociale
- **Cultiver exactement comme si nous n’étions pas là** : pas d’impasse sur des intrants ou d’essais trop risqués
- Si arrêt de collaboration, **aller jusqu’au bout pour la saison en cours**
- **Respect des collègues** et caractère privé des échanges en groupe

Annexe 2 : Historique de la parcelle à compléter - exemple vide pour l’année 2010

	2010											
	Janvier	Février	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août	Septembre	Octobre	Novembre	Décembre
Cultures												
Couverts												
Travail mécanique et manuel												
Fertilisation												
Amendement												
Phytoprotecteurs, lutte biologique												
Irrigation												

Annexe 2.4.3.1. : Liste de protocoles internes au labo PEPA



UCLouvain - Earth Life Institute - ELIA / PEPA - Protocoles de labo

13-08-21

N° protocole	Thématique	Titre	Mots-clés	Date Mise à jour	Lieu principal de réalisation du protocole	Contact	Email
PEPA001	Adventices	Prédation des graines d'adventices	graines d'adventices, prédateurs, service écosystémique, carte de prédation, CASIMIR	13-07-21	Champ	Lola Leveau	lola.leveau@uclouvain.be
PEPA002	Adventices	Présence d'adventices	adventices, service écosystémique, relevé en champ, densité, stade phénologique, biomasse	13-07-21	Champ	Pierre Van Thorre	pierre.vanthorre@uclouvain.be
PEPA007	Carbone	Carbone stable et labile du sol	carbone organique, fraction stable, fraction labile, service écosystémique, fractionnement du sol, tamisage à l'eau, projet Carbiosol, permanganate	02-08-21	PEPA	Lola Leveau	lola.leveau@uclouvain.be
PEPA011	Maladies	Présence de maladies sur le froment	froment, service écosystémique, maladies, qualité sanitaire, septoriose, helmintosporiose, rouille jaune, rouille brune, fusariose, CePiCop, Agromet, QuantiPest	16-07-21	Champ	Clinique des Plantes	cliniquedesplantes@uclouvain.be
PEPA014	Lombrics	Incorporation de la matière organique de surface	service écosystémique, fertilité du sol, cabane, turricules, panier à vers de terre, paille OPVT	16-07-21	Champ	Lola Leveau	lola.leveau@uclouvain.be
PEPA018	Activité microbienne	Décomposition de la matière organique incorporée dans le sol	fertilité du sol, décomposition, matière organique, micro-organismes, minéralisation, Bait Lamina Test, Litter Bag, Tea Bag Index	22-07-21	PEPA	Thomas Dagbert	thomas.dagbert@uclouvain.be

Annexe 2.4.3.1.1. : Fiche de terrain du protocole des VDT de l'OPVT



Paniers à Vers de Terre Suivi du panier 1

1/4

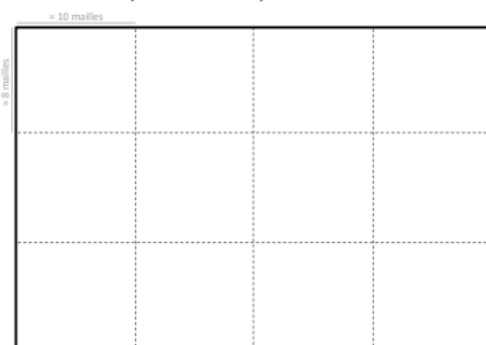
Informations parcelle

Exploitation _____ Commune _____
Observateur _____ Parcelle _____

Dates

Mise en place ____/____/20____
Fin de protocole ____/____/20____

Schéma à compléter lors de chaque observation – Le résultat final est important.



Légende

Cabanes
□ Nouvelle
△ Déjà observée
▲ Disparue

Turricules
X Nouveau
⊗ Déjà observé
● Disparu

Commentaires

Tableau des observations

Classes de recouvrement 5 4 3 2 1

Date du relevé	Code photo ou numéro	Nb de nouvelles cabanes, nouveaux turricules observés	Nb de cabanes, turricules précédemment observés	Nb de cabanes, turricules disparus depuis le dernier relevé	Recouvrement de la paille (cocher la case)
T 0,5 mois		□ X	△ ⊗	▲ ●	
T 1 mois					
T 1,5 mois					
T 2 mois					
T 2,5 mois					
T 3 mois					
T 3,5 mois					
T 4 mois					
T 4,5 mois					
T 5 mois					
T 5,5 mois					
T 6 mois					

Reprendre une nouvelle fiche si vous manquez de place pour vos observations – refaire le schéma sur la nouvelle fiche de suivi.

Récapitulatif à 4 mois

à compléter même si le protocole continu

Cabanes
Nombre de □ : _____
Nombre de △ : _____
Nombre de ▲ : _____
Paille
Classe de recouvrement _____

Récapitulatif de fin (date ____/____/20____)

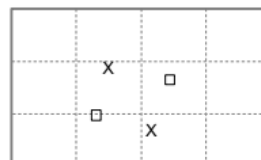
Cabanes
Nombre de □ : _____
Nombre de △ : _____
Nombre de ▲ : _____
Paille
Classe de recouvrement _____

Fiches de suivi des paniers

Ces fiches de suivi sont à remplir lors de chaque passage, avec une fiche par panier.

- Le **schéma** est une représentation graphique des observations faites sur un panier, en utilisant des symboles simples et évolutifs.

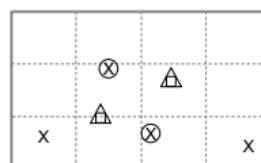
Exemple de remplissage



T 0,5 mois (15 jours après la mise en place)

Cabanes : 2 nouvelles cabanes

Turricules : 2 nouveaux turricules



T 1 mois

Cabanes : les 2 cabanes précédemment observées sont toujours présentes (faire un triangle autour des carrés)

Turricules : 2 nouveaux turricules
et les 2 turricules précédemment observés sont toujours présents (entourer les croix)

...

... Schéma à compléter minimum tous les 15 jours ...



T 2 mois

Cabanes : 1 cabane précédemment observée est toujours présente, 1 cabane a disparu (noircir le triangle) et 1 nouvelle cabane apparaît à côté de la cabane disparue

Turricules : 3 turricules précédemment observés sont toujours présents et 1 des turricules a disparu (noircir le rond)

...

... Schéma à compléter minimum tous les 15 jours ...



T 4 mois

Cabanes : 1 cabane précédemment observée est toujours présente, 1 cabane a disparu (ce qui fait donc au total 2 cabanes disparues depuis le début, soit 2 triangles noircis)

Turricules : 2 turricules précédemment observés sont toujours présents, 1 des turricules a disparu et 1 nouveau turricule est apparu au niveau d'un turricule disparu (faire un trait et sortir du cadre pour faire les nouvelles figures)

- Le **tableau d'observation** doit au minimum être rempli avec les dates et les codes des photos. Les nombres de cabanes et de turricules et le recouvrement restent cependant très intéressants et demandent peu de temps de remplissage.
- Les **récapitulatifs « 4 mois » et « Fin »** (6 mois ou autre si le protocole se termine avant) **sont importants** car ils seront des valeurs de comparaisons de tous les paniers, il est essentiel de remplir cette partie.



Annexe 2.4.3.1.2. : Protocole détaillé de la mesure des indicateurs de VDT réalisé par Aline Fockedey (2021), d'après le protocole de l'OPVT (2016)

Protocole de mise en place de la placette

1. Demander aux agriculteurs de réaliser les traces de pulvérisateur dans leur parcelle, et dans le cas où cela n'est pas possible, demander la largeur de leur pulvérisateur et le bord par lequel ils commencent les pulvérisations
2. Encoder dans QGIS la position théorique des placettes et extraire les coordonnées GPS
3. Sur place, rejoindre ces coordonnées en veillant à se déplacer dans les traces de tracteur et à rejoindre la placette perpendiculairement aux traces de tracteur
4. (+ éliminer le couvert à l'aide d'une binette sur les parcelles en semis direct)
5. Egaliser, en frottant le panier à VDT contre le sol, une surface de 50*30 cm avec le long côté dans l'axe du semis
6. Fixer les paniers à VDT à l'aide de 4 fiches en formant « Z » avec 2 fiches sur les bords et deux fiches formant une diagonale
7. Enfoncer un piquet en plastique rouge au coin supérieur gauche du panier par rapport à l'endroit où l'on se placera pour prendre la mesure, c'est-à-dire un des deux côtés longs.
8. Y attacher une étiquette reprenant l'identifiant de la placette

Appréciation visuelle de l'incorporation de la MO

Informations générales :

Chaque panier est évalué à chaque visite en remplissant différents indicateurs quantitatifs sur la fiche de notation de l'OPVT (Annexe 7.1.). Il s'agit d'une mesure du « nombre de cabanes », du « nombre de turricules » et de la « classe de recouvrement de la paille » indiquant l'incorporation de celle-ci dans le sol.

Mesure du nombre de cabanes VDT (1) :

A chaque visite le nombre de cabanes de VDT est compté dans chacun des paniers. La caractérisation des cabanes se base sur 2 critères. Le critère principal est le regroupement de la paille en forme d'étoile. Le second critère, moins important, est le fait de voir des bouts de paille s'enfoncer dans le sol. La raison pour laquelle ce deuxième critère est moins pris en compte est qu'après une première pluie, on observe que pour une grande partie de la paille une extrémité de la paille est introduite dans la terre par l'impact des gouttes de pluie. On constate cela sur toute la surface du panier. De la paille qui s'incorpore au niveau des regroupement de paille en forme d'étoile confirment la cabane, mais ne constituent donc pas un critère à lui seul. Cependant, si la forme d'étoile n'est que peu visible mais que plusieurs bouts de pailles rentrent dans le sol dans une même zone, elle est également comptée comme cabane.

Par sécurité, malgré la possibilité que les lombrics regroupent déjà de la paille vers des cabanes, aucune cabane n'est comptée lorsque la paille recouvre encore de manière homogène les sept cm autour de l'endroit où une cabane pourrait être supposée. De manière générale, attendre deux semaines supplémentaires permet de mieux mettre en évidence les cabanes et l'emplacement plus précis de celles-ci. En effet, lorsque beaucoup de paille est encore présent, il est souvent difficile de pouvoir différencier cela du résultat qu'on observe sur le témoin, où il est fréquent de voir certaines zones du panier avec un peu plus de paille que d'autres.

Les nouvelles cabanes observées sont notées par un carré sur la fiche de VDT. Lorsqu'elles ont déjà été observées à une visite antérieure, elles sont identifiées par un triangle autour du carré précédemment tracé. Il est possible de réaliser une distinction entre les cabanes observées au passage

précédent et donc qui au moment de la visite ne sont représentées qu'avec des rectangles, et les cabanes qui ont déjà été observées à plusieurs reprises et qui sont donc représentées par des rectangles entourés d'un triangle. C'est la raison pour laquelle dans ce protocole il est proposé de séparer la colonne « cabane déjà observée » en deux colonnes (nouveau triangle ou triangle déjà présent).

Lorsque la cabane a disparue, c'est-à-dire lorsqu'il n'y a plus de paille sur 5 cm de diamètre autour de l'emplacement indiqué, le triangle (ou éventuellement le rectangle) est noirci.

Mesure du nombre de turricules de VDT (2)

A chaque passage le nombre de turricule est également compté dans chaque panier. Le turricule est le rejet des VDT anéciques et arénicoles et ressemble à tortillon en surface du sol. Les nouveaux turricules sont notés par des croix sur la fiche de l'OPVT. Si ce turricule est observé à nouveau une fois suivante, la croix est entourée. Lorsque le turricule n'est plus visible, le cercle (ou la croix) est noirci.

En ce qui concerne la colonne « turricule déjà observé », elle peut également être séparée en deux colonnes en suivant le même raisonnement que celui énoncé au point 4.2.2. Mesure du nombre de cabanes.

Mesure de la classe de recouvrement de la paille (3)

Lors de chaque relevé de mesure, la classe de recouvrement de la paille dans chacun des paniers est également notée sur la fiche de l'OPVT. Comme indiqué dans le tableau ci-dessous, les paniers démarrent en classe 1 et l'incorporation est considérée comme terminée lorsque le panier arrive en classe 5. Des pictogrammes sont également disponibles dans le protocole de l'OPVT comme aide visuelle pour identifier la classe de recouvrement de la paille des paniers.

Classe	Surface du panier recouverte par de la paille (x)
1	$x > 40\%$
2	$25\% > x > 39\%$
3	$15\% > x > 24\%$
4	$1\% > x > 14\%$
5	$x = 0\%$

Réalisation des photos

A chaque passage, une photo de chaque placette est réalisée au smartphone. Cela permet de garder une trace des passages et en cas de doutes de pouvoir les reconsulter. A côté de cela, cela permet de montrer un exemple de suivi de cette expérience. En outre, il est possible que cela mette en évidence certains concepts, interrogations, ...

Les photos seront nommées de la manière suivante : N°ChampsCodeExpN°Panier_AAMMJJ

Exemple : 09T3_200926

Désherbage régulier

Après la prise de photo et des mesures, un travail de désherbage manuel délicat est réalisé à chaque passage tout au long de l'expérience dans chaque panier. Il est important de ne pas déplacer les bouts de paille afin de ne pas influencer les mesures des prochaines semaines.

Code d'identification

VDT (incorporation de la M0) : Lettre T pour ver de Terre.

Champs : N° entre 01 et 20.

Placettes : N° entre 1 et 4, le 4 étant le panier témoin.

Exemple de code inscrit sur une étiquette : 8_T_3

Annexe 2.4.3.2.1 : Calcul des paramètres S et K

$$S = 1 - \left(\frac{\text{Poids final de thé vert}}{\text{Poids initial de thé vert}} \right)_{\text{Fraction de thé vert hydrolysable}}$$

$$K = \frac{\text{LN} \left(\frac{\text{Fraction labile prédite de thé rouge}}{\text{Fraction restante de thé rouge} - (1 - \text{Fraction labile prédite de thé rouge})} \right)}{\text{Temps d'incubation du thé rouge et du thé vert}}$$

Avec la fraction labile prédite de thé rouge calculée sur base du S (soit du comportement du thé vert) et de la fraction de thé rouge hydrolysable : $\text{Fraction labile prédite de thé rouge} = \text{Fraction de thé rouge hydrolysable} * (1 - S)$

Les fractions de thé rouge et de thé vert hydrolysables étant des constantes (0,842 pour le thé vert et 0,552 pour le thé rouge).

Le poids du substrat incorporé au sol suit l'équation suivante : $W(t) = ae^{-k_1t} + (1 - a)e^{-k_2t}$

Avec a = partie labile de la litière, 1-a = partie récalcitrante de la litière, k1 = taux de décomposition de la matière labile, k2 = taux de décomposition de la matière récalcitrante. k2 étant considéré comme nul pour une courte durée de 90 jours d'incubation, l'équation ci-dessus peut être estimée par : $W(t) = ae^{-kt} + (1 - a)$ où k peut être mesuré durant la première phase de décomposition. Le paramètre a est déductible de 1 - a qui peut être estimé après 3 mois

Annexe 2.4.3.5.1. : Photos de l'état d'avancement du sol par rapport à la battance



Figure 7: Etat de la surface du sol de la placette 4 du champ 5 juste après le semis. Stade faciès F0.
Source : Xavier Belin



Figure 8 : Etat de la surface du sol de la placette 4 du champ 5 après 10 jours avant désherbage. Stade faciès F11. Stade faciès F11. Source : Xavier Belin

Annexe 2.4.3.5.2. : Informations complémentaires sur le protocole de la battance

Réalisation des photos

Le Nikon D5300 est un « *half-frame* » avec un *crop factor* de 1,5. C'est-à-dire que pour avoir une ouverture de 50 mm, il faut ouvrir son objectif à 36 mm ($36 \times 1,5 = 50$). Cette manipulation est nécessaire car les *half-frame* ont un champ de vision réduit par-rapport aux *full-frame* (qu'utilisait Boiffin).

Travail manuel du sol

En semis direct, le sol a subi trois modifications de sa structure de surface. D'abord il a été débarrassé de sa végétation manuellement par arrachage. Ensuite, une bêche a été enfoncée à environ 10 cm de profondeur tous les 5 cm dans le sens de la longueur. A chaque fois un mouvement de va-et-vient a été appliqué de façon à soulever légèrement et craqueler la terre. La terre n'a pas été retournée. Enfin, un rouleau à dents manuel a été utilisé dans le sens de la longueur de la placette. L'objectif était d'obtenir des mottes d'une taille maximum d'environ 5 cm. Une fois le travail terminé, l'outil a été secoué pour faire tomber les mottes coincées dans les dents sur la placette.

Dans le cas des parcelles sur lesquelles nous sommes arrivés après la pluie, la végétation a été retirée à la main et nous avons seulement utilisé la herse rotative manuelle de la même façon qu'expliqué ci-dessus.

Annexe 2.4.3.5.3. : Distance entre les parcelles et les stations Pameseb

Tableau 2: Distances entre les parcelles étudiées et les stations Pameseb. Données obtenues à partir de l'application « Belcam ».

Parcelle	Station Pameseb	Distance	Parcelle	Station Pameseb	Distance
1	Baisy-Thy	7,78	11	Couthuin	5,67
2	Louvain-la-Neuve	5,94	12	Sombreffe	5,89
3	Feluy	11,78	13	Sombreffe	2,65
4	Louvain-la-Neuve	6,58	14	Baisy-Thy	7,34
5	Louvain-la-Neuve	6,58	15	Roux-Miroir	7,99
6	Sombreffe	4,34	16	Louvain-la-Neuve	3,14
7	Leuze	6,42	17	Louvain-la-Neuve	1,74
8	Baisy-Thy	1,55	18	Baisy-Thy	11,32
9	Roux-Miroir	3,75	19	Leuze	8,76
10	Roux-Miroir	6,65	20	Louvain-la-Neuve	1,34

Annexe 2.4.3.5.4. : Informations complémentaires sur l'évaluation de la répartition des agrégats

Evaluation sur le terrain

Les calibres des agrégats inférieurs ou égaux à 2 et 5 mm ont été estimés lors de l'installation de chaque placette. Voici le matériel utilisé :

- Un cadre en bois sur lequel des fils tendus séparaient des surfaces équivalant à 10% de la placette
- Des gabarits carrés en plastique transparent représentant une surface de 10% et de 1% de la placette.
- Un pied à coulisse.

La fraction inférieure à 2 mm était estimée en explorant la surface dans le sens de la longueur et en suivant les reliefs présents (sillon, crête, ...). Les découpages du cadre n'étaient pas utilisés. Le plastique de 1 % était promené à la surface. Chaque fois que l'observateur estimait qu'un % avait été cumulé, il l'additionnait mentalement. Une fois toute la surface parcourue, la valeur de la surface couverte par le calibre ≤ 2 mm était noté. C'est la faible surface couverte par ces agrégats qui permet ce calcul mental.

La fraction inférieure à 5 mm était évaluée de façon légèrement différente. Chaque carré de 10% du cadre était évalué l'un après l'autre. Là encore le gabarit de 1% et le pied à coulisse étaient utilisés comme aide. A la fin les valeurs pour chaque carré a été sommée.

Création de nouvelles classes de sol

Les classes « NA » (Non-Agrégat), « A1.0 » et « E » (Erreur) ainsi que la classe « A1.0 » (tableau 20). Ont été ajoutées aux classes proposées par Boiffin à la suite des difficultés rencontrées à classer ces types de surface. Les classes S1 et S1bis représentent la surface couverte par des agrégats de taille inférieure ou égale à 1 cm. S1 est déduit par calcul à partir des mesures A5 à A1 tandis que S1bis est obtenu par mesure directe de A1.0. La différence entre les deux fourni une valeur qui a été appelée « erreur » (E), l'estimation de S1bis étant jugée plus précise que le calcul de S1 issu de plusieurs estimations différentes.

Un exemple de l'Excel d'encodage se trouve en annexe 4.3.5.5.

Evaluation à l'aide de GIMP

Les photos ont été importées sous forme de calque puis rognées de façon à ne conserver que le mètre posé sur le sol et la surface d'étude. Un cadre, sous forme de calque (« Grille_10_5_1.xcf »), ayant les mêmes proportions que les placettes et divisé en 10 rectangles

égaux a été réalisé avec les outils de dessin. Les images rognées ont été redimensionnées de telle manière que la surface de la placette rentre au mieux dans le cadre numérique de bonne proportion.

Ensuite un jeu de gabarits volants (figure 12) a été réalisé sous forme de calque (« 1 % guide.xcf »). Le calque comporte deux carrés représentant 1% de la surface du cadre numérique et des cercles de 2, 5, 10, 20, 30, 40 et 50 mm de diamètre. L'échelle est vérifiée à chaque fois en début d'analyse d'une photo en passant les cercles sur le mètre et en vérifiant que le cercle fait bien le bon diamètre. Lors de l'évaluation de l'une des surfaces de 10%, ce jeu est déplacé à sa surface pour faciliter l'estimation.

Pour l'analyse, les rectangles de 10% ont été estimés les uns après les autres pour chaque calibre. Lorsqu'un agrégat se trouve entre deux carrés, seule la partie présente dans le carré est comptabilisée en pourcentage de surface dans la classe de calibre correspondant à sa taille totale. Le calibre était dépassé dès que la plus grande dimension d'un agrégat dépassait la bordure extérieure du cercle.

Cette mesure étant chronophage, il a été considéré que 50% de la surface (un rectangle sur deux) était suffisante pour réaliser cette évaluation. En partant de gauche à droite ce sont les rectangles 1,3,5,7 et 9 qui ont été évalués. Cette mesure a pris beaucoup de temps : de l'ordre de 30 minutes par placette en ne faisant que la moitié.

Lors de l'observation et de l'encodage, pour chaque rectangle de 10% les classes ont été estimées dans cet ordre : NM, NS, NL, A5, A4, A3, A2, A1, A1.0, A0.5, et A0.2. Après une première estimation, si l'erreur (**S1-S1.0**) sur le rectangle de 10% était supérieure à 0,75% (en% de la surface totale de la placette), alors une réévaluation de la répartition était réalisée en augmentant les valeurs attribuées aux classes visiblement sous-estimées jusqu'à atteindre cette erreur de 0,75%. Souvent les classes NM, NS et NL. NL étant particulièrement difficile à évaluer. Ensuite les classes les plus susceptibles de contenir des erreurs étaient augmentées : A1 puis A1.0, A2 et A3 en général. Cela peut aussi dépendre de la placette, c'est alors à l'observateur de savoir quelles catégories ont pu être sous-estimées.

Ces classes « susceptibles à l'erreur », visibles dans le tableau à la fin de cette annexe sous forme de cases colorées, ont été définies sur base de la difficulté à estimer en pratique la proportion de la surface couverte par les différentes catégories de surface.

Traitement et utilisation des données

Pour ce qui est du traitement de l'information brute, l'erreur fournie par la soustraction entre A1,0 et S1.0 a été répartie de façon homogène entre les classes les plus susceptibles. Ces surfaces ont été déterminées en fonction de la difficulté pour l'observateur d'évaluer la surface que ces catégories occupaient. Le tableau 4 les représente sous forme de cases colorées.

Les « surfaces lisses » (NL), dont on a du mal à distinguer les agrégats, ont été attribuées à la fraction la plus fine (S0,2) car il a été observé qu'elles se transforment très rapidement en plaque suites aux pluies. Comme ces données servent à créer l'indicateur Dlim, elles ont été manipulées en partant de l'hypothèse que les agrégats les plus fins sont incorporés les premiers (Boiffin 1984).

La classe MO/vg a été retirée de la surface d'étude car elle n'est pas constituée d'agrégats. Elle a été répartie entre les 8 catégories finales.

Les données de répartition des calibres ont finalement été utilisées afin (1) de comparer les données obtenues sur le terrain et par photo, (2) d'observer la variabilité des états initiaux du sol après semis et (3) de générer l'indicateur Dlim.

Tableau 3: Résumé du traitement des données encodées lors de l'estimation de la répartition des calibres d'agrégats sur les placettes de battance. S1 et S1bis représentent la surface d'agrégats inférieure ou égale à 1cm. S1 est déduit par calcul à partir des mesures A5 à A1 tandis que S1bis est obtenu par mesure directe. La différence entre les deux fournit une valeur qui a été appelée « erreur » (E). La colonne « valeur finale » indique la valeur finale des catégories après manipulation des données sous forme d'équation ou de valeur quand celle-ci est connue. En gras les classes ajoutées au protocole de Boiffin dans le cadre de ce mémoire. En vert, orange et bleu : trois niveaux de difficulté d'estimation de la proportion des **calibres d'agrégats (A)**. Respectivement : moyenne, forte et très forte. Sans couleur : estimation non problématique. « Calibre » signifie « la plus grande dimension ».

	Catégories de surfaces estimées	Code	Explication	Traitement de l'information	Valeur finale après manipulation des données
Agrégats (A)	< 2 mm]	A0,2	Surface couverte par des agrégats de calibre inférieur ou égal à 0,2 cm	$A0,2 = S0,2$	$S0,2 + E/9 + NM/8 + NL$
	< 5 mm]	A0,5	" " inférieur ou égal à 0,5 cm	$A0,5 = S0,5$	$S0,5 + (2 \cdot E/9) + NM/8$
	< 10 mm]	A1.0	" " inférieur ou égal à 1 cm	$S1 - S1bis = \text{erreur} (=E)$ $A1.0 = S1bis$	$S1bis + (3 \cdot E/9) + NM/8$
	]1-2]	A1	" " compris entre 1 cm exclus et 2 cm inclus	$S2 - A1 = \text{surface couverte par des agrégats} \leq 1 \text{ cm} (=S1)$	/
	]2-3]	A2	" " compris entre 2 cm exclus et 3 cm inclus	$S3 - A2 = \text{surface couverte par des agrégats} \leq 2 \text{ cm} (=S2)$	$S2 + E/3 + NM/8$
	]3-4]	A3	" " compris entre 3 cm exclus et 4 cm inclus	$S4 - A3 = \text{surface couverte par des agrégats} \leq 3 \text{ cm} (=S3)$	$S3 + E/3 + NM/8$
	]4-5]	A4	" " compris entre 4 cm exclus et 5 cm inclus	$S5 - A4 = \text{surface couverte par des agrégats} \leq 4 \text{ cm} (=S4)$	$S4 + NM/8$
	]5- [	A5	" " supérieur à 5 cm exclus	$100 - \mathbf{NA} - A5 = \text{surface couverte par des agrégats} \leq 5 \text{ cm} (=S5)$	$S5 + NM/8$
Non agrégats (NA)	S sombre	NS	Surface de cavités sombres > que 5 mm et non incluse dans une autre catégorie	Difficile à attribuer à l'une des catégories « A »	$NS + NM/8$
	S lisse	NL	Surface de terre non couverte d'agrégats. Ex. : surface lissée par le travail du sol, dans des creux profonds, ...	Attribué à la catégorie S0.2	$NL = 0$
	MO/vg	NM	Surface non terreuse : matière organique, plastique, mètre, ...	Distribué de façon homogène entre les différentes catégories	$NM = 0$
	Erreur	E	Surface de la placette qui n'est pas estimée	Attribuée à 1/9 aux catégories S0.2, S0.5 et S1.0 Attribuée à 1/3 aux catégories S2 et S3	$E = 0$

Annexe 2.4.3.5.5. : Exemple du tableau Excel d'encodage des données de répartition des calibres d'agrégats

Code	Unité	A0.2	A0.5	A1.0	E	S1	S2	S3	S4	S5	A1	A2	A3	A4	A5	NS	NL	NM
		< 2 mm]	< 5 mm]	< 10 mm]	Erreur (=S1-A1.0)	< 10 mm]*	< 20 mm]	< 30 mm]	< 40 mm]	< 50 mm]	]1-2]	]2-3]	]3-4]	]4-5]	]5- [	S sombre	S lisse	MO/vg
6b4	1	0,5	1	2,75	0,5	3,25	4	4,75	5	5	0,75	0,75	0,25	0	2	0	2	1
6b4	2																	
6b4	3	0,5	1,25	4	0,75	4,75	5,25	6	7,25	7,25	0,5	0,75	1,25	0	0	0	2	0,75
6b4	4																	
6b4	5	0,5	1,25	2,25	0,75	3	4	4,5	5,75	5,75	1	0,5	1,25	0	1	0,25	2	1
6b4	6																	
6b4	7	1	2,5	5	0,5	5,5	6,75	7,75	8,25	8,5	1,25	1	0,5	0,25	0	0,25	0,75	0,5
6b4	8																	
6b4	9	0,5	1,25	2,75	0,75	3,5	4,5	5,75	6,5	6,5	1	1,25	0,75	0	0	0,25	2,75	0,5
6b4	10																	
	Total	6	14,5	33,5	6,5	40	49	57,5	65,5	66	9	8,5	8	0,5	6	1,5	19	7,5
7b1	1	1,5	2,25	3,5	0,5	4	6,25	7,5	8,75	9,75	2,25	1,25	1,25	1	0	0,25	0	0
7b1	2																	
7b1	3	1	1,75	3,75	0	3,75	5,25	7,25	8,75	8,75	1,5	2	1,5	0	0	0	1,25	0
7b1	4																	
7b1	5	0,75	1,25	4,5	0,75	5,25	7,5	8,5	9,75	9,75	2,25	1	1,25	0	0	0	0,25	0
7b1	6																	
7b1	7	0,5	0,75	2,25	0,75	3	5,25	6,5	7,75	8,75	2,25	1,25	1,25	1	0	0,5	0,75	0
7b1	8																	
7b1	9	1,5	2,25	4	0,75	4,75	6,25	7,75	9	9	1,5	1,5	1,25	0	0	0,5	0,5	0
7b1	10																	
	Total	10,5	16,5	36	5,5	41,5	61	75	88	92	19,5	14	13	4	0	2,5	5,5	0

Tableau 4: Tableau d'encodage des données (en % de la surface totale de la placette). Les colonnes grises sont calculées à partir des colonnes plus sombres. Les correspondances aux codes du tableau de l'annexe 2.4.3.5.4. sont indiquées au-dessus.

Annexe 2.4.3.5.6. : Critères de sélection de Dmin

Les agrégats utilisés pour évaluer Dmin doivent être présents en au moins 4 endroits distincts de la placette.

En ce qui concerne la forme : l'agrégat doit se démarquer nettement de la surface alentours par au moins une de ses faces. Plus l'agrégat dépasse de la plaque, plus il a de l'importance.

En ce qui concerne la position : les agrégats à l'abri de la pluie sur le versant d'un sillon ou derrière un agrégat de grande taille n'ont pas été mesurés car ils ne reçoivent pas toute l'énergie cinétique de la pluie. Les agrégats situés sur le sommet des sillons ont été conservés quand ils semblaient se comporter de la même façon que les agrégats bien exposés dans les zones planes. Etant donné leur position surélevée, ils ont parfois tendance à se démarquer beaucoup plus des agrégats situés en zones planes, malgré une taille faible. Il arrive aussi que d'un passage à l'autre des agrégats situés sur le sommet d'un sillon diminuent de taille, ce qui ne traduit pas le comportement des agrégats qui doit être suivi pour obtenir un bon indicateur Dmin.

Lorsqu'il n'est pas possible de trouver 4 agrégats du même calibre, alors Dmin est obtenu en faisant la moyenne entre les 4 agrégats les plus petits.

La mesure est terminée quand il n'y a plus d'évolution notable de Dmin pendant 3 passages de suite malgré les chutes de pluie ou quand le nombre d'agrégats distincts passe en-dessous de 4 ou encore quand les derniers agrégats sont plus grands que 30-40 mm.

Annexe 2.4.3.5.7. : Feuille de terrain proposée pour les relevés de battance

[illegible]

Annexe 2.4.3.5.8. : Obtention de D_{lim}

FIG 32 : DÉTERMINATION DU PARAMÈTRE D_{lim}

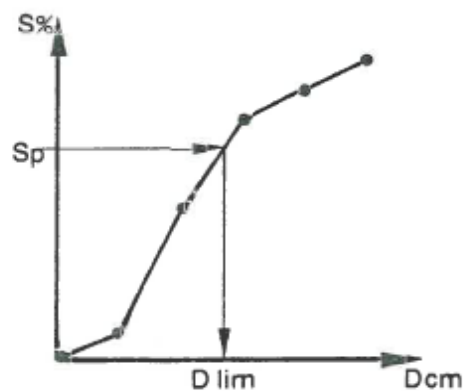


Figure 9: Schéma d'explication de la détermination du paramètre D_{lim} . La droite représente l'inverse de la surface cumulée couverte par les calibres d'agrégats. Cette droite est utilisée pour déterminer D_{lim} (le dernier calibre d'agrégat incorporé à la croûte de battance) à partir de la surface de plaque (sp) observée. $S\%$ = pourcentage de la placette couverte par les calibres d'agrégats; Sp = Surface de plaque continue ; D_{cm} = diamètre d'agrégat. Source : Boiffin (1984)

Annexe 2.4.3.5.9. : Suppression des points de plateau pour réaliser la régression linéaire et obtenir B_{dlim}

Les points de plateaux ont été retirés de façon itérative jusqu'à ce que la différence entre le dernier et l'avant-dernier point soit supérieure ou égale à 13%. La sélection a directement été réalisée sur les données de surface de plaque avant d'établir la correspondance entre la surface de plaque et la répartition des calibres (annexe 3.4.3.5.8.). La valeur de 13% a été déterminée visuellement et est certainement adaptable pour un autre jeu de donnée. Avec cette approche la majeure partie des plateaux disparaît.

Les placettes dont la surface couverte par une plaque à la fin des relevés était inférieure à 70% n'ont pas subi ce traitement.

Un dernier filtre a été appliqué les points situés au-delà de 40 mm n'ont pas été utilisés. Dans son étude, Boiffin accorde moins d'importance aux gros agrégats car ils sont plus rares. Au-delà de 30 mm par exemple pour D_{min} , la mesure est considérée comme douteuse. Afin de faire un compromis avec la résolution des données, la limite a été placée à 40 mm.

Annexe 2.4.3.6.1. : Tableau d'aide à l'évaluation du score VESS

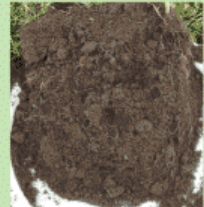
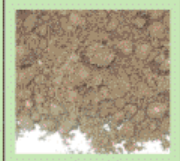
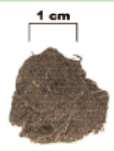
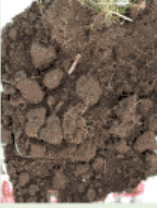
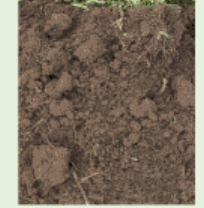
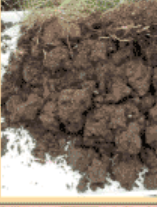
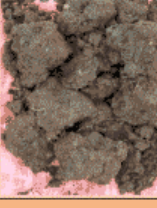
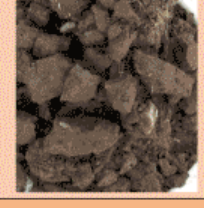
Qualité de la Structure	Taille et Apparence des Agrégats	Porosité Visible et Racines	Apparence après rupture : divers sols	Apparence après rupture: même sol, différentes modalités de travail du sol	Traits distinctifs	Apparence des fragments (naturels ou obtenus par rupture) de ≈ 1.5 cm de diamètre ou plus
Sq1 Friable Agrégats friables entre les doigts	La plupart des agrégats < à 6mm après émiettement.	Très poreux. Les racines ont colonisé le sol.			 Agrégats Fins	 L'action de briser le bloc suffisante pour les relevés : les gros agrégats sont composés de plus petits, maintenus par les racines.
Sq2 Intact Agrégats se brisent facilement avec la main	Mélange d'agrégats poreux, arrondis de 2mm à 7cm. Aucune motte présente.	La plupart des agrégats sont poreux. Les racines colonisent entièrement le sol.			 Forte porosité des agrégats	 Les agrégats obtenus sont arrondis, fragiles, se cassent facilement et sont très poreux.
Sq3 Ferme La plupart des agrégats se brisent avec la main	Mélange d'agrégats poreux de 2mm-10cm. Moins de 30% <1cm. Présence possible de fragments angulaires non poreux (mottes).	Présence de macropores et de fissures. Présence de pores et de racines à l'intérieur des agrégats.			 Faible porosité des agrégats	 Les agrégats/fragments sont plutôt faciles à obtenir. Ils contiennent de pores visibles et sont fragiles. Les racines poussent habituellement à travers les agrégats.
Sq4 Compact Exige un gros effort pour briser les agrégats avec la main	Principalement mottes >10 cm, sub-angulaires, non poreuses ; moins de 30% <7cm ; structure lamellaire possible.	Peu de macropores et de fissures. Toutes les racines sont localisées dans les pores et autour des agrégats.			 Macropores Visibles	 Les agrégats/fragments sont faciles à obtenir quand le sol est humide. Ils se présentent en cubes avec des formes anguleuses et des fissures internes.
Sq5 Très Compact Agrégats vraiment difficile à briser	Principalement mottes angulaires et non poreuses ; >10cm, très peu de fragment <7cm.	Très faible porosité. Des macropores peuvent être discernables. Anoxie possible. Peu de racines et localisées dans les fissures.			 Couleur gris-bleu	 Le sol peut être fragmenté lorsqu'il est humide, mais peut exiger un effort important. Habituellement, pas de pores ou de fissures visibles à l'œil.

Tableau 5 : Correspondance entre score VESS et caractéristiques du sol. Source : Ball et al. 2007, Guimaraes et al. 2011.

INRA
 SCIENCE & IMPACT

Projet
CASIMIR

Fiche de notation de terrain

Culture/stade :

S : stade phénologique dominant

Classe	Plantes/m ²	Sur 16 m ²
1	0,1 < D ≤ 1 p/m ²	2 à 16 plantes
2	1 < D ≤ 3 p/m ²	17 à 48 plantes
3	3 < D ≤ 10 p/m ²	49 à 160 plantes
4	10 < D ≤ 20 p/m ²	
6	20 < D ≤ 50 p/m ²	
8	50 < D ≤ 250 p/m ²	
7	250 p/m ² < D	

Classe	Stade	Dicotylédone	Graminée
A	plantule	cotylédons à 1-3 ou 2-4 feuilles	1 à 3 feuilles
B	plante jeune	au-delà de 3 ou 4 (6) feuilles	1 à 2 tiges
C	plante adulte	ramifications	plein tallage / montaison
D	floraison	boutons floraux	épiaison
E	grenaison	dissémination des semences	grenaison

[illegible]

Annexe 2.4.4.2. : Schéma des indicateurs réalisables à partir des données récoltées

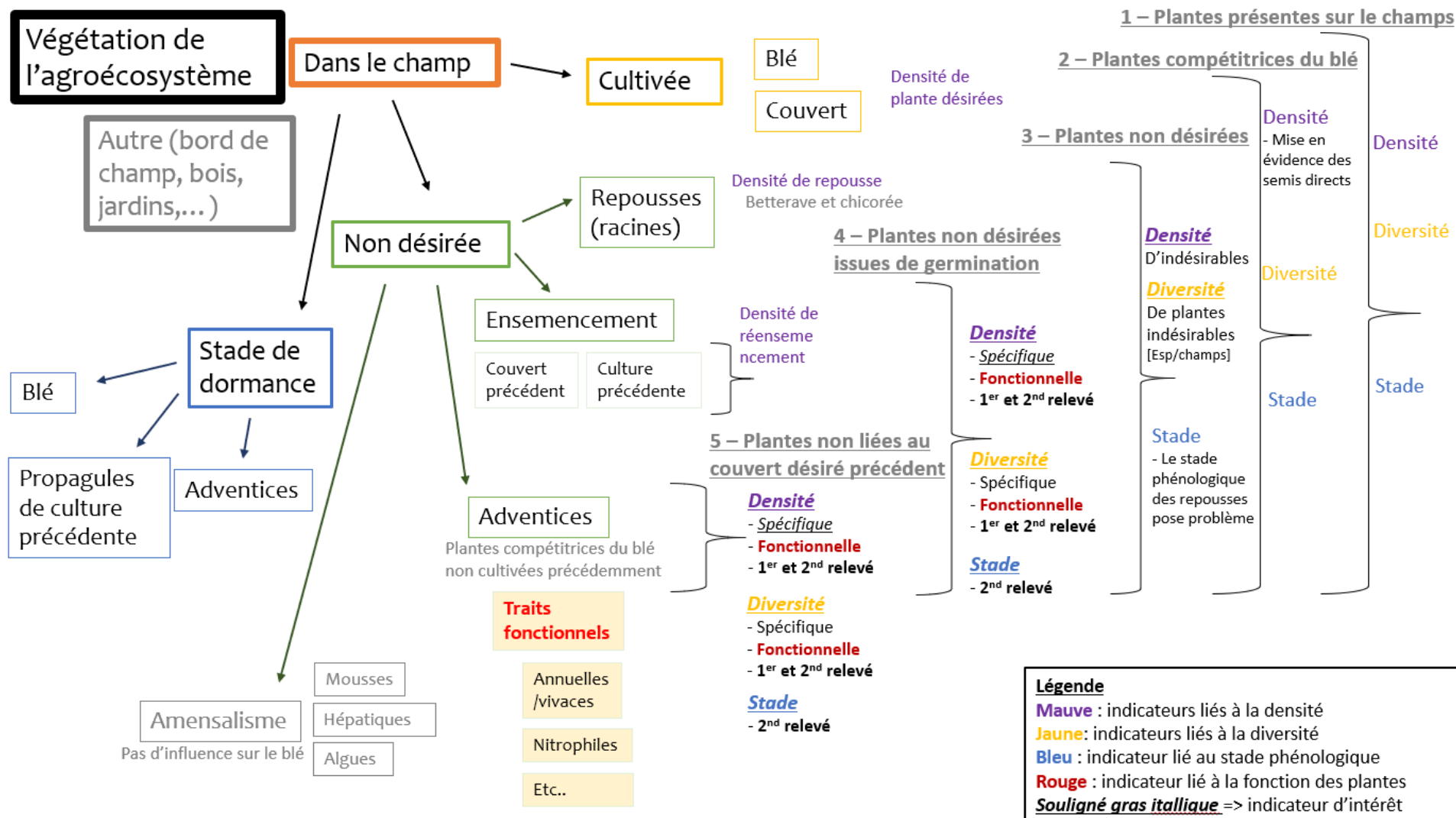
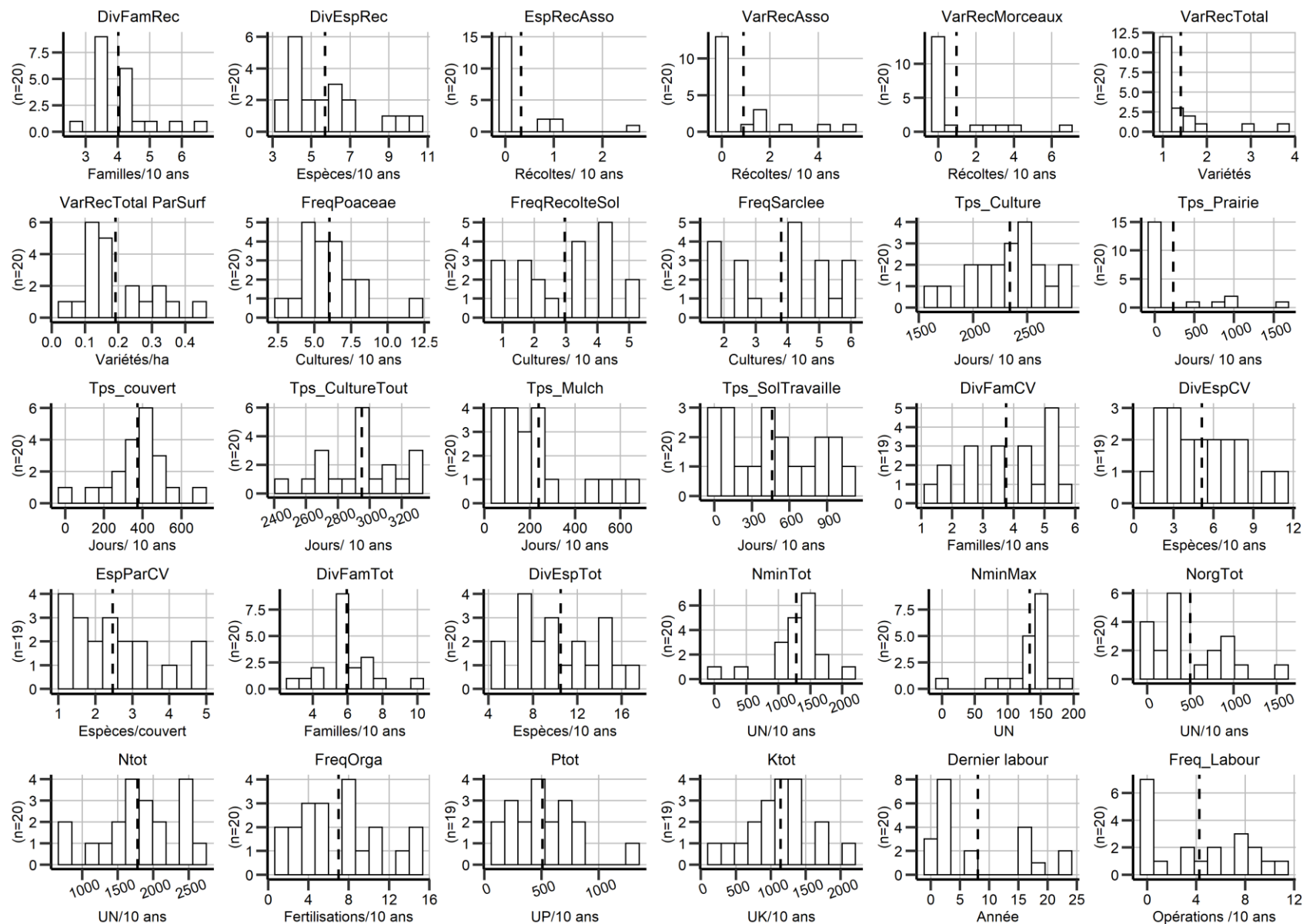


Figure 11: Réflexion autour des indicateurs réalisables à partir des données récoltées avec le protocole casimir de l'INRA. Les combinaisons d'indicateurs n'ont pas été mentionnées.

Annexes de la partie Résultats

Annexe 3.2.1. : Histogrammes de répartition des données des indicateurs de PC quantitatifs



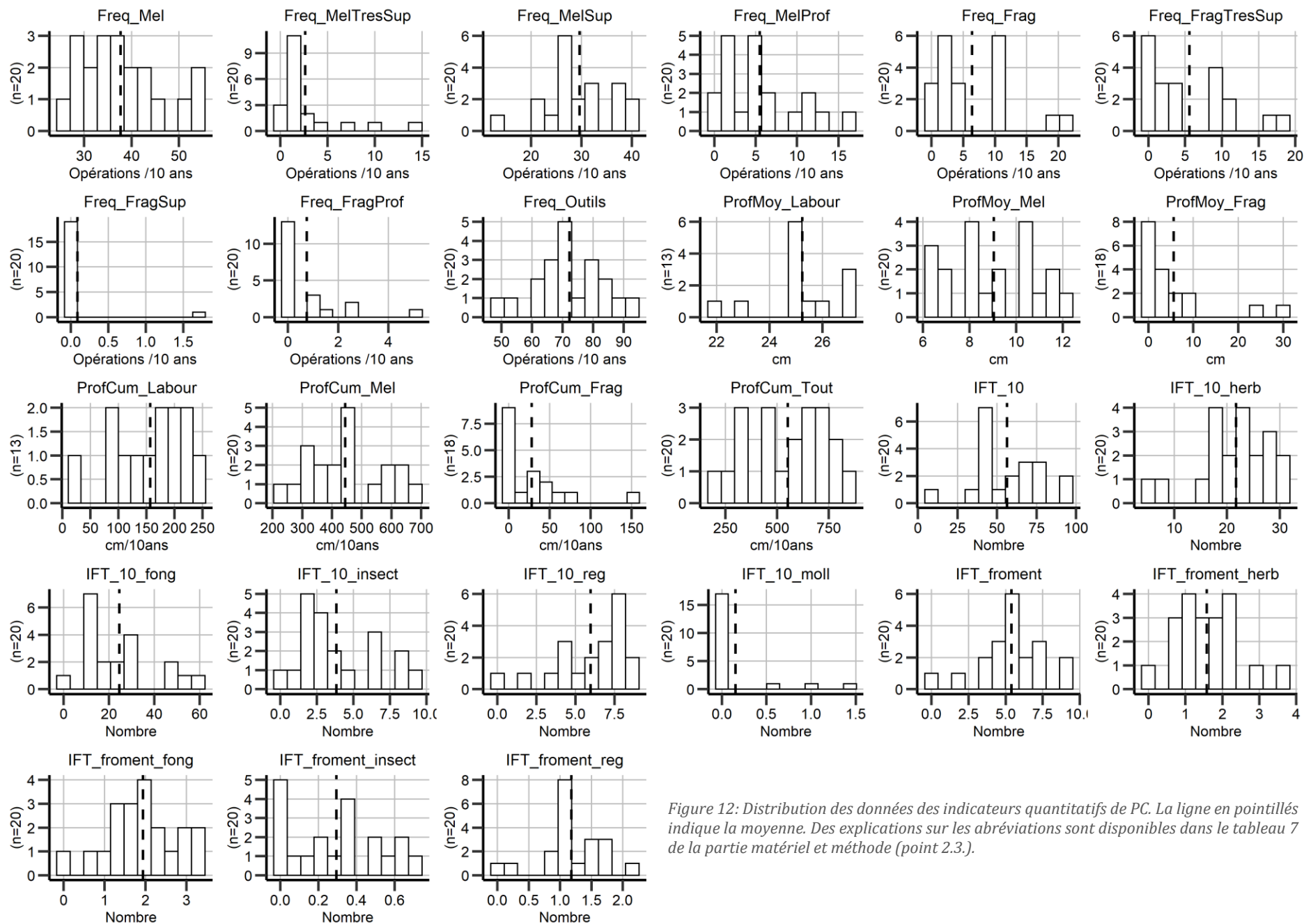


Figure 12: Distribution des données des indicateurs quantitatifs de PC. La ligne en pointillés indique la moyenne. Des explications sur les abréviations sont disponibles dans le tableau 7 de la partie matériel et méthode (point 2.3.).

Annexe 3.2.2. : Distribution des données des indicateurs de PC catégoriels

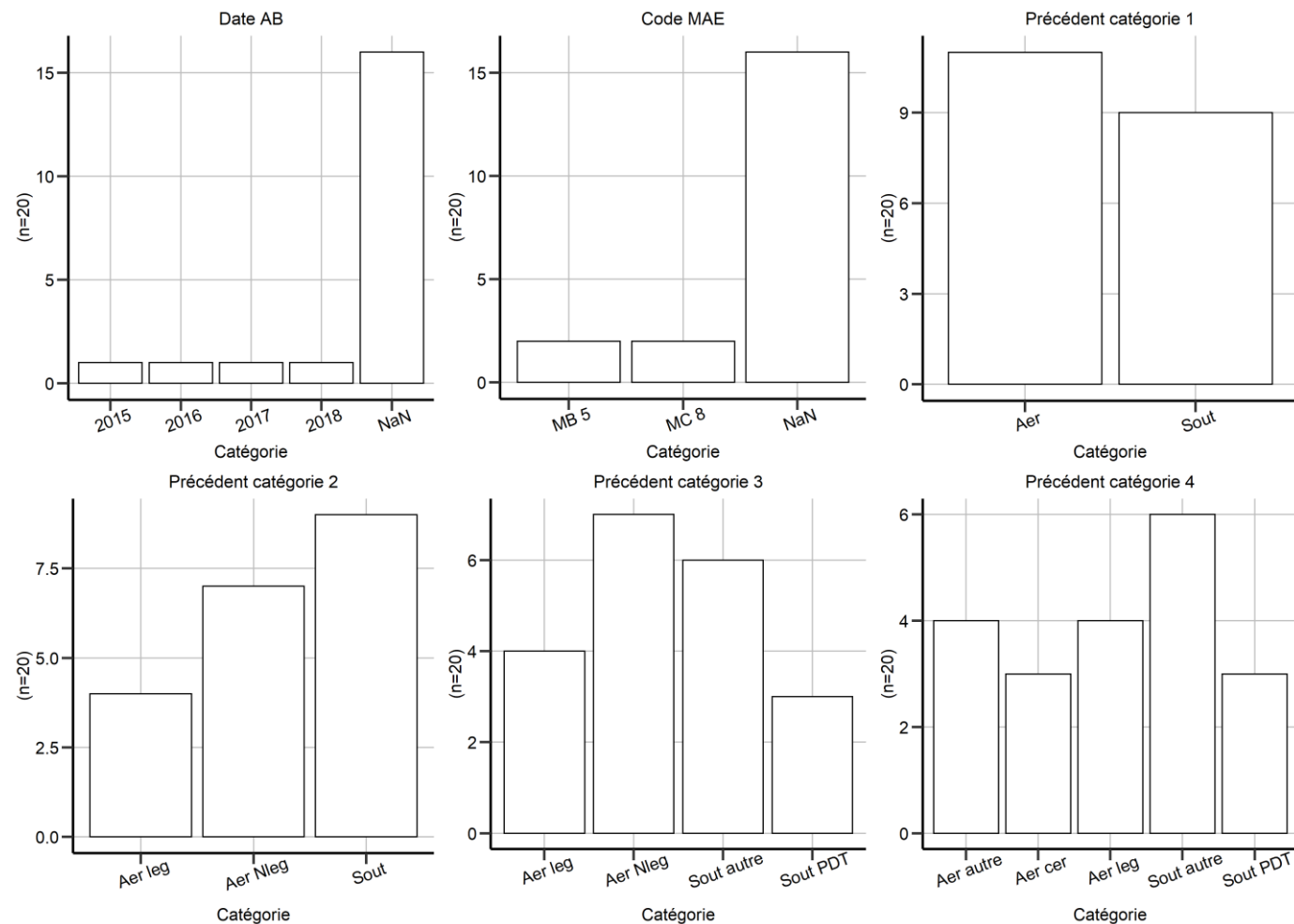


Figure 13: Distribution des indicateurs de PC catégoriels. n = le nombre total de champs total ; NaN représente pour « Date AB » les champs qui ne sont pas en bio et pour code MAE que les champs n'ont pas de mesure agroenvironnementale en place ; MB5 = mesure agroenvironnementale 5 : tournière enherbée ; MC8 = mesure agroenvironnementale : bande aménagée pour diverses raisons ; Aer = Aérien ; Sout = souterrain ; leg = légume ; Nleg = non légume ; PDT = Pomme de terre ; cer = céréale. Des explications sur les indicateurs sont disponibles dans le tableau 7 de la partie matériel et méthode (point 2.3.).

Annexe 3.2.3. : Distribution des indicateurs de PC logiques (booléens)

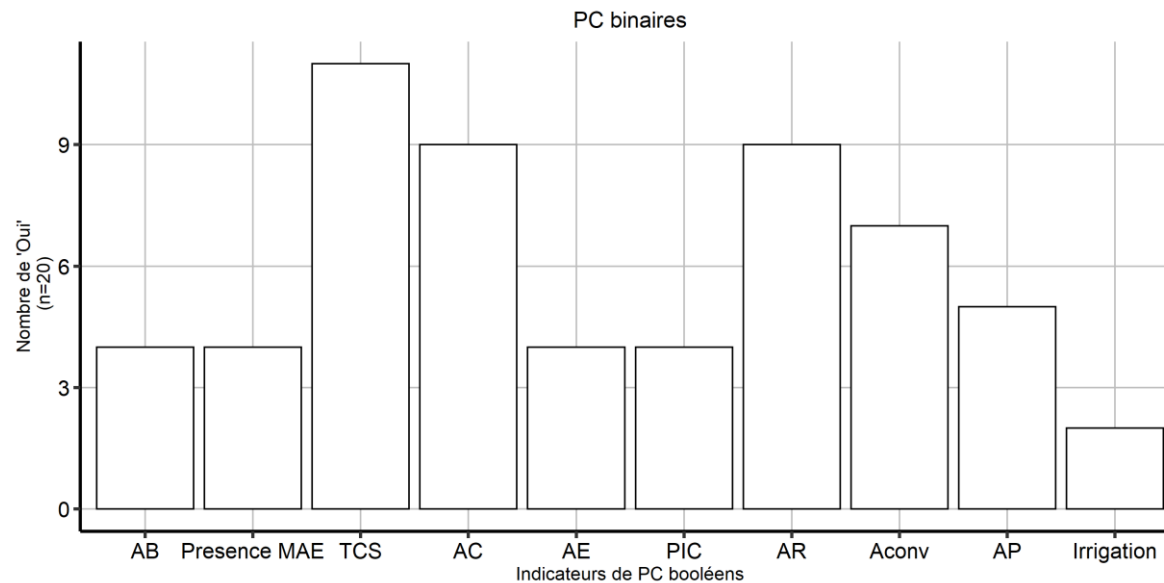


Figure 14: Distribution des données indicateurs de PC logiques (booléens). Le tableau 7 de la partie matériel et méthode (point 2.3.) donne des informations complémentaires sur ces indicateurs.

Annexe 3.3.1.1. : Aperçu de la répartition des données inter-champs

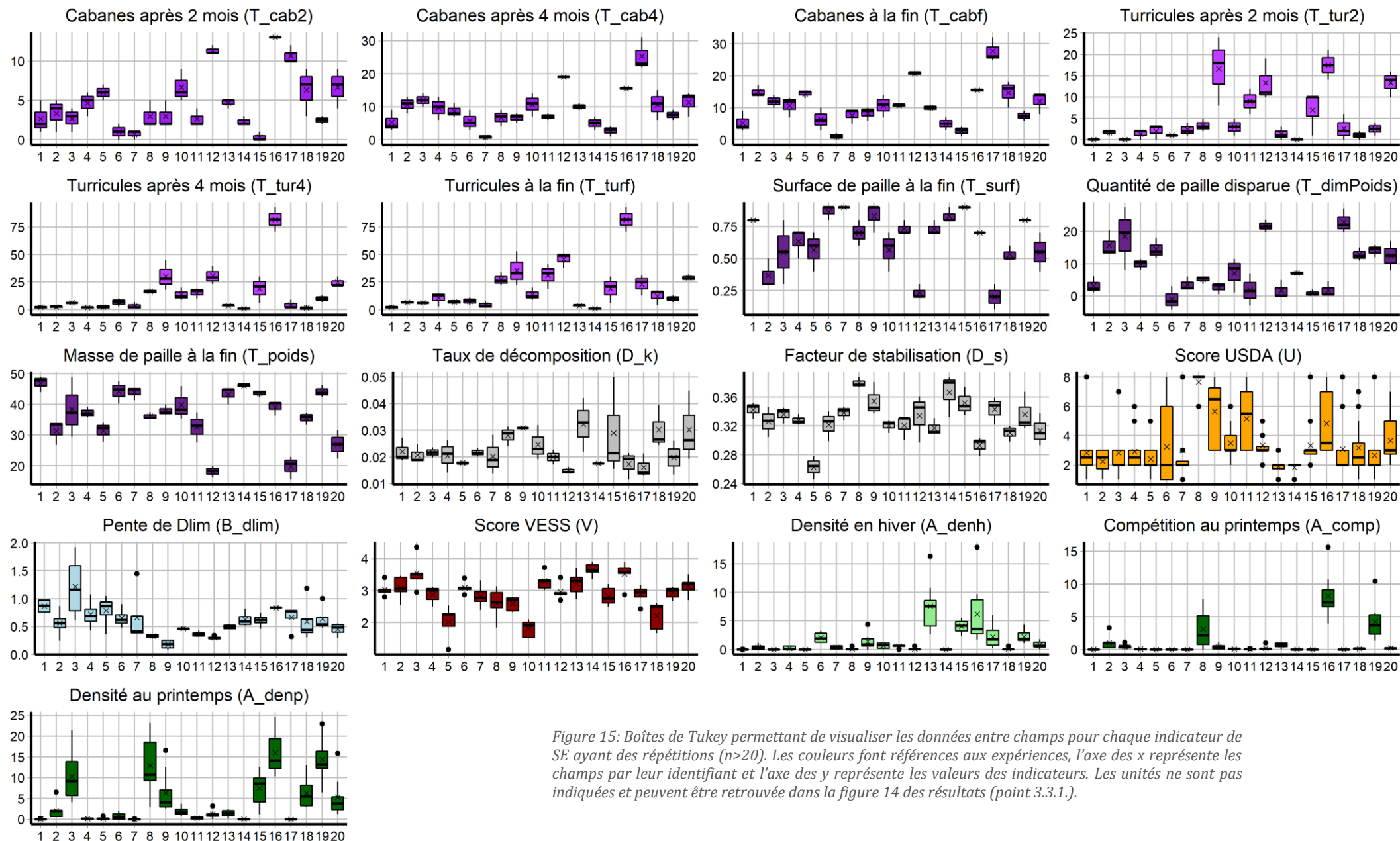


Figure 15: Boîtes de Tukey permettant de visualiser les données entre champs pour chaque indicateur de SE ayant des répétitions ($n > 20$). Les couleurs font références aux expériences, l'axe des x représente les champs par leur identifiant et l'axe des y représente les valeurs des indicateurs. Les unités ne sont pas indiquées et peuvent être retrouvée dans la figure 14 des résultats (point 3.3.1.).

Annexe 3.3.2.1. : Résultats des tests statistiques sur les indicateurs de SE

Tableau 6: Résumé des analyses statistiques sur les indicateurs de SE pour lesquels il y a eu des répétitions. Le test de Kruskal-Wallis est un test de comparaison des moyennes entre champs quand peu de répétitions sont réalisées par individu ; le test de Levene et le test de Fligner-Kileen sont deux tests d'homoscédasticité robustes aux écarts par rapport à la normalité ; le test de Shapiro teste la normalité de l'ensemble des données récoltées sur les 20 champs. ** = très significatif ; * = significatif ; gras = non significatif (dans l'ordre : les moyennes observées ne peuvent être considérées comme différentes selon le test de kruskal-wallis ($p\text{-val} > 0,05$), les variances ne peuvent être considérées comme homogène selon le test de Levene et de Fligner ($p\text{-val} < 0,01$) et les données ne peuvent être considérées comme normales ($p\text{-val} < 0,01$)). L'annexe 3.3.2.2. montre les qq-plot de ces indicateurs de SE.

Kruskal test	Levene test	Fligner test	Shapiro test	Indicateurs	Explication de l'indicateur de SE
5,03E-17**	5,85E-14	8,76E-18	7,16E-22	A_comp	Densité d'adventices compétitives
7,60E-19**	4,78E-08	2,76E-14	1,70E-19	A_denh	Densité d'adventices en sortie d'hiver
2,79E-20**	4,98E-08	1,43E-11	1,52E-15	A_denp	Densité d'adventices au printemps
6,99E-04**	1,44E-01**	4,71E-02*	1,52E-05	B_dlim	Taux de croissance de la croûte de battance
4,02E-04**	9,19E-01**	9,06E-01**	1,98E-04	T_cab2	Nombre de cabanes de VDT cumulées après 2 mois
8,96E-04**	8,94E-01**	8,87E-01**	2,55E-03	T_cab4	Nombre de cabanes de VDT cumulées après 4 mois
1,90E-04**	9,76E-01**	9,79E-01**	2,75E-02*	T_cabf	Nombre de cabanes de VDT cumulées à la fin
1,15E-04**	4,78E-01**	7,43E-01**	1,67E-02*	T_dimPoids	Masse de paille ayant disparu à la fin
2,09E-04**	4,78E-01**	7,43E-01**	1,11E-03	T_poids	Masse de paille mesurée à la fin
3,69E-04**	8,25E-02**	1,08E-01**	4,41E-05	T_surf	Surface de paille estimée à la fin
8,07E-04**	3,42E-01**	3,34E-01**	5,03E-08	T_tur2	Nombre de turricules de VDT cumulés après 2 mois
2,11E-04**	4,89E-02*	3,08E-01**	8,70E-10	T_tur4	Nombre de turricules de VDT cumulés après 2 mois
2,04E-04**	2,19E-01**	5,45E-01**	3,18E-07	T_turf	Nombre de turricules de VDT cumulés après 2 mois
3,07E-13**	5,15E-02**	6,22E-03	8,91E-17	U	Score USDA
6,21E-07**	9,73E-01**	9,82E-01**	3,83E-02*	V	Score VESS
5,90E-03**	9,93E-01**	9,96E-01**	4,27E-01**	D_s	Facteur de stabilisation de la MO
8,73E-02	7,52E-01**	9,10E-01**	5,19E-05	D_k	Taux de dégradation de la MO

Annexe 3.3.2.2. : QQ-plots sur l'ensemble des relevés pour chaque expérience dont $n > 20$

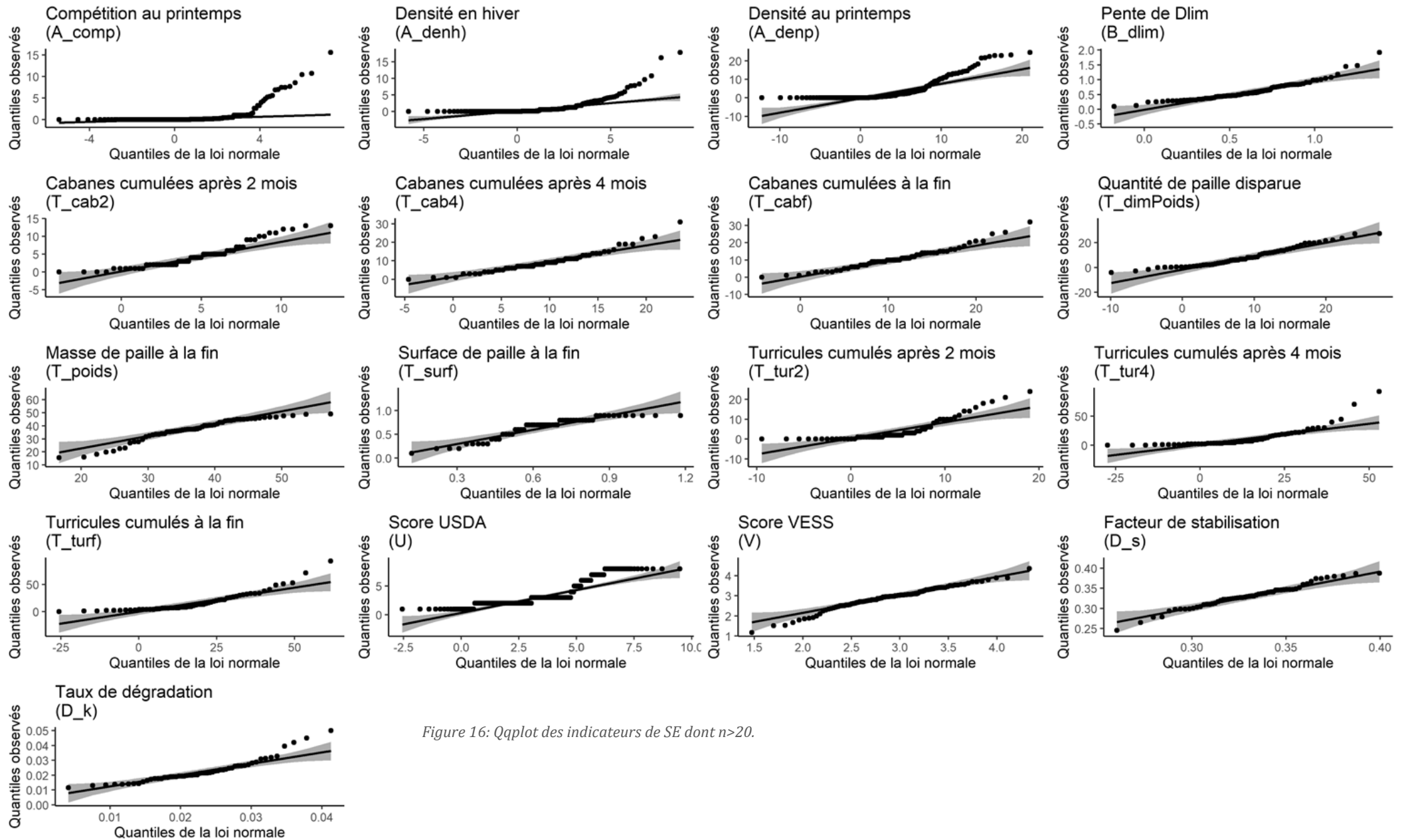


Figure 16: Qqplot des indicateurs de SE dont $n > 20$.

Annexe 3.3.3.1. : Corrélations entre les indicateurs de l'incorporation de la MO par les vers de terre

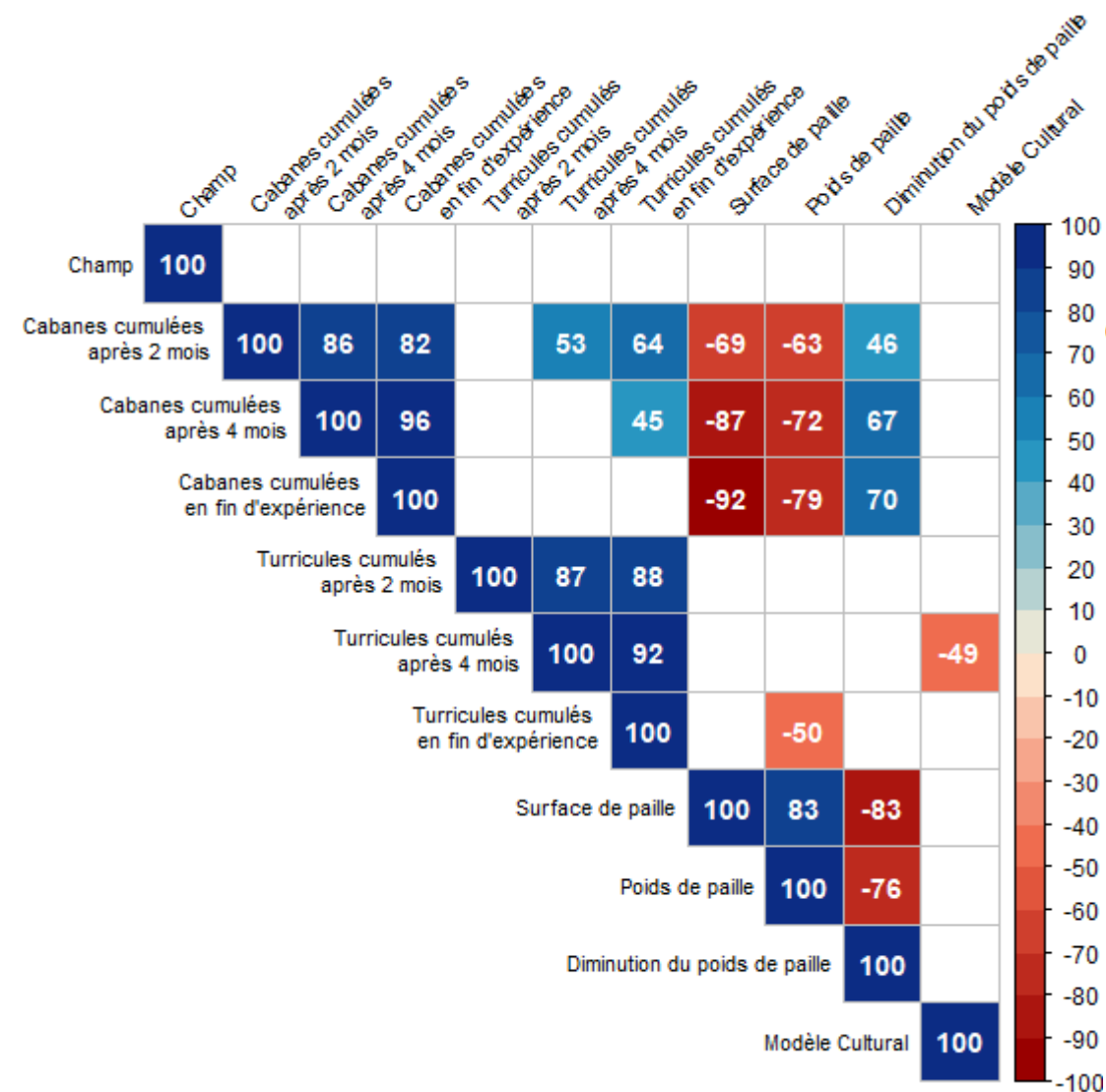


Figure 18: Corrélogramme des indicateurs de l'incorporation de la matière organique, avec les indicateurs de cabanes et turricules de vers de terre cumulés après chaque période (2 mois, 4 mois et fin d'expérience). Les nombres représentent le pourcentage de corrélation, avec une p-valeur < 0,5.

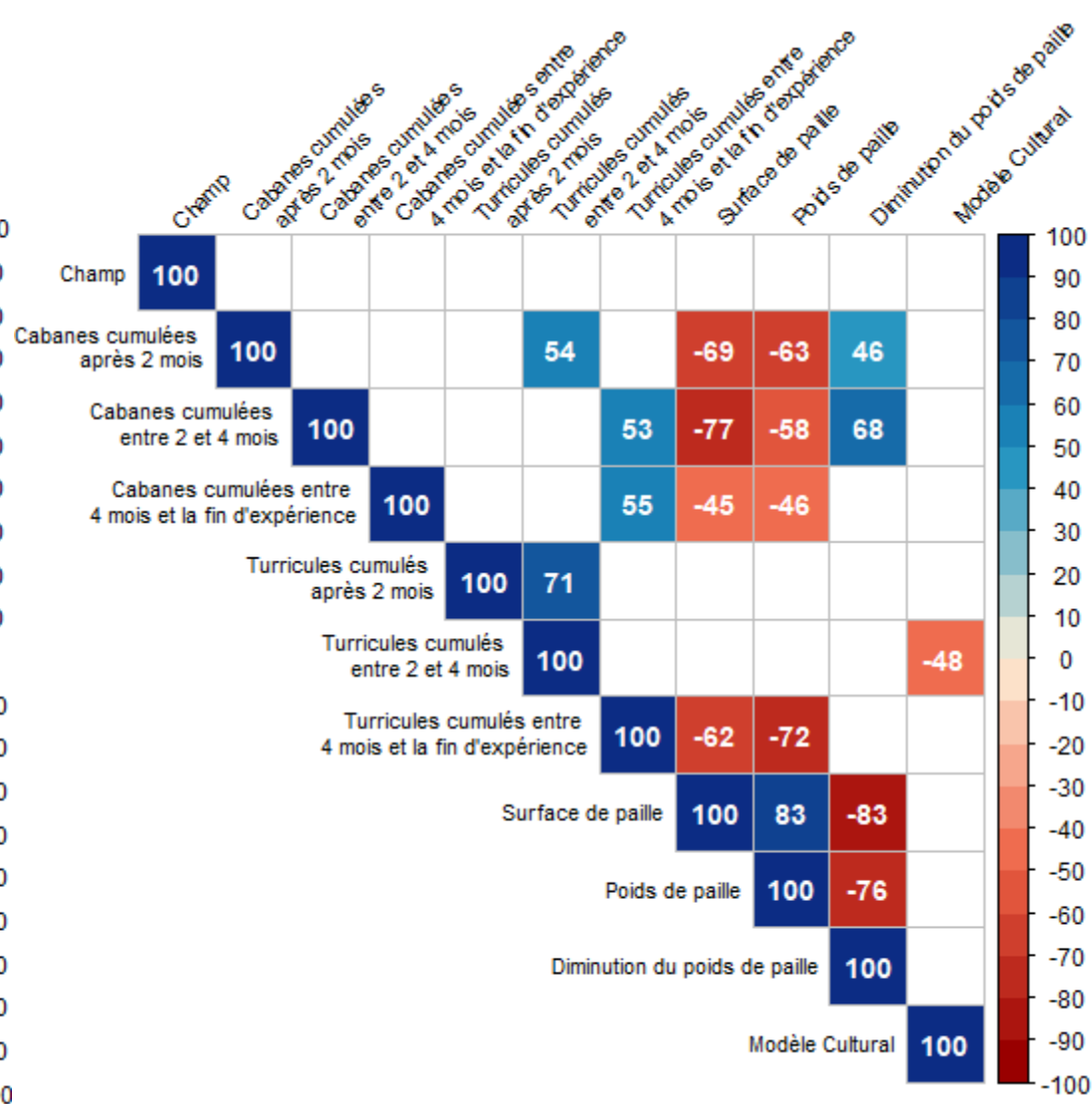


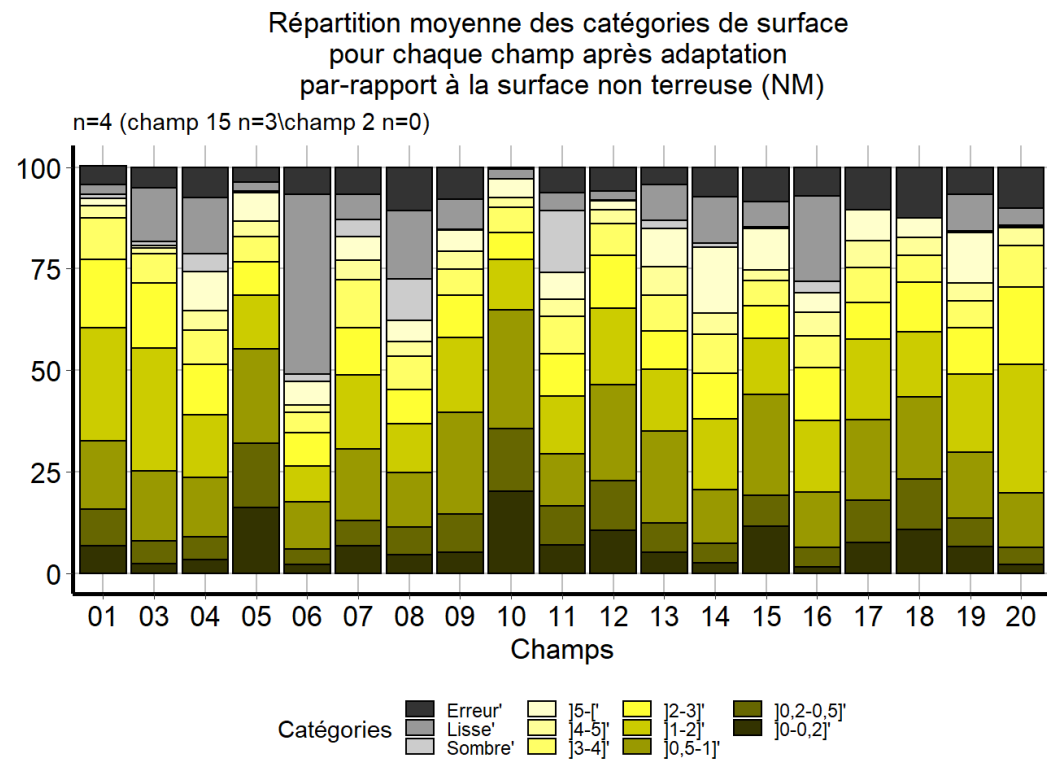
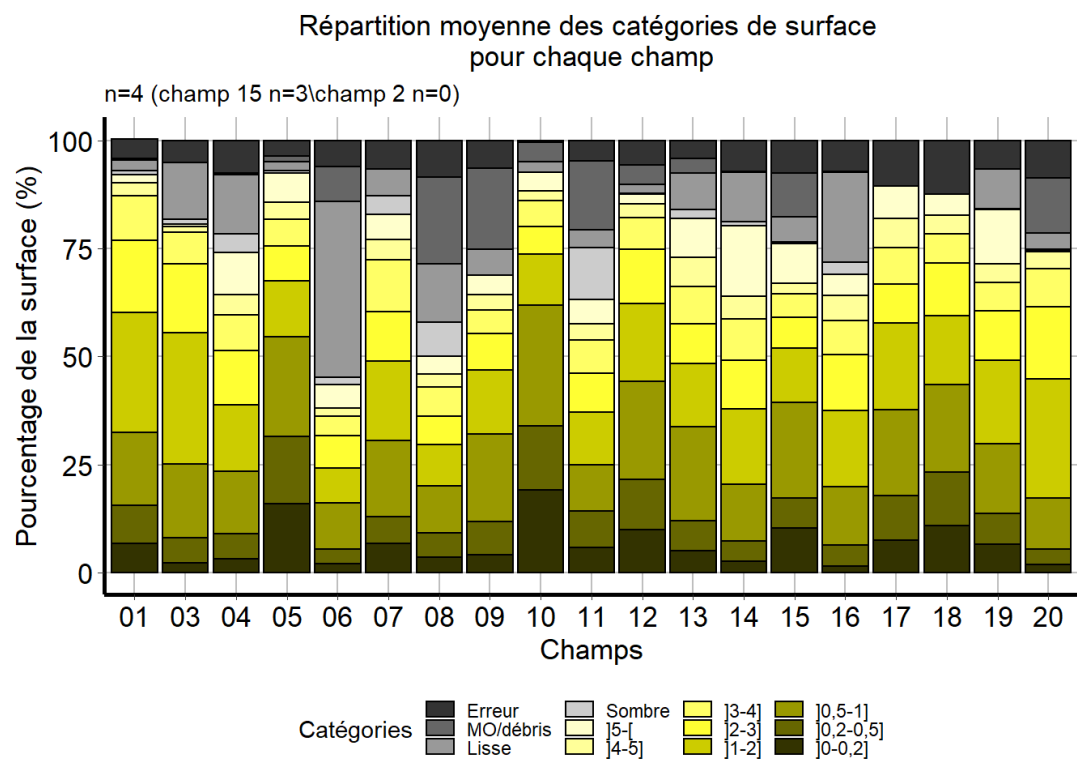
Figure 17: Corrélogramme des indicateurs de l'incorporation de la matière organique, avec les indicateurs de cabanes et turricules de vers de terre cumulés entre chaque période (2 mois, 4 mois et fin d'expérience). Les nombres représentent le pourcentage de corrélation, avec une p-valeur < 0,5.

Annexe 3.3.3.2. : Analyse descriptive du faciès F0 après remaniement des données

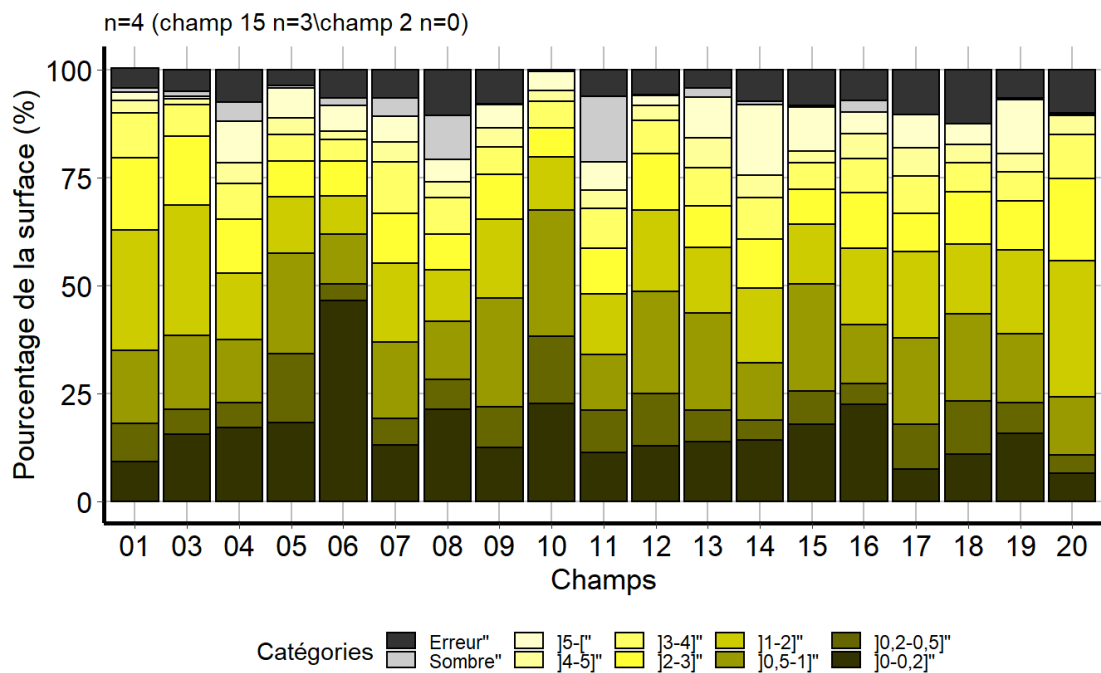
Tableau 7: Résumé des catégories de surface après remaniement des données comme indiqué dans le tableau de l'annexe 2.4.3.5.4. . Tableau supérieur : n indique le nombre de placettes utilisées pour obtenir la moyenne (Moy) et l'écart-type (SD). Les données avec un astérisque (*) et les chiffres en **gras** indiquent respectivement que l'écart-type est supérieur à la moyenne et que l'écart-type est au moins deux fois supérieur à la moyenne. Tableau inférieur : il résume le tableau supérieur, les chiffres en **gras** indiquent les valeurs maximums et les chiffres en *italique* indiquent les valeurs minimums. Le champ 6 n'a pas été utilisé pour calculer la moyenne et la déviation standard pour la catégorie]0-0,2[du tableau inférieur.

Champ	n	]0-0,2]		*	]0,2-0,5]		*	]0,5-1]		*	]1-2]		*	]2-3]		*	]3-4]		*	]4-5]		*	]5-]		*	Sombre		*
		Moy	SD		Moy	SD		Moy	SD		Moy	SD		Moy	SD		Moy	SD		Moy	SD		Moy	SD		Moy	SD	
01	4	9,7	1,8		9,4	2,6		17,4	2,5		29,4	40,8	*	18,2	9,1		10,3	14,9	*	3,0	1,2		1,9	6,7	*	1,0	0,5	
03	4	16,1	30,0	*	6,3	0,2		17,7	2,3		32,0	21,7		17,7	8,7		7,3	1,8		1,4	1,6	*	0,6	1,6	*	1,0	0,8	
04	4	17,9	4,3		6,6	5,8		15,4	9,8		17,9	5,2		15,0	6,5		8,3	4,4		4,8	13,5	*	9,7	28,5	*	4,4	12,7	*
05	4	18,7	41,4	*	16,2	24,3	*	23,7	33,3	*	14,4	3,1		9,4	9,1		6,2	8,5	*	3,9	17,0	*	7,0	16,0	*	0,5	0,5	
06	4	47,2	174,7	*	4,6	13,8	*	12,4	53,9	*	11,1	1,1		10,3	2,5		5,0	7,0	*	1,8	8,8	*	6,0	1,8		1,7	6,1	*
07	4	13,7	4,1		6,9	0,9		18,5	14,8		20,5	2,6		13,7	2,2		12,0	3,8		4,6	2,9		5,9	22,7	*	4,3	5,1	*
08	4	22,5	5,5		8,1	6,2		14,6	10,3		15,6	0,7		11,9	1,8		8,4	11,5	*	3,6	11,8	*	5,2	22,0	*	10,2	21,4	*
09	4	13,4	23,2	*	10,2	24,1	*	26,1	15,7		21,1	20,5		13,0	1,4		6,4	50,8	*	4,5	11,4	*	5,3	13,0	*	0,2	0,1	
10	4	22,6	11,1		15,6	0,8		29,3	4,1		12,5	9,0		6,8	2,2		6,1	8,9	*	2,5	0,9		4,5	5,1	*	0,0	0,0	
11	4	12,0	6,2		10,5	3,9		13,5	2,0		16,3	10,0		12,6	4,3		9,2	21,5	*	4,2	6,8	*	6,6	60,5	*	15,2	57,8	*
12	4	13,4	22,0	*	12,9	5,1		24,3	43,6	*	20,7	26,0	*	15,0	7,0		7,7	3,0		3,4	0,9		2,3	2,8	*	0,3	0,3	*
13	4	14,3	1,1		7,7	4,3		23,0	1,4		16,6	8,6		11,0	4,5		8,9	11,8	*	6,9	17,4	*	9,5	18,2	*	2,0	2,1	*
14	4	15,0	2,1		5,4	0,5		14,1	29,6	*	19,8	4,5		13,7	1,5		9,6	6,2		5,3	1,8		16,3	43,2	*	0,9	0,7	
15	3	18,8	9,7		8,5	0,8		25,9	35,1	*	16,5	10,6		10,9	6,1		6,1	0,2		2,7	0,9		10,1	21,6	*	0,4	0,1	
16	4	23,2	44,3	*	5,7	1,9		14,3	9,3		20,1	27,8	*	15,4	4,9		7,8	6,7		5,9	8,2	*	4,9	33,4	*	2,8	2,3	
17	4	8,7	18,0	*	11,5	9,3		21,0	11,2		23,5	19,1		12,5	10,0		8,5	13,5	*	6,6	18,2	*	7,6	73,7	*	0,0	0,0	
18	4	12,2	4,5		13,8	9,2		21,5	6,6		20,3	4,5		16,3	7,7		6,8	3,6		4,3	4,5	*	4,8	6,3	*	0,0	0,0	
19	4	16,5	3,0		7,7	9,0	*	16,9	2,0		21,6	2,7		13,6	3,8		6,6	10,9	*	4,4	3,9		12,5	37,5	*	0,3	0,3	
20	4	7,6	0,5		5,3	0,1		14,6	26,0	*	35,1	44,5	*	22,4	4,7		10,2	9,2		4,4	6,4	*	0,3	0,3	*	0,3	0,1	
Dimension -		%			%			%			%			%			%			%			%			%		
Moy		17,0	12,9		9,1	6,5		19,2	16,5		20,3	13,8		13,7	5,2		8,0	10,4		4,1	7,3		6,4	21,8		2,4	5,8	
SD		4,64	13,89		3,53	7,32		5,06	15,8		6,24	13,3		3,53	2,84		1,78	11,1		1,47	6,03		4,02	20,5		3,96	13,7	
Moy											SD					Moy					SD							

Annexe 3.3.3.3. : Proportion moyenne de la surface des placettes couvertes par les différentes catégories de surface initiale et visualisation du traitement des données



Répartition moyenne des catégories de surface
pour chaque champ après adaptation
par-rapport à la surface lisse (NL)



Répartition moyenne des catégories de surface
pour chaque champ après adaptation
par-rapport à l'erreur (E)

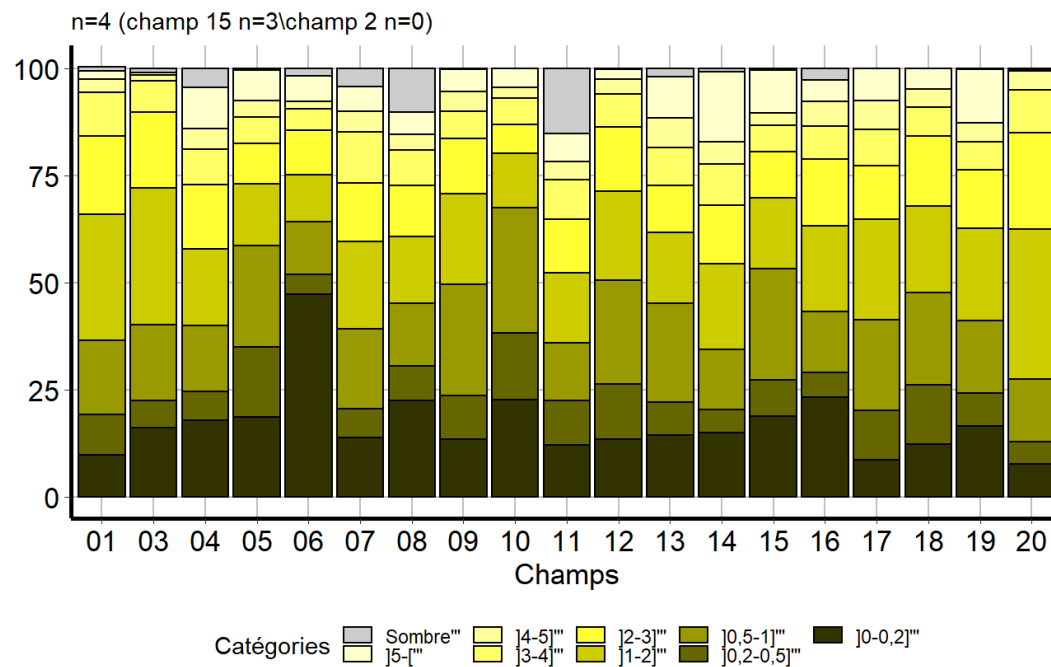


Figure 19: Proportion moyenne de la surface des placettes couvertes par les différentes catégories de surface initiale et visualisation des étapes du traitement des données. En référence au tableau de l'annexe 2.4.3.5.4. Erreur = E ; MO/Débris = NM ; Lisse = NL ; Sombre = NS.

Annexe 3.3.3.4. : Analyse et comparaison des données pluviométriques

Tableau 8 : Résumé des données pluviométriques. Début = date de début des relevés ; Durée = temps écoulé entre le début du relevé et la fin. Relevés = le nombre de relevés réalisés ; Station Pameseb = la station utilisée pour estimer la pluviométrie sur le champ ; Cumul pluvio = quantité totale de pluie mesurée sur le champ à l'aide d'un pluviomètre ; Cumul PAM = estimation de la quantité totale de pluie tombée sur le champ sur base des données Pameseb ; Différence entre les cumuls = différence entre les données Pameseb et les données mesurées avec le pluviomètre ; Différence moyenne = différence moyenne entre Pameseb et le pluviomètre à chaque relevé. Le tableau inférieur résume les données pour les vingt champs. Les champs 1 et 14 ainsi que 4 et 5 sont des champs proches deux à deux.

Champ	Début (jj-mm)	Durée (jours)	Relevés (n)	Station Pameseb (PAM)	Cumul pluvio (mm)	Cumul PAM (mm)	Différence entre les cumuls (mm)	Différence moyenne (mm)	Ecart-type (mm)
1	20-11	59	5	Baisy-Thy	110,5	119,3	-8,8	-1,8	3,1
2	21-10	88	8	Louvain-la-Neuve	89,5	145,7	-56,2	-7,0	5,2
3	08-12	41	4	Feluy	89,8	105,2	-15,4	-3,9	3,6
4	19-10	93	9	Louvain-la-Neuve	95,4	154,1	-58,7	-6,5	6,5
5	16-10	96	9	Louvain-la-Neuve	106,0	154,5	-48,5	-5,4	6,0
6	09-11	69	6	Sombreffe	100,3	115,4	-15,1	-2,5	2,6
7	13-11	66	6	Leuze	94,5	104,4	-9,9	-1,7	2,8
8	06-11	73	6	Baisy-Thy	106,5	137,4	-30,9	-5,2	5,3
9	11-11	70	6	Roux-Miroir	101,0	127,7	-13,4	-2,2	3,6
10	15-11	66	6	Roux-Miroir	84,2	127,4	-43,2	-7,2	6,5
11	19-10	93	8	Couthuin	119,7	152,8	-33,1	-4,1	4,5
12	09-11	69	6	Sombreffe	71,3	115,4	-44,1	-7,4	6,1
13	12-11	67	6	Sombreffe	50,1	113,6	-27,8	-4,6	5,8
14	26-11	53	5	Baisy-Thy	88,7	118,2	-29,5	-5,9	4,9
15	26-11	55	5	Roux-Miroir	92,5	118,9	-26,4	-5,3	3,9
16	19-12	32	3	Louvain-la-Neuve	60,8	78,1	-17,3	-5,8	5,4
17	21-10	88	8	Louvain-la-Neuve	101,7	145,7	-39,3	-4,9	3,1
18	20-10	90	8	Baisy-Thy	109,9	169,3	-59,4	-7,4	7,2
19	26-11	53	5	Leuze	85,6	97,5	-11,9	-2,4	4,1
20	13-11	68	6	Louvain-la-Neuve	116,2	119,8	-3,6	-0,6	1,9
Min		32			50,1	78,1	-59,4	-7,4	1,9
Max		96			119,7	169,3	-3,6	-0,6	7,2
Gamme		64			69,6	91,2	55,8	6,8	5,3
Moyenne		69			93,7	126,0	-29,6	-4,6	4,6
Ecart-type		18			17,6	22,6	17,7	2,1	1,5

Annexe 3.3.3.5. : Matrice de corrélation des données pluviométriques

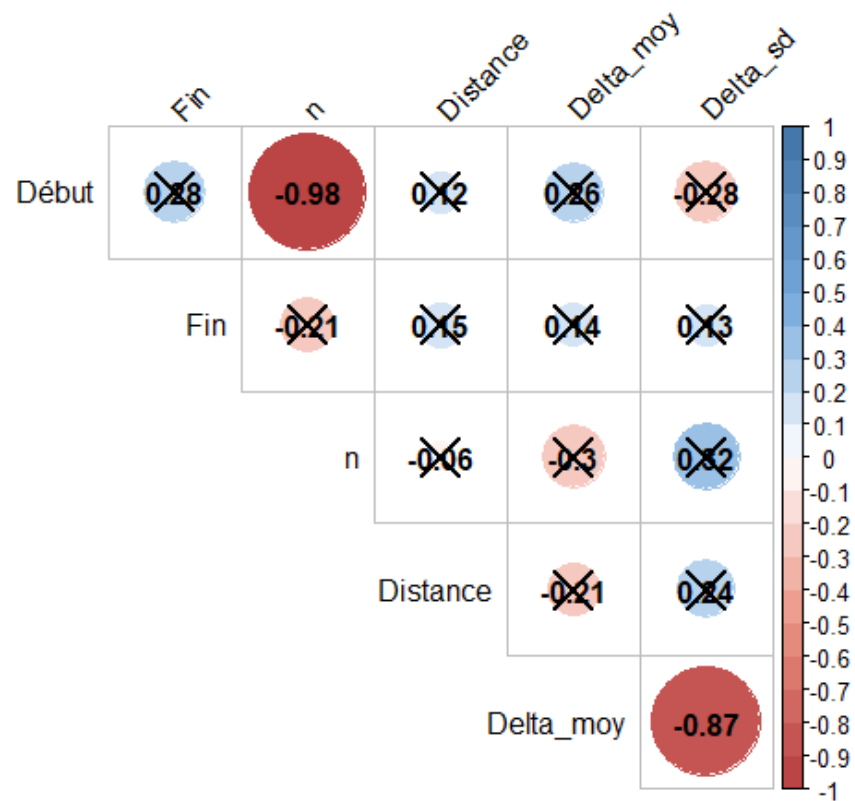


Figure 20: Matrice de corrélation entre différentes variables liées à la pluviométrie. Les valeurs barrées sont des coefficients de corrélation non significatifs (p -val seuil = 0,05). Début = Date de début du relevé ; fin = date de fin du relevé ; n = nombre de relevés ; Distance = distance entre le champ et la station Pameseb ; Delta_moy = différence moyenne entre les relevés de pluviomètre et les données pameseb pour les mêmes intervalles de relevés.

Annexe 3.3.3.6. : Evolution de la surface de plaque au cours du temps

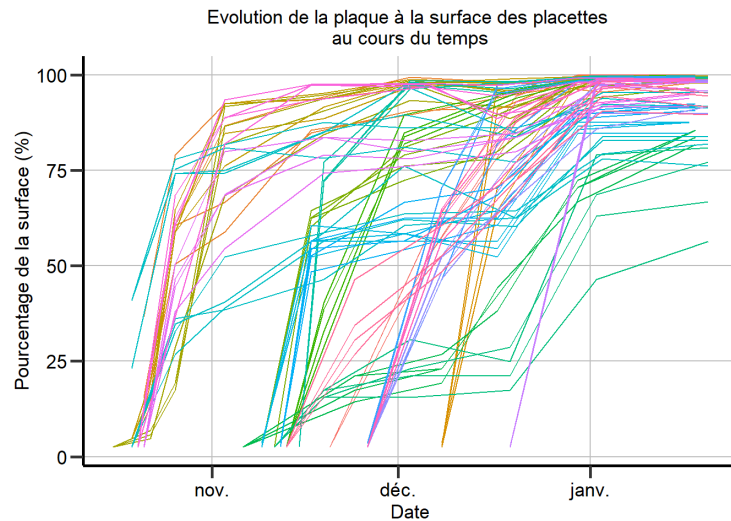


Figure 21: Evolution de la surface de plaque au cours du temps pour toutes les placettes. Les placettes d'un même champ ont la même couleur. Une couleur correspond à un champ. $n = 80$.

Annexe 3.3.3.7. : Surface cumulée couverte par les différents calibres d'agrégats

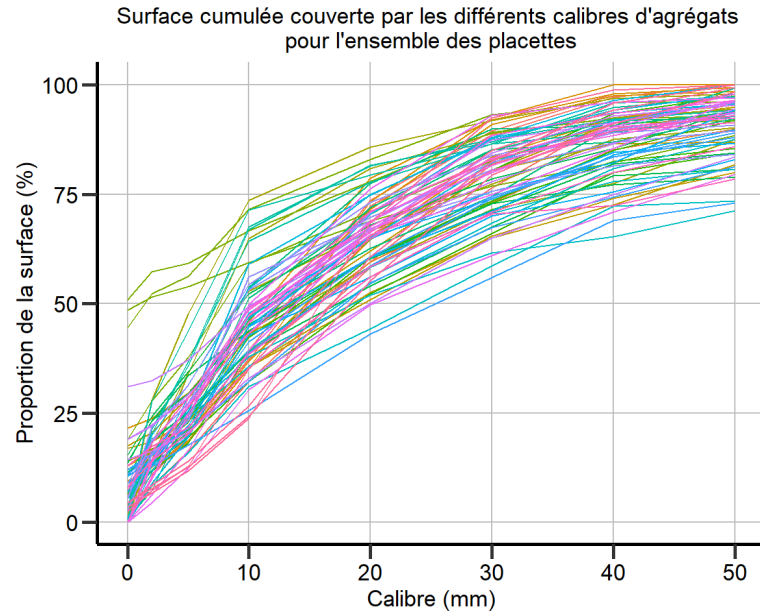


Figure 22: Surface cumulée couverte par les différents calibres d'agrégats pour l'ensemble des placettes après manipulation des données. une couleur correspond à un champ. $n = 75$.

Annexe 3.3.3.8. : Evolution de Dlim en fonction de la pluviométrie pour chaque placette

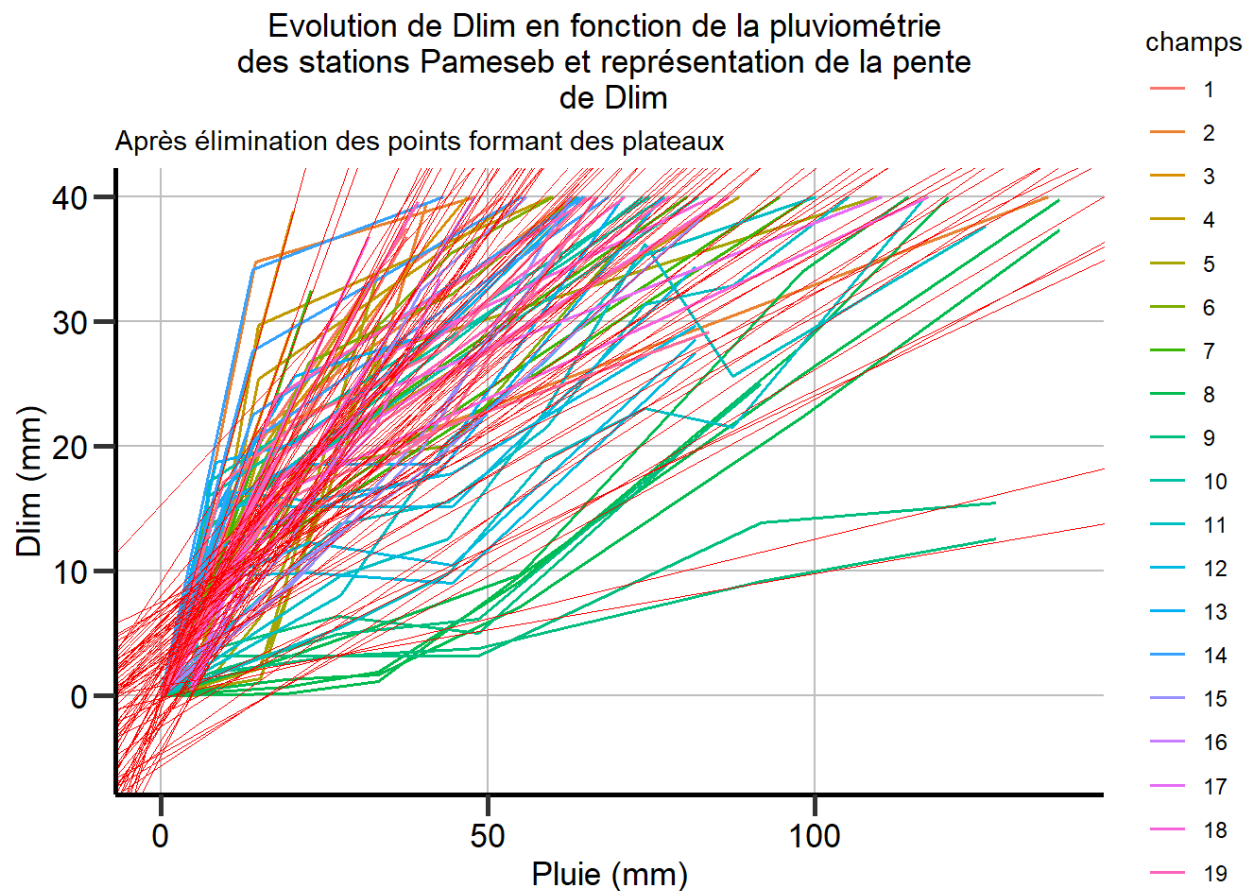


Figure 23: Evolution de Dlim en fonction de la pluie cumulée (lignes plus épaisses avec des angles) et régressions linéaires (droites rouges plus fines) pour chaque placette. Les placettes d'un même champ ont la même couleur. $n = 80$

Annexe 3.3.3.9. : Données statistiques concernant la régression de Dlim

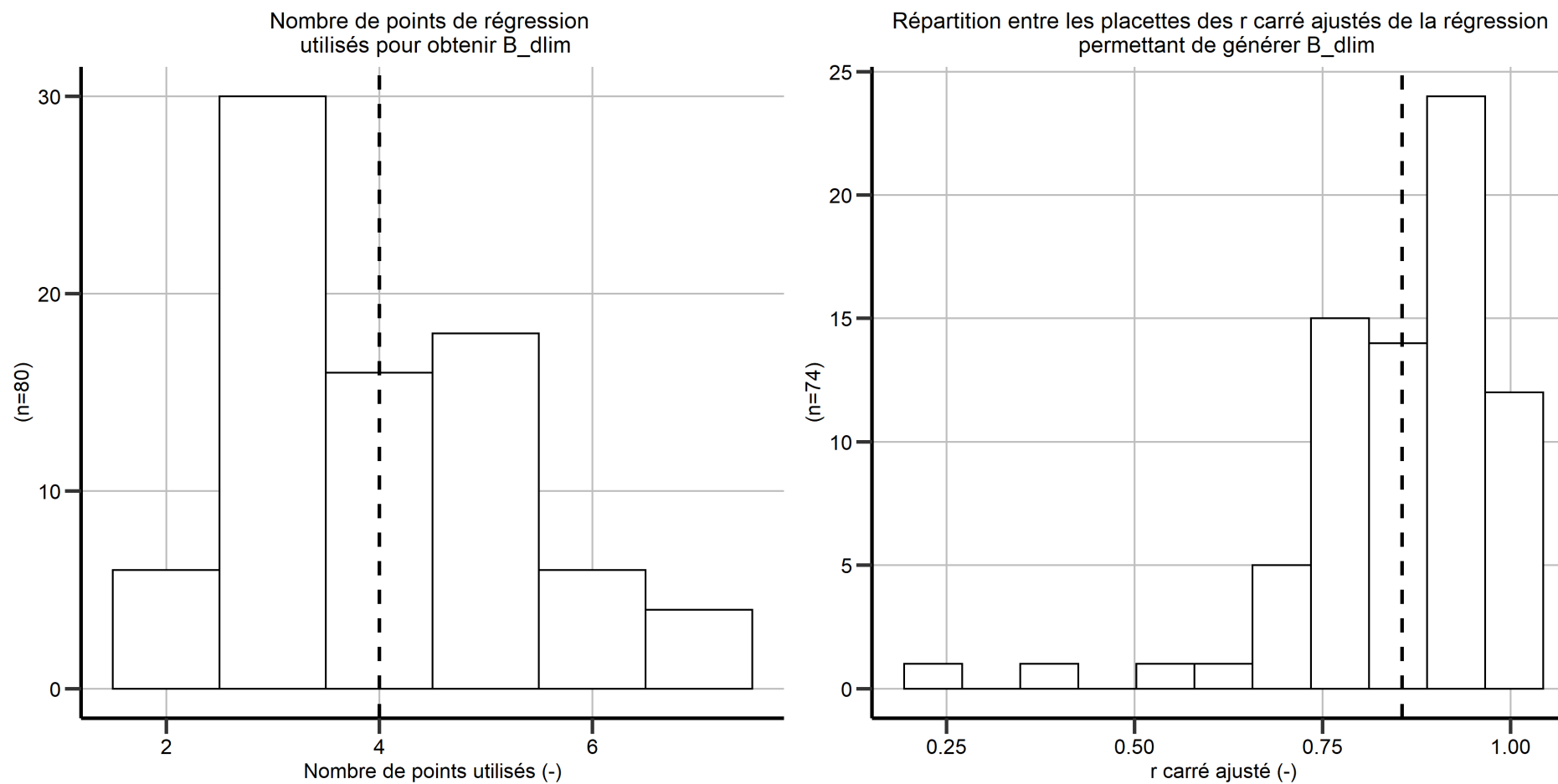
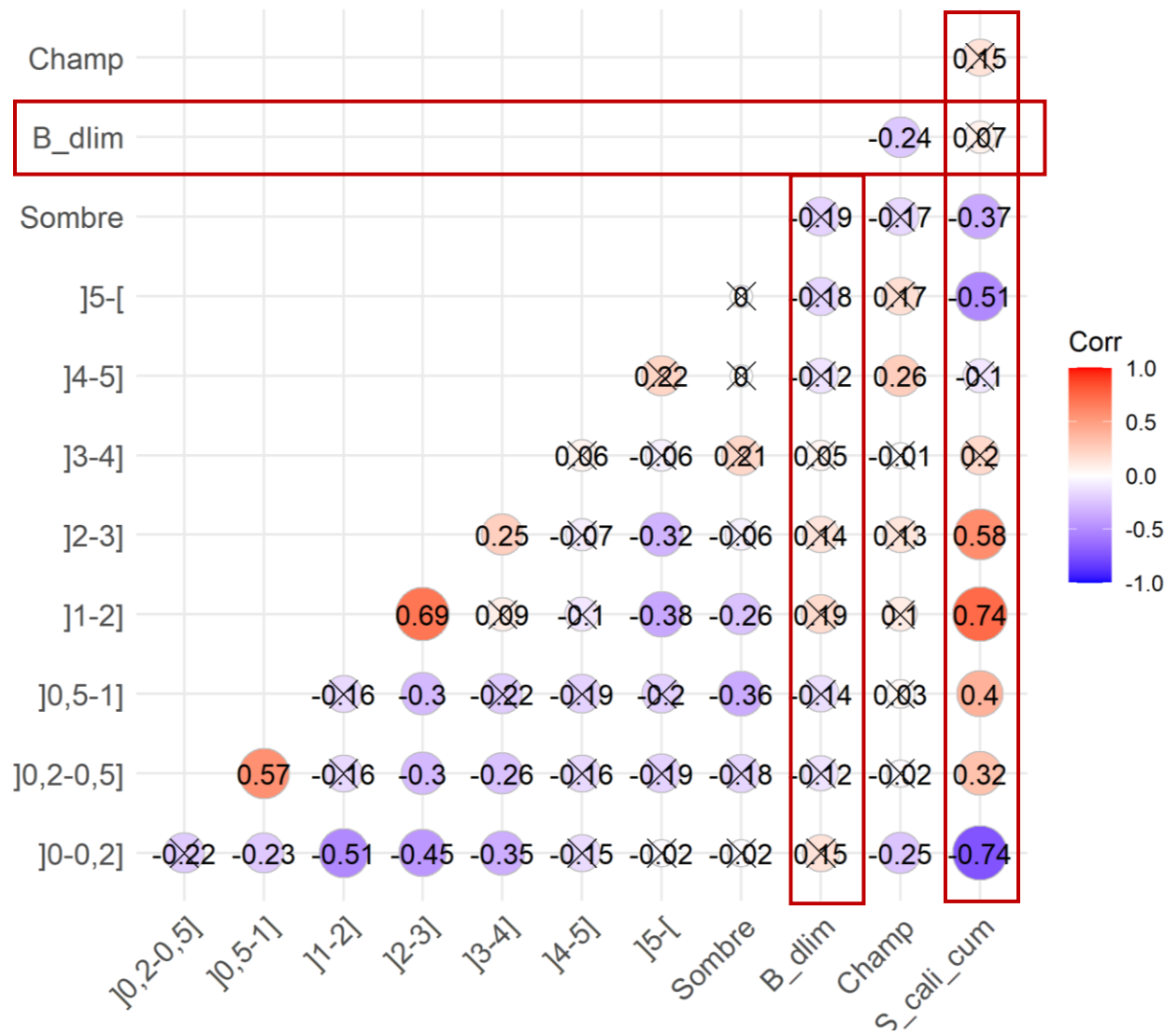


Figure 24: Distribution du nombre de points utilisés pour réaliser la régression permettant de générer B_dlim et des r carrés résultants de cette régression. La ligne pointillée indique la moyenne. n = 74 pour le second graphe car il n'est pas possible d'obtenir un r carré ajusté lorsqu'une droite n'est construite qu'avec deux points.

Annexe 3.3.3.10. Corrélogramme entre la répartition des calibres d'agrégats et l'indicateur B_dlim



Annexe 3.4.1. : ACP1_SE

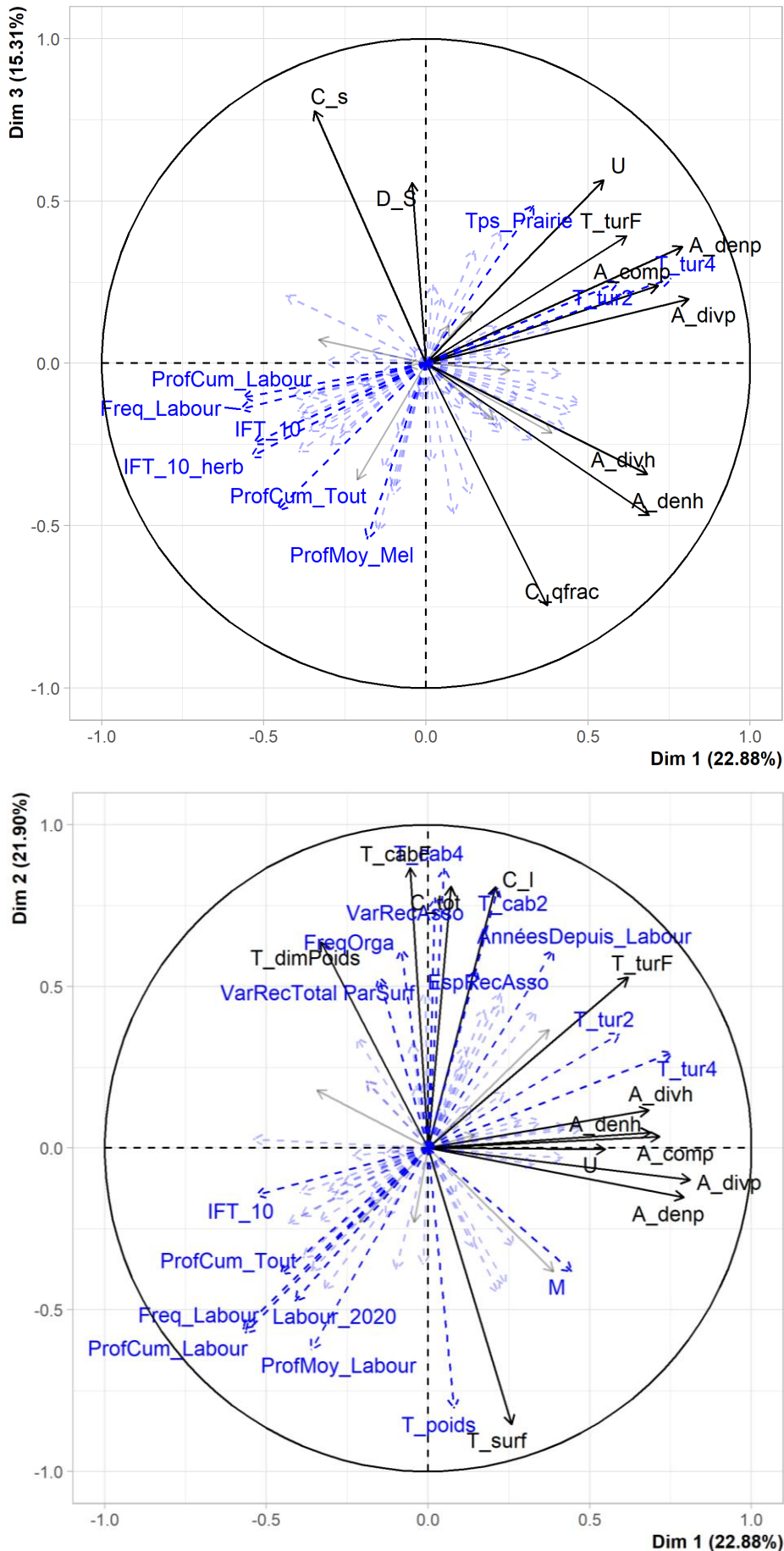


Figure 26 : Graphes des variables « indicateurs de services écosystémiques » (en noir) de l'analyse en composante principale ACP1_SE réalisée sur 19 parcelles en région limoneuse et sablo-limoneuse, avec les « indicateurs de pratiques culturales » et certains « indicateurs de services écosystémiques » (en bleu) en variables supplémentaires. Les libellés ne sont affichés que pour les variables dont le $\cos^2 < 0,3$. Les axes correspondent aux dimensions 1, 2 et 3.

A_comp = compétition d'adventices au printemps ; A_denh = densité d'adventices en sortie d'hiver ; A_derp = densité d'adventices au printemps ; AnnéesDepuis_Labour = nombre d'années depuis le dernier labour ; B_dlim = vitesse de formation de la croûte de battance ; C_l = ratio teneur en carbone organique labile ; C_qfrac = ratio teneur en carbone organique labile / teneur en carbone organique stable ; C_tot = teneur en carbone organique total ; D_K = vitesse de décomposition de la matière organique ; Date_semis = date du semis en 2020 ; EspRecAsso = nombre d'espèces récoltées en association ; Freq_Labour = fréquence de labour ; FreqOrga = fréquence d'apports organiques ; IFT_10_insect = indice de fréquence de traitement en insecticides ; Labour_2020 = réalisation d'un labour en 2020 ; M = présence de septoriose ; ProfCum_Labour = profondeur cumulée des labours ; ProfCum_Tout = profondeur cumulée de toutes les interventions mécaniques confondues ; ProfMoy_Labour = profondeur moyenne de labour ; T_cab2, T_cab4 et T_cabF = nombre de cabanes de VDT après 2 et 4 mois et en fin d'expérience respectivement ; T_dimPoids = poids de paille disparue en fin d'expérience ; T_poids = poids de paille en fin d'expérience ; T_surf = surface de paille en fin d'expérience ; T_tur2, T_tur4 et T_turF = nombre de turricules de VDT après 2 et 4 mois et en fin d'expérience respectivement ; Tps_CultureTout = durée de cultures, couverts et prairies confondus ; Tps_Prairie = durée sous prairies ; U = stabilité des agrégats ; VarRecAsso = nombre de variétés récoltées en association ; VarRecTotal = nombre de variété récoltées au total.

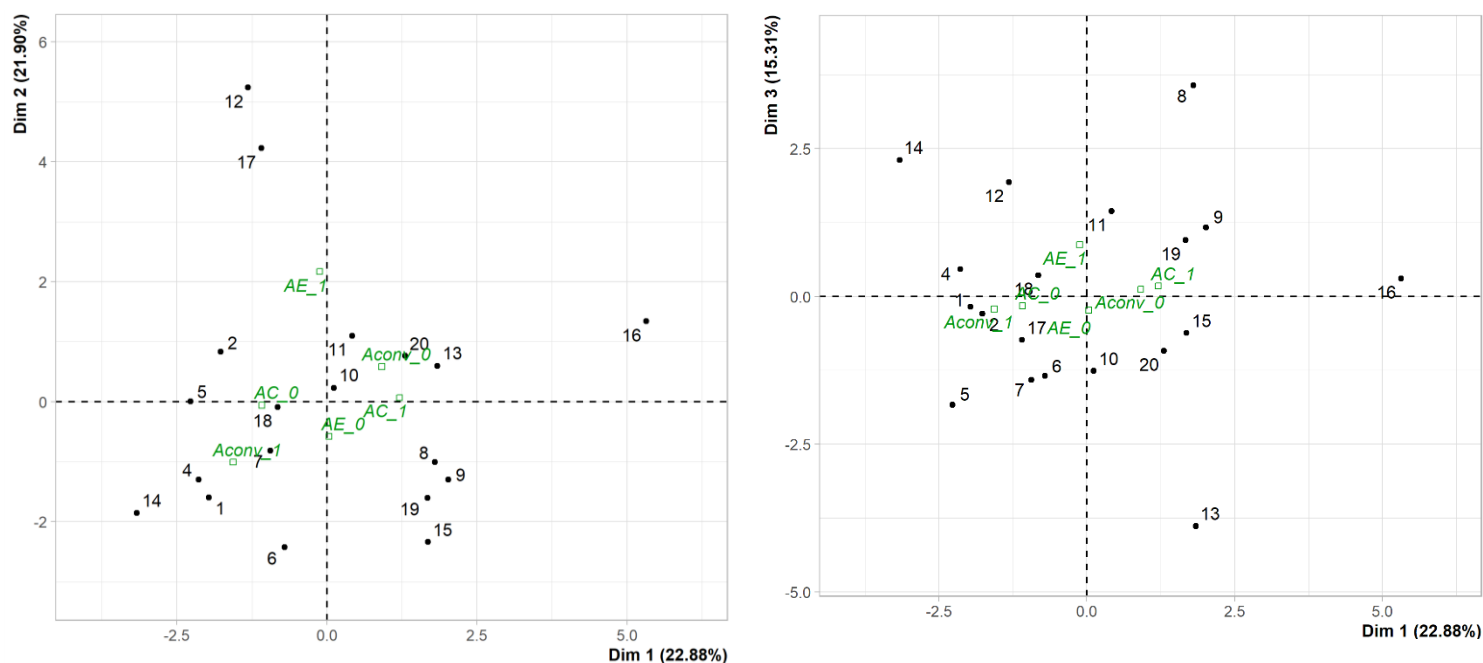
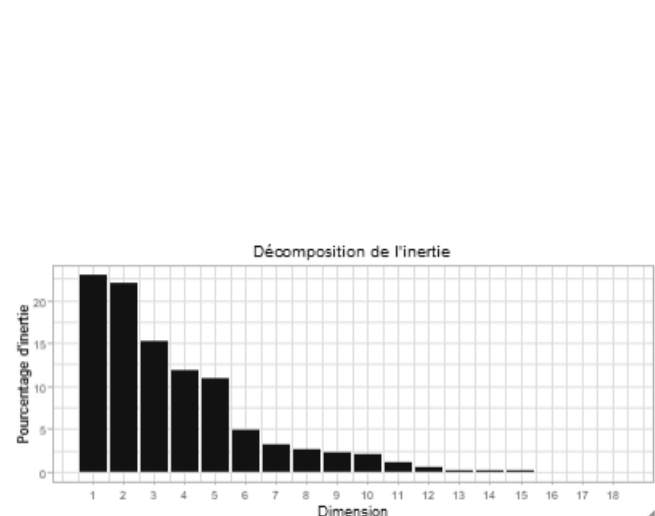


Figure 27 : Graphes des individus « champs » de l'analyse en composante principale ACP1_SE réalisée sur 19 parcelles en région limoneuse et sablo-limoneuse sur base d'indicateurs de services écosystémiques. Les carrés verts représentent la moyenne de la modalité de variables qualitatives supplémentaires dont la p-valeur < 0,05. Les termes suivants sont utilisés par l'agriculteur pour décrire son système de culture : AC_1 = agriculture de conservation ; Acon_1 = agriculture conventionnelle ; AE_1 = agroécologie. Les acronymes avec _0 correspondent à la moyenne des champs n'utilisant pas ce terme. Un champ peut être défini par un ou plusieurs termes à la fois, ou aucun. Les axes correspondent aux dimensions 1, 2 et 3.

☒ Dimension 1 ☐ Dimension 2 ☐ Dimension 3			☒ Dimension 2 ☐ Dimension 3			☒ Dimension 3		
Quantitative			Quantitative			Quantitative		
	correlation	p.value		correlation	p.value		correlation	p.value
A_divp	8.100E-01	2.629E-05	T_cabF	8.668E-01	1.574E-06	C_s	7.784E-01	8.667E-05
A_densp	7.913E-01	5.449E-05	T_cab4	8.658E-01	1.677E-06	U	5.645E-01	1.181E-02
T_tur4	7.557E-01	1.823E-04	C_tot	8.093E-01	2.707E-05	D_S	5.573E-01	1.318E-02
A_comp	7.160E-01	5.659E-04	C_l	8.081E-01	2.847E-05	Tps_Prairie	4.879E-01	3.409E-02
A_denh	6.878E-01	1.136E-03	T_cab2	8.058E-01	3.118E-05	Freq_MelProf	-4.635E-01	4.564E-02
A_divh	6.821E-01	1.294E-03	VarRecAsso	7.749E-01	9.789E-05	A_denh	-4.683E-01	4.318E-02
T_turF	6.181E-01	4.792E-03	T_dimPoids	6.375E-01	3.324E-03	ProfCum_Mel	-5.170E-01	2.341E-02
T_tur2	5.923E-01	7.534E-03	FreqOrga	6.158E-01	5.001E-03	ProfMoy_Mel	-5.410E-01	1.676E-02
U	5.478E-01	1.518E-02	AnnéesDepuis_Labour	6.120E-01	5.353E-03	C_qfrac	-7.459E-01	2.456E-04
DivEspTot	4.757E-01	3.952E-02	EspRecAsso	5.523E-01	1.421E-02	Qualitative		
ProfCum_Tout	-4.575E-01	4.890E-02	VarRecTotal ParSurf	5.305E-01	1.946E-02			
IFT_10	-5.319E-01	1.908E-02	T_turF	5.283E-01	2.007E-02	Aucune variable qualitative ne décrit l'axe 3		
IFT_10_herb	-5.402E-01	1.695E-02	NorgTot	4.839E-01	3.578E-02			
ProfCum_Labour	-5.654E-01	1.164E-02	Freq_FragTresSup	4.803E-01	3.742E-02			
Freq_Labour	-5.728E-01	1.037E-02	Labour_2020	-4.728E-01	4.090E-02			
			Freq_Labour	-5.600E-01	1.264E-02			
			ProfCum_Labour	-5.724E-01	1.043E-02			
			ProfMoy_Labour	-6.237E-01	4.320E-03			
			T_poids	-8.061E-01	3.079E-05			
			T_surf	-8.539E-01	3.298E-06			
Qualitative			Qualitative					
	R2	p.value		R2	p.value			
Aconv	3.465E-01	8.018E-03						
AC	3.187E-01	1.180E-02						

Coordonnées					Contributions					Cos2				
	Dim.1	Dim.2	Dim.3	Dim.4		Dim.1	Dim.2	Dim.3	Dim.4		Dim.1	Dim.2	Dim.3	Dim.4
T_cabF	-0.06	0.87	-0.01	0.00	T_cabF	0.07	19.06	0.00	2.9	T_cabF	0.00	0.75	0.00	0.00
T_turF	0.62	0.53	0.39	0.00	T_turF	9.28	7.08	5.59	0.0	T_turF	0.38	0.28	0.15	0.00
T_surf	0.26	-0.85	-0.02	-0.00	T_surf	1.63	18.50	0.02	0.7	T_surf	0.07	0.73	0.00	0.00
T_dimPoids	-0.33	0.64	0.07	0.00	T_dimPoids	2.65	10.31	0.20	2.7	T_dimPoids	0.11	0.41	0.01	0.00
D_S	-0.04	-0.23	0.56	-0.00	D_S	0.05	1.33	11.27	10.4	D_S	0.00	0.05	0.31	0.00
D_K	0.39	-0.38	-0.21	-0.00	D_K	3.66	3.69	1.67	14.6	D_K	0.15	0.15	0.05	0.00
C_tot	0.07	0.81	0.12	-0.00	C_tot	0.12	16.61	0.50	3.6	C_tot	0.00	0.65	0.01	0.00
C_I	0.21	0.81	-0.17	-0.00	C_I	1.06	16.56	1.09	4.9	C_I	0.04	0.65	0.03	0.00
C_s	-0.34	0.18	0.78	0.00	C_s	2.87	0.81	21.98	0.7	C_s	0.12	0.03	0.61	0.00
C_qfrac	0.37	0.37	-0.75	-0.00	C_qfrac	3.39	3.41	20.19	4.3	C_qfrac	0.14	0.13	0.56	0.00
U	0.55	-0.00	0.56	-0.00	U	7.29	0.00	11.56	5.7	U	0.30	0.00	0.32	0.00
B_dlim	-0.21	-0.23	-0.36	0.00	B_dlim	1.09	1.33	4.64	26.4	B_dlim	0.04	0.05	0.13	0.00
V	0.14	0.04	0.16	0.00	V	0.49	0.04	0.94	1.5	V	0.02	0.00	0.03	0.00
A_comp	0.72	0.04	0.24	0.00	A_comp	12.44	0.03	2.08	14.9	A_comp	0.51	0.00	0.06	0.00
A_denp	0.79	-0.15	0.36	0.00	A_denp	15.20	0.59	4.67	4.9	A_denp	0.63	0.02	0.13	0.00
A_denh	0.69	0.05	-0.47	0.00	A_denh	11.48	0.06	7.96	0.9	A_denh	0.47	0.00	0.22	0.00
A_divp	0.81	-0.10	0.20	0.00	A_divp	15.93	0.24	1.42	1.9	A_divp	0.66	0.01	0.04	0.00
A_divh	0.68	0.12	-0.34	-0.00	A_divh	11.30	0.35	4.23	0.7	A_divh	0.47	0.01	0.12	0.00



eigenvalue	percentage of variance	cumulative percentage of variance
4.12	22.88	22.88
3.94	21.90	44.79
2.76	15.31	60.10
2.12	11.79	71.89
1.96	10.87	82.76
0.87	4.81	87.58

Coordonnées	Dim.1	Dim.2	Dim.3	Dim.4	Dim.5
1	-1.97	-1.60	-0.18	0.24	1.22
2	-1.77	0.83	-0.30	0.76	-0.48
4	-2.14	-1.30	0.46	1.13	-0.41
5	-2.27	0.00	-1.84	1.92	-2.23
6	-0.70	-2.42	-1.34	0.15	0.57
7	-0.94	-0.82	-1.41	-1.23	1.52
8	1.80	-1.01	3.57	-1.53	-0.98
9	2.02	-1.30	1.17	-2.35	-1.42
10	0.12	0.23	-1.26	-1.13	-1.74
11	0.42	1.10	1.44	-1.31	1.35
12	-1.31	5.24	1.93	-0.81	0.59
13	1.84	0.60	-3.89	-1.73	1.84
14	-3.17	-1.85	2.31	0.60	2.45
15	1.69	-2.34	-0.62	-0.74	0.53
16	5.32	1.34	0.30	3.41	1.43
17	-1.09	4.23	-0.74	0.45	0.15
18	-0.82	-0.09	0.36	0.18	-2.08
19	1.67	-1.61	0.95	2.40	-0.49
20	1.30	0.77	-0.93	-0.40	-1.80

Coordonnées						Cos2					
	Dim.1	Dim.2	Dim.3	Dim.4	Dim.5		Dim.1	Dim.2	Dim.3	Dim.4	Dim.5
1	-1.97	-1.60	-0.18	0.24	1.22	1	0.39	0.26	0.00	0.01	0.15
2	-1.77	0.83	-0.30	0.76	-0.48	2	0.44	0.10	0.01	0.08	0.03
4	-2.14	-1.30	0.46	1.13	-0.41	4	0.52	0.19	0.02	0.15	0.02
5	-2.27	0.00	-1.84	1.92	-2.23	5	0.25	0.00	0.16	0.18	0.24
6	-0.70	-2.42	-1.34	0.15	0.57	6	0.04	0.52	0.16	0.00	0.03
7	-0.94	-0.82	-1.41	-1.23	1.52	7	0.08	0.06	0.17	0.13	0.20
8	1.80	-1.01	3.57	-1.53	-0.98	8	0.14	0.04	0.55	0.10	0.04
9	2.02	-1.30	1.17	-2.35	-1.42	9	0.25	0.10	0.08	0.34	0.13
10	0.12	0.23	-1.26	-1.13	-1.74	10	0.00	0.01	0.18	0.14	0.34
11	0.42	1.10	1.44	-1.31	1.35	11	0.02	0.10	0.18	0.15	0.16
12	-1.31	5.24	1.93	-0.81	0.59	12	0.05	0.78	0.11	0.02	0.01
13	1.84	0.60	-3.89	-1.73	1.84	13	0.12	0.01	0.53	0.11	0.12
14	-3.17	-1.85	2.31	0.60	2.45	14	0.37	0.13	0.20	0.01	0.22
15	1.69	-2.34	-0.62	-0.74	0.53	15	0.22	0.41	0.03	0.04	0.02
16	5.32	1.34	0.30	3.41	1.43	16	0.62	0.04	0.00	0.26	0.04
17	-1.09	4.23	-0.74	0.45	0.15	17	0.05	0.69	0.02	0.01	0.00
18	-0.82	-0.09	0.36	0.18	-2.08	18	0.08	0.00	0.01	0.00	0.51
19	1.67	-1.61	0.95	2.40	-0.49	19	0.16	0.15	0.05	0.34	0.01
20	1.30	0.77	-0.93	-0.40	-1.80	20	0.14	0.05	0.07	0.01	0.26

Annexe 3.4.2. : HCPC1_SE

Arbre hiérarchique

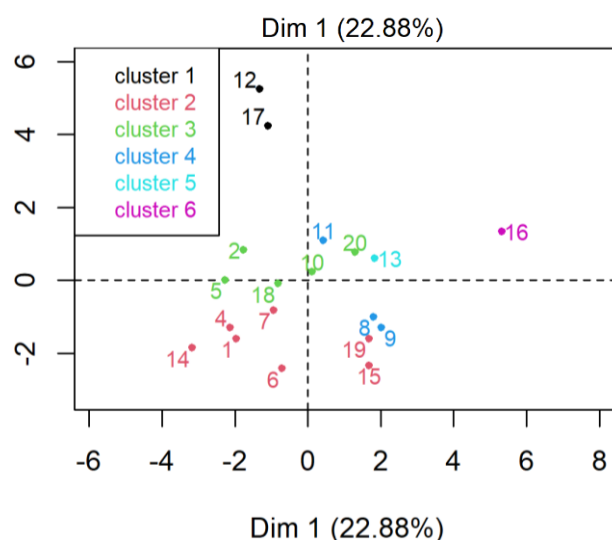
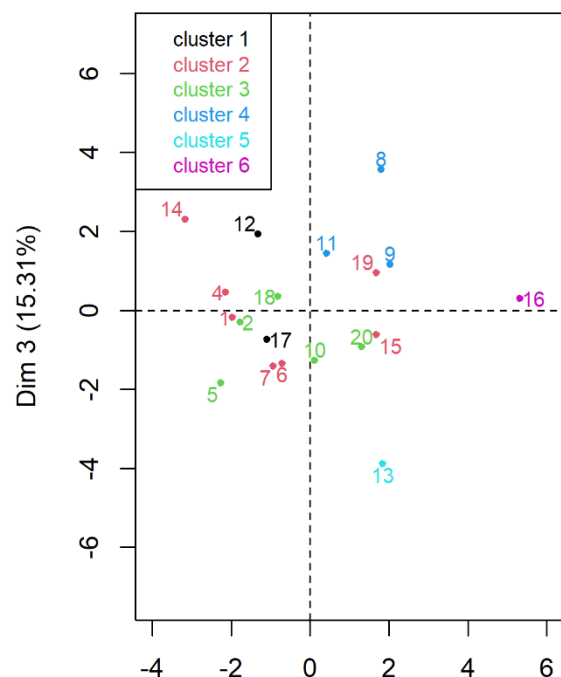
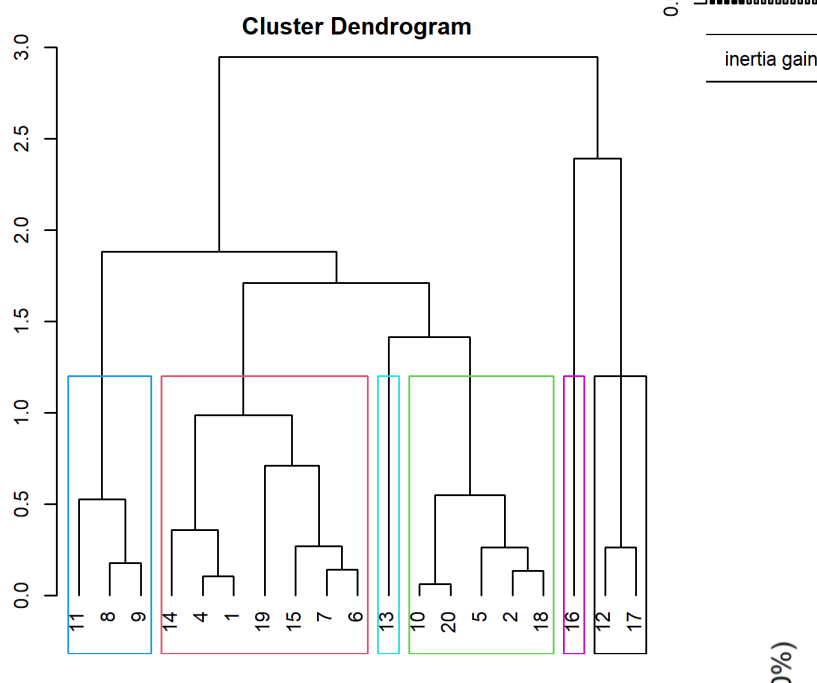


Figure 28 : Arbre hiérarchique (à gauche) et graphes du plan factoriel « champs » (à droite) associés à la classification hiérarchique basée sur l'analyse en composante principale ACP1_SE construites à partir d'indicateurs de services écosystémiques mesurés en 2020-2021 sur 19 parcelles en région limoneuse et sablo-limoneuse. Celles-ci peuvent être catégorisées en deux groupes (clusters), représentés par une couleur différente. L'ordonnée du graphe de gauche correspond à l'inertie cumulée de chacune des dimensions. Les axes des graphes de droite correspondent aux dimensions 1, 2 et 3 de l'analyse en composante principale.

Description de la partition et des classes par les variables

Link between the cluster variable and the categorical variables (chi-square test)

```
=====
p.value df

Description of each cluster by the categories
=====
$`1`
  Cla/Mod Mod/Cla  Global    p.value    v.test
AE=AE_1    50    100 21.05263 0.03508772  2.107345
AE=AE_0     0     0 78.94737 0.03508772 -2.107345

$`2`
NULL

$`3`
NULL

$`4`
NULL

$`5`
NULL

$`6`
NULL
```

Link between the cluster variable and the quantitative variables

	Eta2	P-value
T_cab2	0.9080435	0.000002623963
T_surf	0.8871995	0.000009611504
VarRecAsso	0.8818234	0.000012907888
T_cab4	0.8696680	0.000023963437
T_cabF	0.8564753	0.000043984632
U	0.8194602	0.000184811705
T_turf	0.8112634	0.000243540826
A_denh	0.7903283	0.000466939923
T_poids	0.7751284	0.000718261194
T_dimPoids	0.7368395	0.001874155750
A_comp	0.7253598	0.002426145485
T_tur4	0.7018022	0.003977456698
AnnéesDepuis_Labour	0.6747265	0.006669468383
B_dlim	0.6690656	0.007385049942
C_l	0.6607234	0.008551208452
C_tot	0.6318962	0.013768764713
ProfCum_Tout	0.6271534	0.014829092257
FreqOrga	0.5986150	0.022658377652
DivEspRec	0.5611050	0.037530074091
ProfMoy_Labour	0.5603012	0.037915642199
D_S	0.5387516	0.049443649805

Description of each cluster by quantitative variables

=====

\$`1`	v.test	Mean	in category	Overall mean	sd in category	Overall sd	p.value
VarRecAsso	3.732968	4.84600736	0.86628037	0.4538717194	1.551407042	0.0001892364	
T_cab4	3.337198	22.16666667	9.40350877	3.1666666667	5.565483588	0.0008462752	
T_cabF	3.146184	24.16666667	10.82456140	3.5000000000	6.171163293	0.0016541592	
FreqOrga	2.951769	14.53557906	6.69104127	0.4807450040	3.867334740	0.0031595908	
C_tot	2.794381	1.59815735	1.22684329	0.1507147241	0.193367093	0.0051999179	
T_dimPoids	2.617584	22.36333333	8.78140351	0.6233333333	7.550707594	0.0088554702	
T_cab2	2.555012	11.00000000	4.81578947	0.3333333333	3.522232951	0.0106184074	
C_l	2.526812	1.22100999	0.91113111	0.0959839875	0.178462042	0.0115103140	
VarRecTotal.ParSurf	2.466961	0.37052718	0.18848750	0.0899991315	0.107381797	0.0136265365	
EspRecAsso	2.124190	1.31764069	0.34118412	1.3176406926	0.668938667	0.0336542339	
AnnéesDepuis_Labour	2.059244	19.50000000	8.42105263	3.5000000000	7.829201677	0.0394708704	
D_K	-1.983478	0.01547352	0.02284912	0.0006626806	0.005411242	0.0473141142	
T_poids	-2.826388	18.88166667	36.28175439	0.7716666667	8.958728657	0.0047076142	
T_surf	-3.116897	0.21666667	0.65526316	0.0166666667	0.204771491	0.0018276542	

\$`2`	v.test	Mean	in category	Overall mean	sd in category	Overall sd	p.value
Labour_2020	2.777955	0.7142857	0.3157895	0.45175395	0.4648295	0.005470222	
ProfCum_Labour	2.721341	169.6105844	95.5250602	68.65686169	88.2155166	0.006501758	
T_poids	2.699024	43.7438095	36.2817544	2.86116439	8.9587287	0.006954319	
Freq_Labour	2.630527	7.0400917	3.9724846	2.97534502	3.7787807	0.008525269	
T_surf	2.591778	0.8190476	0.6552632	0.08518354	0.2047715	0.009548127	
ProfMoy_Labour	2.409692	25.2005495	16.0513302	1.55294886	12.3031757	0.015966012	
B_dlim	2.044125	0.6832555	0.5691967	0.08190494	0.1808074	0.040941233	
Tps_SolTravaille	1.967803	641.9205352	438.2935279	351.16508660	335.3114101	0.049090668	
C_l	-2.216591	0.7890533	0.9111311	0.13502820	0.1784620	0.026651070	
T_turf	-2.232107	7.5714286	18.1929825	5.60531008	15.4194059	0.025607873	
Freq_Frag	-2.364472	2.4339978	6.7349436	1.22179825	5.8941949	0.018055804	
T_cab4	-2.439075	5.2142857	9.4035088	2.73819876	5.5654836	0.014724895	
Freq_FragTresSup	-2.507619	1.5857452	5.8609268	1.46516292	5.5244321	0.012154758	
T_cab2	-2.568555	2.0238095	4.8157895	1.38709635	3.5222330	0.010212351	
AnnéesDepuis_Labour	-2.716688	1.8571429	8.4210526	0.63887656	7.8292017	0.006593873	
T_cabF	-2.795834	5.5000000	10.8245614	2.92634449	6.1711633	0.005176591	

\$`3`						
	v.test	Mean in category	Overall mean	sd in category	Overall sd	p.value
D_S	-2.284295	0.3066045	0.3295826	0.0225849	0.02550464	0.02235422
V	-2.322794	2.4553333	2.8712281	0.5500489	0.45397299	0.02019024

\$`4`	v.test	Mean	in category	Overall mean	sd in category	Overall sd	p.value
U	3.520527	6.1666667	3.5000000	1.08012345	1.3915472	0.000430690	
Freq_FragSup	2.309401	0.5691912	0.0898723	0.80495793	0.3812959	0.020921335	
ProfCum_Tout	-2.062667	332.9549119	535.1525838	76.53296728	180.0876490	0.039144282	
B_dlim	-2.827090	0.2909571	0.5691967	0.07903705	0.1808074	0.004697312	

\$`5`		v.test	Mean in category	Overall mean	sd in category	Overall sd	p.value
A_denh	2.839473		7.590000	1.532599	0	2.1332835	0.004518808
C_qfrac	2.638506		5.187523	3.010278	0	0.8251808	0.008327216

\$`6`

	v.test	Mean in category	Overall mean	sd in category	Overall sd	p.value
A_comp	3.549591	8.204102	0.9715255	0	2.0375804	0.0003858308
T_tur4	3.120682	57.000000	12.9122807	0	14.1275899	0.0018043260
DivEspRec	2.724217	10.317797	5.4867767	0	1.7733608	0.0064454119
IFT_froment_herb	2.668899	3.645179	1.6577133	0	0.7446761	0.0076100346
T_turF	2.516765	57.000000	18.1929825	0	15.4194059	0.0118437875
A_denp	2.337316	15.976562	4.0548931	0	5.1005819	0.0194227825
T_cab2	2.323586	13.000000	4.8157895	0	3.5222330	0.0201477034
A_denh	2.209869	6.246875	1.5325987	0	2.1332835	0.0271142765
IFT_froment_reg	2.130620	2.150000	1.2421228	0	0.4261094	0.0331204530
DivEspTot	2.011508	17.196328	10.2828571	0	3.4369591	0.0442718278
A_divp	1.960946	22.000000	8.6842105	0	6.7904936	0.0498853532

Description des classes par les axes

1

	v.test	Mean in category	Overall mean	sd in category	Overall sd	p.value
Dim.2	3.467388	4.731184	0	0.5041138	1.985611	0.00052554

2

	v.test	Mean in category	Overall mean	sd in category	Overall sd	p.value
Dim.2	-2.782131	-1.704815	0	0.5219872	1.985611	0.00540032

3

	v.test	Mean in category	Overall mean	sd in category	Overall sd	p.value
Dim.5	-3.018191	-1.665012	0	0.620453	1.398711	0.00254289

4

	v.test	Mean in category	Overall mean	sd in category	Overall sd	p.value
Dim.3	2.278441	2.059027	0	1.075176	1.660203	0.02270029
Dim.4	-2.184208	-1.732246	0	0.4485185	1.456976	0.02894699

5

	v.test	Mean in category	Overall mean	sd in category	Overall sd	p.value
Dim.3	-2.340999	-3.886533	0	0	1.660203	0.01923223

6

	v.test	Mean in category	Overall mean	sd in category	Overall sd	p.value
Dim.1	2.620605	5.318661	0	0	2.029554	0.00877739
Dim.4	2.34188	3.412064	0	0	1.456976	0.01918686

Annexe 3.4.3. : ACP2_SE

● Dimension 1

○ Dimension 2

○ Dimension 3

Quantitative

	correlation	p.value
T_turF	8.582E-01	2.602E-06
T_cab2	7.922E-01	5.288E-05
C_l	7.458E-01	2.466E-04
AnnéesDepuis_Labour	7.343E-01	3.436E-04
T_tur4	7.293E-01	3.954E-04
T_cab4	7.285E-01	4.046E-04
C_tot	7.193E-01	5.182E-04
VarRecAsso	6.822E-01	1.292E-03
T_cabF	6.752E-01	1.512E-03
T_tur2	6.718E-01	1.633E-03
EspRecAsso	6.085E-01	5.701E-03
Tps_Prairie	5.912E-01	7.677E-03
Tps_CultureTout	5.651E-01	1.169E-02
A_comp	4.828E-01	3.629E-02
FreqOrga	4.621E-01	4.636E-02
Tps_SolTravaille	-4.875E-01	3.424E-02
IFT_froment_insect	-5.019E-01	2.855E-02
T_surf	-5.278E-01	2.020E-02
IFT_10_insect	-5.716E-01	1.056E-02
Labour_2020	-5.836E-01	8.715E-03
T_poids	-6.114E-01	5.416E-03
ProfCum_Tout	-6.543E-01	2.371E-03
ProfMoy_Labour	-7.244E-01	4.523E-04
Freq_Labour	-7.282E-01	4.081E-04
ProfCum_Labour	-7.349E-01	3.383E-04

	R2	p.value
Aconv	3.910E-01	4.199E-03

Coordonnées

	Dim.1	Dim.2	Dim.3	Dim.4	Dim.5
T_cabF	0.68	-0.57	-0.22	-0.11	-0.10
T_turF	0.86	0.26	-0.12	0.16	-0.22
T_dimPoids	0.29	-0.68	-0.46	-0.09	-0.01
D_S	-0.16	0.52	-0.40	0.36	0.46
D_K	-0.20	0.63	0.00	-0.61	-0.07
C_tot	0.72	-0.11	-0.16	-0.05	0.50
C_qfrac	0.39	0.02	0.39	-0.73	0.20
U	0.39	0.70	-0.34	0.15	-0.36
B_dlim	-0.32	-0.51	0.62	0.29	-0.19
V	0.22	0.10	0.40	0.53	0.57
A_comp	0.48	0.21	0.47	0.43	-0.41
A_denh	0.37	0.25	0.79	-0.21	0.12

● Dimension 2

○ Dimension 3

Quantitative

	correlation	p.value
U	7.013E-01	8.209E-04
D_K	6.313E-01	3.744E-03
T_surf	6.228E-01	4.399E-03
M	5.475E-01	1.525E-02
D_S	5.230E-01	2.159E-02
Date_semis_2020	4.960E-01	3.078E-02
A_denh	4.564E-01	4.949E-02
T_cab4	-4.990E-01	2.963E-02
B_dlim	-5.114E-01	2.523E-02
FreqOrga	-5.303E-01	1.952E-02
T_cabF	-5.714E-01	1.060E-02
T_dimPoids	-6.829E-01	1.271E-03

Qualitative

	R2	p.value
AC	2.493E-01	2.954E-02

● Dimension 3

Quantitative

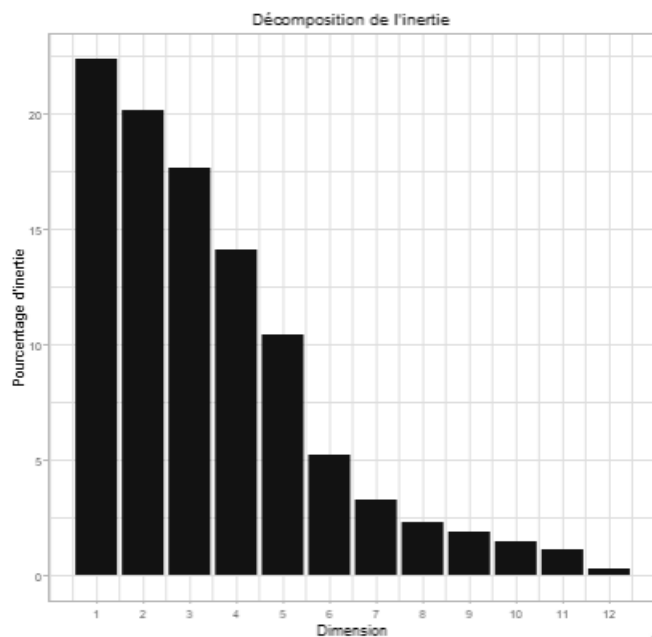
	correlation	p.value
A_denh	7.879E-01	6.185E-05
B_dlim	6.173E-01	4.867E-03
T_poids	4.964E-01	3.063E-02
A_comp	4.743E-01	4.019E-02

Qualitative

Contributions

	Dim.1	Dim.2	Dim.3	Dim.4	Dim.5
T_cabF	17.02	13.54	2.30	0.70	0.76
T_turF	27.50	2.76	0.68	1.46	4.04
T_dimPoids	3.21	19.35	9.79	0.44	0.02
D_S	0.98	11.34	7.66	7.50	17.21
D_K	1.48	16.53	0.00	22.01	0.34
C_tot	19.32	0.49	1.16	0.13	19.88
C_qfrac	5.61	0.02	7.32	31.32	3.17
U	5.61	20.40	5.46	1.37	10.63
B_dlim	3.72	10.85	18.02	4.99	2.93
V	1.84	0.39	7.60	16.43	26.19
A_comp	8.70	1.77	10.64	11.04	13.72
A_denh	5.03	2.56	29.36	2.59	1.11

Cos2		Dim.1	Dim.2	Dim.3	Dim.4	Dim.5
	T_cabF	0.46	0.33	0.05	0.01	0.01
	T_turF	0.74	0.07	0.01	0.02	0.05
	T_dimPoids	0.09	0.47	0.21	0.01	0.00
	D_S	0.03	0.27	0.16	0.13	0.22
	D_K	0.04	0.40	0.00	0.37	0.00
	C_tot	0.52	0.01	0.02	0.00	0.25
	C_qfrac	0.15	0.00	0.15	0.53	0.04
	U	0.15	0.49	0.12	0.02	0.13
	B_dlim	0.10	0.26	0.38	0.08	0.04
	V	0.05	0.01	0.16	0.28	0.33
	A_comp	0.23	0.04	0.22	0.19	0.17
	A_denh	0.13	0.06	0.62	0.04	0.01



eigenvalue	percentage of variance	cumulative percentage of variance
2.68	22.32	22.32
2.41	20.09	42.41
2.11	17.62	60.03
1.69	14.12	74.15
1.25	10.43	84.58
0.62	5.20	89.77

Coordonnées des individus

	Dim.1	Dim.2	Dim.3	Dim.4	Dim.5
1	-1.91	-0.32	0.58	0.87	0.54
2	-0.30	-1.41	-0.24	0.15	0.36
4	-1.53	-0.89	-0.22	0.96	-0.55
5	-1.02	-2.90	0.22	-1.09	-2.18
6	-1.66	0.41	1.16	0.24	-0.15
7	-1.14	0.15	0.51	-0.34	1.08
8	0.54	3.33	-2.03	0.96	-0.97
9	0.33	3.01	-1.53	-0.83	-0.52
10	-0.48	0.02	-0.84	-1.82	-0.97
11	1.27	0.96	-0.83	0.65	0.68
12	3.29	-1.48	-2.30	0.31	1.33
13	0.69	0.92	2.94	-2.92	2.01
14	-2.02	-0.38	-0.26	2.49	1.82
15	-1.28	1.76	0.86	-0.26	0.30
16	3.79	0.48	3.61	1.88	-1.67
17	2.12	-2.50	-0.82	-0.07	0.81
18	-0.76	-0.63	-1.01	-1.13	-1.20
19	-0.69	-0.43	0.72	1.39	-0.65
20	0.76	-0.11	-0.52	-1.45	-0.05

Contributions des individus

	Dim.1	Dim.2	Dim.3	Dim.4	Dim.5
1	7.14	0.22	0.83	2.34	1.23
2	0.18	4.34	0.15	0.07	0.54
4	4.61	1.72	0.12	2.87	1.27
5	2.06	18.33	0.12	3.72	19.96
6	5.39	0.37	3.33	0.18	0.10
7	2.57	0.05	0.66	0.36	4.87
8	0.58	24.16	10.21	2.88	3.97
9	0.21	19.72	5.83	2.12	1.15
10	0.45	0.00	1.77	10.34	4.00
11	3.15	2.03	1.71	1.31	1.94
12	21.28	4.78	13.17	0.30	7.39
13	0.93	1.84	21.48	26.52	16.98
14	7.99	0.31	0.16	19.30	13.87
15	3.20	6.73	1.86	0.21	0.39
16	28.19	0.51	32.41	10.98	11.73
17	8.86	13.61	1.68	0.02	2.77
18	1.14	0.86	2.54	3.96	6.04
19	0.93	0.40	1.28	6.02	1.80
20	1.13	0.03	0.67	6.51	0.01

Cos² des individus

	Dim.1	Dim.2	Dim.3	Dim.4	Dim.5
1	0.54	0.01	0.05	0.11	0.04
2	0.03	0.57	0.02	0.01	0.04
4	0.48	0.16	0.01	0.19	0.06
5	0.06	0.51	0.00	0.07	0.29
6	0.47	0.03	0.23	0.01	0.00
7	0.19	0.00	0.04	0.02	0.17
8	0.02	0.59	0.22	0.05	0.05
9	0.01	0.68	0.18	0.05	0.02
10	0.03	0.00	0.10	0.48	0.14
11	0.20	0.12	0.09	0.05	0.06
12	0.51	0.10	0.25	0.00	0.08
13	0.02	0.04	0.37	0.37	0.17
14	0.29	0.01	0.00	0.44	0.23
15	0.22	0.43	0.10	0.01	0.01
16	0.42	0.01	0.38	0.10	0.08
17	0.30	0.41	0.04	0.00	0.04
18	0.09	0.06	0.15	0.19	0.22
19	0.07	0.03	0.08	0.29	0.06
20	0.07	0.00	0.03	0.26	0.00

Annexe 3.4.4. : HCPC2_SE

CLASSIFICATION EN 2 GROUPES

Description de la partition et des classes par les variables

Link between the cluster variable and the categorical variables (chi-square test)

	p.value	df
Aconv	0.02371461	1
AC	0.03292422	1
AE	0.03549603	1

Description of each cluster by the categories

\$`1`		Cla/Mod	Mod/Cla	Global	p.value	v.test
Aconv=Aconv_1	100	53.84615	36.84211	0.03405573	2.119411	
Aconv=Aconv_0	50	46.15385	63.15789	0.03405573	-2.119411	

\$`2`		Cla/Mod	Mod/Cla	Global	p.value	v.test
Aconv=Aconv_0	50	100	63.15789	0.03405573	2.119411	
Aconv=Aconv_1	0	0	36.84211	0.03405573	-2.119411	

Link between the cluster variable and the quantitative variables

	Eta2	P-value
T_turF	0.6664811	0.00002014327
ProfCum_Tout	0.6047375	0.00008894919
AnnéesDepuis_Labour	0.5759086	0.00016519157
VarRecAsso	0.5216665	0.00047894240
U	0.5069039	0.00062757548
ProfMoy_Labour	0.4068529	0.00330052364
Tps_CultureTout	0.3814810	0.00483471469
T_tur4	0.3794600	0.00498114195
T_tur2	0.3793849	0.00498666127
ProfMoy_Mel	0.3491424	0.00772105199
ProfCum_Labour	0.3480185	0.00784501559
Freq_Labour	0.3459686	0.00807580854
C_tot	0.3295276	0.01016412562
ProfCum_Mel	0.2885393	0.01771048112
Freq_MelProf	0.2720697	0.02199522678
C_l	0.2469832	0.03040930067
FreqRecolteSol	0.2337325	0.03598844117
T_cab4	0.2333815	0.03614858291
T_cab2	0.2254985	0.03992700276
IFT_froment_insect	0.2236343	0.04087360150
T_cabF	0.2198075	0.04288377864
B_dlim	0.2135659	0.04636513234
IFT_10_insect	0.2132340	0.04655759579
Labour_2020	0.2130178	0.04668338508

Description of each cluster by quantitative variables

\$`1`	v.test	Mean in category	Overall mean	sd in category	Overall sd	p.value
ProfCum_Tout	3.299284	630.2943790	535.1525838	125.3754650	180.0876490	0.0009693175
ProfMoy_Labour	2.706169	21.3827134	16.0513302	9.1919183	12.3031757	0.0068064319
ProfMoy_Mel	2.506903	9.6936089	8.9513412	1.5183026	1.8490783	0.0121794071
ProfCum_Labour	2.502865	130.8799994	95.5250602	81.1732964	88.2155166	0.0123192540
Freq_Labour	2.495483	5.4824742	3.9724846	3.5377779	3.7787807	0.0125785864
ProfCum_Mel	2.278971	474.7965227	431.7760856	106.9331384	117.8876774	0.0226688166
Freq_MelProf	2.212974	7.1011262	5.4379787	4.7000617	4.6933909	0.0268994222
FreqRecolteSol	2.051142	3.4084274	2.9525147	1.3611407	1.3880917	0.0402530775
IFT_froment_insect	2.006344	0.3824359	0.3086842	0.2279382	0.2295614	0.0448195152
B_dlim	1.960660	0.6259624	0.5691967	0.1158109	0.1808074	0.0499187366
T_cabF	-1.989104	8.8589744	10.8245614	4.4269214	6.1711633	0.0466896969
T_cab2	-2.014689	3.6794872	4.8157895	2.2192452	3.5222330	0.0439371987
T_cab4	-2.049602	7.5769231	9.4035088	3.2976393	5.5654836	0.0404033252
C_l	-2.108482	0.8508774	0.9111311	0.1490636	0.1784620	0.0349893082
C_tot	-2.435466	1.1514327	1.2268433	0.1287370	0.1933671	0.0148726052
T_tur2	-2.613222	2.8461538	5.0526316	3.4779289	5.2729733	0.0089693061
T_tur4	-2.613481	7.0000000	12.9122807	7.2418537	14.1275899	0.0089625190
Tps_CultureTout	-2.620431	2869.8677396	2965.0859069	200.5323481	226.9234778	0.0087818758
U	-3.020641	2.8269231	3.5000000	0.5608883	1.3915472	0.0025224046
VarRecAsso	-3.064310	0.1050324	0.8662804	0.3638427	1.5514070	0.0021817259

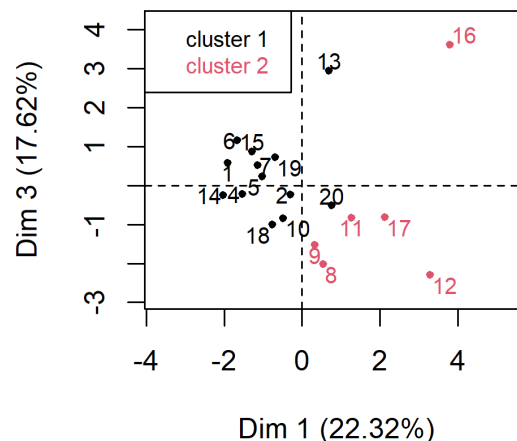


Figure 29 : Graphe du plan factoriel « champs » (à droite) associés à la classification hiérarchique basée sur l'analyse en composante principale ACP2_SE construites à partir d'indicateurs de services écosystémiques mesurés en 2020-2021 sur 19 parcelles en région limoneuse et sablo-limoneuse. Celles-ci peuvent être catégorisées en deux groupes (clusters), représentés par une couleur différente. Les axes du graphe de droite correspondent aux dimensions 1 et 3 de l'analyse en composante principale.

AnnéesDepuis_Labour	-3.219682	4.3846154	8.4210526	4.8284169	7.8292017	0.0012833271
T_turF	-3.463619	9.6410256	18.1929825	7.3362017	15.4194059	0.0005329601

```
$`2`
```

	v.test	Mean in category	Overall mean	sd in category	Overall sd	p.value
T_turF	3.463619	36.7222222	18.1929825	11.5972804	15.4194059	0.0005329601
AnnéesDepuis_Labour	3.219682	17.1666667	8.4210526	5.6396414	7.8292017	0.0012833271
VarRecAsso	3.064310	2.5156511	0.8662804	1.8327315	1.5514070	0.0021817259
U	3.020641	4.9583333	3.5000000	1.5303640	1.3915472	0.0025224046
Tps_CultureTout	2.620431	3171.3919360	2965.0859069	117.1762055	226.9234778	0.0087818758
T_tur4	2.613481	25.7222222	12.9122807	16.6904460	14.1275899	0.0089625190
T_tur2	2.613222	9.8333333	5.0526316	5.3324652	5.2729733	0.0089693061
C_tot	2.435466	1.3902329	1.2268433	0.2085143	0.1933671	0.0148726052
C_l	2.108482	1.0416807	0.9111311	0.1667384	0.1784620	0.0349893082
T_cab4	2.049602	13.3611111	9.4035088	7.1856446	5.5654836	0.0404033252
T_cab2	2.014689	7.2777778	4.8157895	4.4447917	3.5222330	0.0439371987
T_cabF	1.989104	15.0833333	10.8245614	7.1852150	6.1711633	0.0466896969
B_dlim	-1.960660	0.4462043	0.5691967	0.2288098	0.1808074	0.0499187366
IFT_froment_insect	-2.006344	0.1488889	0.3086842	0.1303367	0.2295614	0.0448195152
FreqRecolteSol	-2.051142	1.9647039	2.9525147	0.8131490	1.3880917	0.0402530775
Freq_MelProf	-2.212974	1.8344923	5.4379787	1.7070172	4.6933909	0.0268994222
ProfCum_Mel	-2.278971	338.5651385	431.7760856	80.8414064	117.8876774	0.0226688166
Freq_Labour	-2.495483	0.7008404	3.9724846	1.5671268	3.7787807	0.0125785864
ProfCum_Labour	-2.502865	18.9226917	95.5250602	42.3124249	88.2155166	0.0123192540
ProfMoy_Mel	-2.506903	7.3430945	8.9513412	1.4325573	1.8490783	0.0121794071
ProfMoy_Labour	-2.706169	4.5000000	16.0513302	10.0623059	12.3031757	0.0068064319
ProfCum_Tout	-3.299284	329.0120275	535.1525838	80.8429567	180.0876490	0.0009693175

Description des classes par les axes

```
1
```

	v.test	Mean in category	Overall mean	sd in category	Overall sd	p.value
Dim.1	-3.328806	-0.8724074	0	0.8460838	1.636678	0.00087219

```
2
```

	v.test	Mean in category	Overall mean	sd in category	Overall sd	p.value
Dim.1	3.328806	1.890216	0	1.307522	1.636678	0.00087219

CLASSIFICATION EN 6 GROUPES

Description de la partition et des classes par les variables

Link between the cluster variable and the categorical variables (c)

=====

p.value df

Description of each cluster by the categories

=====

```
$`1`
NULL

$`2`
NULL

$`3`
NULL

$`4`
NULL

$`5`
Cla/Mod Mod/Cla Global p.value v.test
AE=AE_1 50 100 21.05263 0.03508772 2.107345
AE=AE_0 0 0 78.94737 0.03508772 -2.107345
```

```
$`6`
NULL
```

Link between the cluster variable and the quantitative variables

=====

	Eta2	P-value
T_cab2	0.9339435	0.0000003168178
VarRecAsso	0.8810954	0.0000134194439
U	0.8304785	0.0001248204015

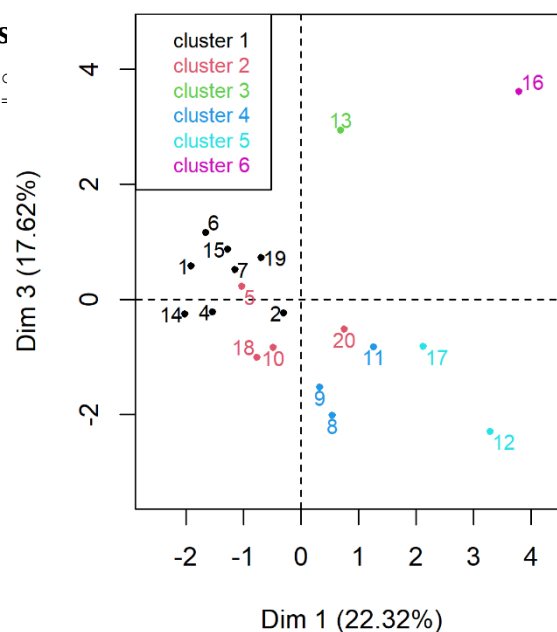


Figure 30 : Graphe du plan factoriel « champs » associé à la classification hiérarchique basée sur l'analyse en composante principale ACP2_SE construites à partir d'indicateurs de services écosystémiques mesurés en 2020-2021 sur 19 parcelles en région limoneuse et sablo-limoneuse. Celles-ci peuvent être catégorisées en six groupes (clusters), représentés par une couleur différente. Les axes du graphe de droite correspondent aux dimensions 1 et 2 de l'analyse en composante principale.

T_cab4	0.8256192	0.0001488838085
T_turF	0.8249230	0.0001526276536
A_denh	0.7816700	0.0005991061101
T_cabF	0.7521381	0.0013025459662
A_comp	0.7321218	0.0020869728100
T_tur4	0.7128953	0.0031691733483
AnnéesDepuis_Labour	0.7037332	0.0038258573765
T_surf	0.6977389	0.0043124487585
T_poids	0.6870014	0.0053092697961
ProfCum_Tout	0.6765485	0.0064514587049
FreqOrga	0.6617920	0.0083940594486
T_dimPoids	0.6527107	0.0098065363694
C_l	0.6512764	0.0100461003328
B_dlim	0.6480250	0.0106065471430
C_tot	0.6292990	0.0143416391403
ProfMoy_Labour	0.6077872	0.0198522727980
DivEspRec	0.5617315	0.0372317039587
D_K	0.5604133	0.0378616787806
D_S	0.5602652	0.0379329676179
Freq_FragTresSup	0.5554076	0.0403294824284
ProfCum_Labour	0.5503004	0.0429734908520
Freq_Frag	0.5400011	0.0487097159807

Description of each cluster by quantitative variables

```

=====
$`1`
      v.test Mean in category Overall mean sd in category Overall sd      p.value
ProfCum_Labour 2.940478      167.2182779    95.5250602    64.53375850    88.2155166 0.003277058
Freq_Labour    2.798874       6.8956284     3.9724846     2.80930255     3.7787807 0.005128109
ProfMoy_Labour 2.704250      25.2469093    16.0513302     1.45781980    12.3031757 0.006845886
ProfCum_Tout   2.546996      661.9257282   535.1525838   114.76624803   180.0876490 0.010865472
Tps_SolTravaille 2.457719     666.0630685   438.2935279   334.63761995   335.3114101 0.013982255
Labour_2020    2.406830       0.6250000     0.3157895     0.48412292     0.4648295 0.016091645
T_poids        2.387997      42.1945833    36.2817544     4.89527236     8.9587287 0.016940465
FreqRecolteSol 1.981260       3.7126219     2.9525147     1.31379809     1.3880917 0.047562071
B_dlim         1.974905      0.6678877     0.5691967     0.08673556     0.1808074 0.048278887
C_tot         -1.984406      1.1207890     1.2268433     0.12081214     0.1933671 0.047210648
T_tur2        -2.066022      2.0416667     5.0526316     2.11106542     5.2729733 0.038826365
Tps_CultureTout -2.194038     2827.4794880  2965.0859069  242.68770124   226.9234778 0.028232670
C_l           -2.270159      0.7991571     0.9111311     0.12910517     0.1784620 0.023197919
T_cab4        -2.280349      5.8958333     9.4035088     3.13242174     5.5654836 0.022586973
T_cabF        -2.425548      6.6875000     10.8245614     4.16703123     6.1711633 0.015285304
T_turF        -2.518866      7.4583333     18.1929825     5.25181847     15.4194059 0.011773335
Freq_Frag     -2.568879      2.5500613     6.7349436     1.18342184     5.8941949 0.010202805
Freq_FragTresSup -2.654503      1.8078403     5.8609268     1.49119017     5.5244321 0.007942544
T_cab2        -2.699852      2.1875000     4.8157895     1.36787929     3.5222330 0.006937024
AnnéesDepuis_Labour -3.025150      1.8750000     8.4210526     0.59947894     7.8292017 0.002485098

```

```

$`2`
      v.test Mean in category Overall mean sd in category Overall sd      p.value
Freq_Frag    2.285150      12.8827268     6.7349436     7.61110503     5.89419492 0.02230405
Freq_FragTresSup 2.177905      11.3526153     5.8609268     6.51324928     5.52443207 0.02941313
Tps_Mulch    2.040550     416.9920755   248.6205653   179.19756831   180.77652733 0.04129560
D_S          -2.387237      0.3017923     0.3295826     0.02284311     0.02550464 0.01697554
V            -2.764811      2.2983333     2.8712281     0.50492299     0.45397299 0.00569558

```

```

$`3`
      v.test Mean in category Overall mean sd in category Overall sd      p.value
A_denh 2.839473      7.590000      1.532599      0 2.1332835 0.004518808
C_qfrac 2.638506      5.187523      3.010278      0 0.8251808 0.008327216

```

```

$`4`
      v.test Mean in category Overall mean sd in category Overall sd      p.value
U        3.520527      6.1666667     3.5000000     1.08012345     1.3915472 0.000430690
Freq_FragSup 2.309401      0.5691912     0.0898723     0.80495793     0.3812959 0.020921335
ProfCum_Tout -2.062667      332.9549119   535.1525838   76.53296728   180.0876490 0.039144282
B_dlim      -2.827090      0.2909571     0.5691967     0.07903705     0.1808074 0.004697312

```

```

$`5`
      v.test Mean in category Overall mean sd in category Overall sd      p.value
VarRecAsso 3.732968      4.84600736     0.86628037     0.4538717194   1.551407042 0.0001892364
T_cab4      3.337198      22.16666667     9.40350877     3.1666666667   5.565483588 0.0008462752
T_cabF      3.146184      24.16666667    10.82456140     3.5000000000   6.171163293 0.0016541592
FreqOrga    2.951769      14.53557906     6.69104127     0.4807450040   3.867334740 0.0031595908
C_tot       2.794381      1.59815735     1.22684329     0.1507147241   0.193367093 0.0051999179
T_dimPoids  2.617584      22.36333333     8.78140351     0.6233333333   7.550707594 0.0088554702
T_cab2      2.555012      11.00000000     4.81578947     0.3333333333   3.522232951 0.0106184074
C_l         2.526812      1.22100999     0.91113111     0.0959839875   0.178462042 0.0115103140
VarRecTotal.ParSurf 2.466961      0.37052718     0.18848750     0.0899991315   0.107381797 0.0136265365

```

EspRecAsso	2.124190	1.31764069	0.34118412	1.3176406926	0.668938667	0.0336542339
AnnéesDepuis_Labour	2.059244	19.50000000	8.42105263	3.5000000000	7.829201677	0.0394708704
D_K	-1.983478	0.01547352	0.02284912	0.0006626806	0.005411242	0.0473141142
T_poids	-2.826388	18.88166667	36.28175439	0.7716666667	8.958728657	0.0047076142
T_surf	-3.116897	0.21666667	0.65526316	0.0166666667	0.204771491	0.0018276542

```
$`6`
      v.test Mean in category Overall mean sd in category Overall sd      p.value
A_comp      3.549591      8.204102      0.9715255      0 2.0375804 0.0003858308
T_tur4      3.120682     57.000000     12.9122807      0 14.1275899 0.0018043260
DivEspRec    2.724217    10.317797    5.4867767      0 1.7733608 0.0064454119
IFT_froment_herb 2.668899    3.645179    1.6577133      0 0.7446761 0.0076100346
T_turF      2.516765     57.000000     18.1929825      0 15.4194059 0.0118437875
A_denp      2.337316     15.976562    4.0548931      0 5.1005819 0.0194227825
T_cab2      2.323586     13.000000    4.8157895      0 3.5222330 0.0201477034
A_denh      2.209869      6.246875    1.5325987      0 2.1332835 0.0271142765
IFT_froment_reg 2.130620      2.150000    1.2421228      0 0.4261094 0.0331204530
DivEspTot    2.011508    17.196328    10.2828571      0 3.4369591 0.0442718278
A_divp      1.960946     22.000000     8.6842105      0 6.7904936 0.0498853532
```

Description des classes par les axes

```
1
      v.test      Mean in category Overall mean sd in category Overall sd p.value
Dim.1 -2.906808 -1.314906      0      0.5546327      1.636678 0.00365137

2
      v.test      Mean in category Overall mean sd in category Overall sd p.value
Dim.5 -2.154202 -1.09996      0      0.7575902      1.118694 0.0312243
Dim.4 -2.312226 -1.373646      0      0.2943516      1.301563 0.02076522

3
      v.test      Mean in category Overall mean sd in category Overall sd p.value
Dim.3 2.020337 2.937536      0      0      1.453983 0.0433484
Dim.4 -2.2448 -2.921749      0      0      1.301563 0.02478095

4
      v.test      Mean in category Overall mean sd in category Overall sd p.value
Dim.2 2.877414 2.431869      0      1.04673      1.552654 0.00400949

5
      v.test      Mean in category Overall mean sd in category Overall sd p.value
Dim.1 2.40708 2.707241      0      0.5834225      1.636678 0.01608065

6
      v.test      Mean in category Overall mean sd in category Overall sd p.value
Dim.3 2.481624 3.60824      0      0      1.453983 0.01307851
Dim.1 2.314401 3.787928      0      0      1.636678 0.02064573
```

Annexe 3.4.5. : ACP3_PC

☒ Dimension 1
☐ Dimension 2
☐ Dimension 3

Quantitative

	correlation	p.value
ProfCum_Tout	9.407E-01	2.097E-09
FreqRecolteSol	8.241E-01	1.441E-05
Tps_SolTravaille	7.650E-01	1.358E-04
IFT_10	7.138E-01	5.984E-04
ProfCum_Labour	6.911E-01	1.051E-03
ProfMoy_Mel	6.817E-01	1.306E-03
ProfMoy_Labour	6.795E-01	1.375E-03
Freq_Labour	6.600E-01	2.105E-03
ProfCum_Mel	6.591E-01	2.146E-03
IFT_10_insect	6.224E-01	4.426E-03
IFT_10_fong	6.162E-01	4.965E-03
Freq_Outils	5.309E-01	1.935E-02
T_poids	5.140E-01	2.436E-02
Freq_Mel	4.892E-01	3.354E-02
IFT_froment_insect	4.855E-01	3.512E-02
Freq_MelProf	4.714E-01	4.160E-02
T_cab2	-5.156E-01	2.386E-02
U	-5.710E-01	1.066E-02
VarRecTotal ParSurf	-5.728E-01	1.036E-02
VarRecAsso	-5.820E-01	8.945E-03
Tps_Prairie	-5.990E-01	6.725E-03
EspRecAsso	-6.456E-01	2.829E-03
AnnéesDepuis_Labour	-6.689E-01	1.740E-03
T_tur4	-7.715E-01	1.096E-04
Tps_CultureTout	-7.768E-01	9.146E-05
T_tur2	-8.038E-01	3.376E-05
T_turF	-8.623E-01	2.064E-06

Qualitative

	R2	p.value
AC	2.492E-01	2.955E-02
Aconv	2.287E-01	3.833E-02

☒ Dimension 2
☐ Dimension 3

Quantitative

	correlation	p.value
Ktot	8.543E-01	3.225E-06
Ptot	8.530E-01	3.473E-06
Ntot	8.056E-01	3.146E-05
NorgTot	7.297E-01	3.912E-04
IFT_froment	6.224E-01	4.432E-03
IFT_froment_reg	6.103E-01	5.524E-03
IFT_froment_fong	5.736E-01	1.023E-02
EspRecAsso	5.432E-01	1.625E-02
IFT_froment_insect	4.910E-01	3.280E-02
ProfMoy_Mel	-5.013E-01	2.878E-02
DivEspCV	-5.473E-01	1.530E-02
A_divh	-5.697E-01	1.088E-02

Qualitative

	R2	p.value
Aconv	2.281E-01	3.866E-02

☒ Dimension 3

Quantitative

	correlation	p.value
Tps_Culture	6.473E-01	2.734E-03
NminTot	6.206E-01	4.575E-03
IFT_10	6.034E-01	6.231E-03
AnnéesDepuis_Labour	5.380E-01	1.749E-02
IFT_10_herb	5.290E-01	1.987E-02
T_cab4	5.259E-01	2.075E-02
IFT_10_fong	5.118E-01	2.510E-02
EspParCV	5.011E-01	2.884E-02
DivEspCV	4.889E-01	3.366E-02
T_cabF	4.818E-01	3.672E-02
Ntot	4.748E-01	3.997E-02
DivEspRec	-4.561E-01	4.965E-02
A_denp	-4.918E-01	3.248E-02

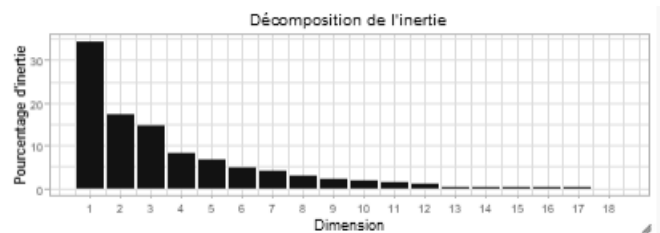
Qualitative

Aucune variable qualitative ne décrit l'axe 3

Coordonnées					
	Dim.1	Dim.2	Dim.3	Dim.4	Dim.5
DivEspRec	-0.24	0.13	-0.46	-0.13	0.49
VarRecAsso	-0.58	-0.28	0.42	0.51	0.17
FreqRecolteSol	0.82	0.12	0.37	0.11	0.11
Tps_Prairie	-0.60	0.27	-0.39	0.52	0.08
Tps_CultureTout	-0.78	0.21	0.39	-0.07	-0.29
Tps_SolTravaille	0.77	-0.06	-0.35	0.25	0.16
DivEspCV	-0.27	-0.55	0.49	-0.47	0.31
Ntot	-0.18	0.81	0.47	-0.05	-0.12
FreqOrga	-0.35	0.30	0.37	0.49	0.42
Ptot	-0.27	0.85	-0.19	0.05	0.17
Ktot	0.25	0.85	-0.07	-0.18	-0.20
AnnéesDepuis_Labour	-0.67	-0.24	0.54	-0.02	0.26
Freq_Outils	0.53	0.08	0.10	0.11	0.43
ProfMoy_Mel	0.68	-0.50	-0.05	0.15	-0.07
ProfCum_Tout	0.94	-0.04	-0.13	0.08	0.03
IFT_10	0.71	0.15	0.60	0.17	-0.09
IFT_10_herb	0.45	0.30	0.53	-0.42	0.22
IFT_10_fong	0.62	-0.02	0.51	0.40	-0.28
IFT_10_insect	0.62	0.33	-0.06	-0.16	0.36

Cos2					
	Dim.1	Dim.2	Dim.3	Dim.4	Dim.5
DivEspRec	0.06	0.02	0.21	0.02	0.24
VarRecAsso	0.34	0.08	0.17	0.26	0.03
FreqRecolteSol	0.68	0.01	0.13	0.01	0.01
Tps_Prairie	0.36	0.07	0.15	0.27	0.01
Tps_CultureTout	0.60	0.05	0.15	0.00	0.08
Tps_SolTravaille	0.59	0.00	0.12	0.06	0.03
DivEspCV	0.07	0.30	0.24	0.22	0.09
Ntot	0.03	0.65	0.23	0.00	0.01
FreqOrga	0.12	0.09	0.13	0.24	0.18
Ptot	0.07	0.73	0.04	0.00	0.03
Ktot	0.06	0.73	0.00	0.03	0.04
AnnéesDepuis_Labour	0.45	0.06	0.29	0.00	0.07
Freq_Outils	0.28	0.01	0.01	0.01	0.19
ProfMoy_Mel	0.46	0.25	0.00	0.02	0.01
ProfCum_Tout	0.88	0.00	0.02	0.01	0.00
IFT_10	0.51	0.02	0.36	0.03	0.01
IFT_10_herb	0.20	0.09	0.28	0.17	0.05
IFT_10_fong	0.38	0.00	0.26	0.16	0.08
IFT_10_insect	0.39	0.11	0.00	0.02	0.13

Contributions					
	Dim.1	Dim.2	Dim.3	Dim.4	Dim.5
DivEspRec	0.90	0.49	7.41	1.17	18.73
VarRecAsso	5.18	2.33	6.21	16.85	2.18
FreqRecolteSol	10.38	0.45	4.76	0.80	1.00
Tps_Prairie	5.49	2.24	5.39	17.36	0.51
Tps_CultureTout	9.23	1.41	5.31	0.30	6.46
Tps_SolTravaille	8.95	0.11	4.42	4.05	2.08
DivEspCV	1.12	9.19	8.51	14.30	7.43
Ntot	0.49	19.91	8.03	0.14	1.16
FreqOrga	1.88	2.70	4.76	15.33	13.92
Ptot	1.07	22.32	1.28	0.19	2.31
Ktot	0.94	22.39	0.17	2.03	3.01
AnnéesDepuis_Labour	6.84	1.84	10.31	0.03	5.18
Freq_Outils	4.31	0.17	0.35	0.71	14.60
ProfMoy_Mel	7.11	7.71	0.10	1.50	0.41
ProfCum_Tout	13.53	0.04	0.64	0.46	0.07
IFT_10	7.79	0.71	12.96	1.79	0.61
IFT_10_herb	3.07	2.69	9.96	11.15	3.96
IFT_10_fong	5.81	0.02	9.33	10.27	6.10
IFT_10_insect	5.92	3.29	0.11	1.59	10.27



eigenvalue	percentage of variance	cumulative percentage of variance
6.54	34.42	34.42
3.26	17.16	51.58
2.81	14.78	66.37
1.56	8.19	74.56
1.27	6.70	81.26
0.91	4.77	86.02

Coordonnées des individus

	Dim.1	Dim.2	Dim.3	Dim.4	Dim.5
1	0.83	2.67	0.00	-0.38	-0.20
2	3.10	-0.86	-0.38	-0.54	-0.31
4	4.26	-0.64	-0.14	1.53	-0.16
5	-0.78	1.25	-1.44	-0.57	-0.22
6	2.19	1.31	0.40	-0.51	1.94
7	3.23	-0.36	-1.71	-1.02	1.65
8	-2.13	0.95	-1.69	-0.33	-1.03
9	-3.12	-1.85	1.23	-1.47	-0.42
10	1.22	0.88	1.77	-0.74	0.99
11	-1.86	-2.77	0.05	-0.67	0.19
12	-5.18	3.04	-0.18	2.67	0.02
13	2.48	0.77	0.99	1.20	-1.10
14	1.84	2.12	2.08	-0.61	-2.49
15	-1.29	-2.71	-1.56	-1.16	-2.12
16	-3.68	1.01	-0.63	-0.50	1.17
17	-1.47	-2.94	4.61	1.55	0.75
18	1.66	0.31	0.23	0.17	-0.04
19	0.68	-2.45	-3.31	2.69	0.25
20	-1.97	0.27	-0.31	-1.32	1.16

Contributions des individus

	Dim.1	Dim.2	Dim.3	Dim.4	Dim.5
1	0.55	11.50	0.00	0.48	0.17
2	7.74	1.19	0.28	0.97	0.40
4	14.57	0.66	0.04	7.91	0.11
5	0.49	2.54	3.86	1.09	0.21
6	3.87	2.77	0.29	0.88	15.53
7	8.38	0.21	5.47	3.51	11.21
8	3.65	1.45	5.38	0.37	4.43
9	7.84	5.50	2.83	7.35	0.74
10	1.19	1.26	5.84	1.86	4.01
11	2.77	12.39	0.01	1.52	0.15
12	21.57	14.90	0.06	24.08	0.00
13	4.95	0.95	1.82	4.85	4.99
14	2.71	7.24	8.09	1.26	25.66
15	1.34	11.86	4.56	4.52	18.60
16	10.93	1.66	0.74	0.84	5.67
17	1.74	14.00	39.89	8.15	2.34
18	2.23	0.15	0.10	0.10	0.01
19	0.37	9.66	20.55	24.41	0.25
20	3.11	0.11	0.18	5.85	5.52

Cos² des individus

	Dim.1	Dim.2	Dim.3	Dim.4	Dim.5
1	0.07	0.72	0.00	0.01	0.00
2	0.65	0.05	0.01	0.02	0.01
4	0.70	0.02	0.00	0.09	0.00
5	0.06	0.17	0.22	0.03	0.01
6	0.35	0.12	0.01	0.02	0.27
7	0.54	0.01	0.15	0.05	0.14
8	0.29	0.06	0.18	0.01	0.07
9	0.50	0.18	0.08	0.11	0.01
10	0.10	0.05	0.20	0.04	0.06
11	0.24	0.53	0.00	0.03	0.00
12	0.60	0.21	0.00	0.16	0.00
13	0.49	0.05	0.08	0.11	0.10
14	0.15	0.20	0.19	0.02	0.28
15	0.08	0.36	0.12	0.07	0.22
16	0.59	0.04	0.02	0.01	0.06
17	0.06	0.24	0.58	0.07	0.02
18	0.57	0.02	0.01	0.01	0.00
19	0.02	0.22	0.41	0.27	0.00
20	0.35	0.01	0.01	0.16	0.12

Annexe 3.4.6. : HCPC3_PC

CLASSIFICATION EN 2 GROUPES

Description de la partition et des classes par les variables

Link between the cluster variable and the categorical variables (chi-square test)

```
=====
p.value df
Aconv 0.01056590 1
AC 0.03728906 1
```

Description of each cluster by the categories

```
=====
$`1`
      Cla/Mod Mod/Cla Global p.value v.test
Aconv=Aconv_0 75.00000    90 63.15789 0.01809955 2.363575
Aconv=Aconv_1 14.28571    10 36.84211 0.01809955 -2.363575
```

```
=====
$`2`
      Cla/Mod Mod/Cla Global p.value
v.test
Aconv=Aconv_1 85.71429 66.66667 36.84211 0.01809955
2.363575
Aconv=Aconv_0 25.00000 33.33333 63.15789 0.01809955 -
2.363575
```

Link between the cluster variable and the quantitative variables

```
=====
Eta2 P-value
FreqRecolteSol 0.7325453 0.000002961609
IFT_10 0.5654984 0.000204570664
ProfCum_Tout 0.5642140 0.000209968892
T_turF 0.4837029 0.000945799439
IFT_10_insect 0.4781256 0.001041201375
T_tur2 0.4567306 0.001492791132
IFT_froment_insect 0.3900765 0.004254600383
IFT_10_herb 0.3698616 0.005733227977
T_tur4 0.3522367 0.007388947268
ProfCum_Labour 0.3478087 0.007868360162
Freq_Outils 0.3257021 0.010716111653
IFT_10_fong 0.3223037 0.011229416446
Freq_Labour 0.3081037 0.013628174726
A_divp 0.2978520 0.015644063618
VarRecAsso 0.2806131 0.019665276989
Tps_SolTravail 0.2784651 0.020228459824
AnnéesDepuis_Labour 0.2727409 0.021803285075
U 0.2679334 0.023213209438
Tps_Prairie 0.2636221 0.024549352483
VarRecTotal.ParSurf 0.2590973 0.026028574538
Tps_CultureTout 0.2532600 0.028059950475
ProfMoy_Labour 0.2513230 0.028766153050
Ktot 0.2478927 0.030057818985
T_poids 0.2438714 0.031641221110
A_derp 0.2400713 0.033209213831
NminTot 0.2384286 0.033909365995
VarRecMorceaux 0.2342831 0.035738612191
ProfCum_Mel 0.2331464 0.036256194316
IFT_froment_fong 0.2178254 0.043961500367
```

Description of each cluster by quantitative variables

```
=====
$`1`
v.test Mean in category Overall
mean sd in category Overall sd p.value
T_turF 2.950704 28.3666667 18.1929825 14.7372921 15.4194059 0.0031705085
T_tur2 2.867255 8.4333333 5.0526316 5.2853046 5.2729733 0.0041404955
T_tur4 2.517988 20.8666667 12.9122807 15.2688499 14.1275899 0.0118027493
A_divp 2.315456 12.2000000 8.6842105 7.0540768 6.7904936 0.0205879950
VarRecAsso 2.247451 1.6459327 0.8662804 1.8137767 1.5514070 0.0246112219
AnnéesDepuis_Labour 2.215702 12.3000000 8.4210526 8.2468176 7.8292017 0.0267118988
U 2.196088 4.1833333 3.5000000 1.5513435 1.3915472 0.0280856689
Tps_Prairie 2.178348 471.3235349 248.0650184 542.1544713 458.3485596 0.0293801753
VarRecTotal.ParSurf 2.159572 0.2403416 0.1884875 0.1169815 0.1073818 0.0308058232
```

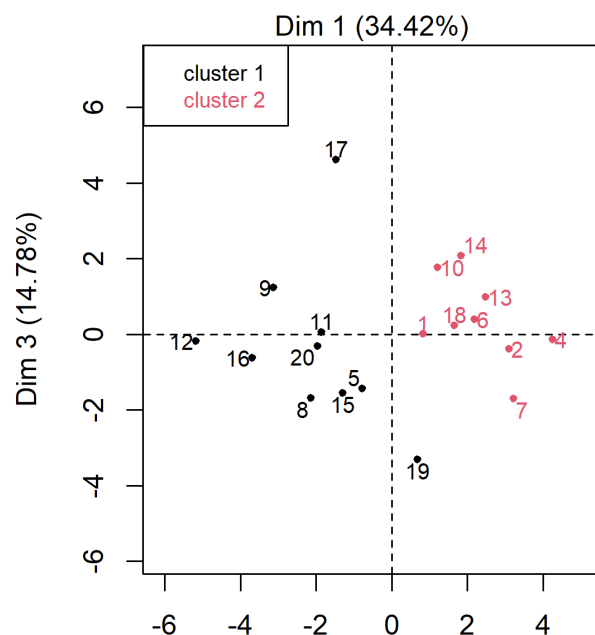
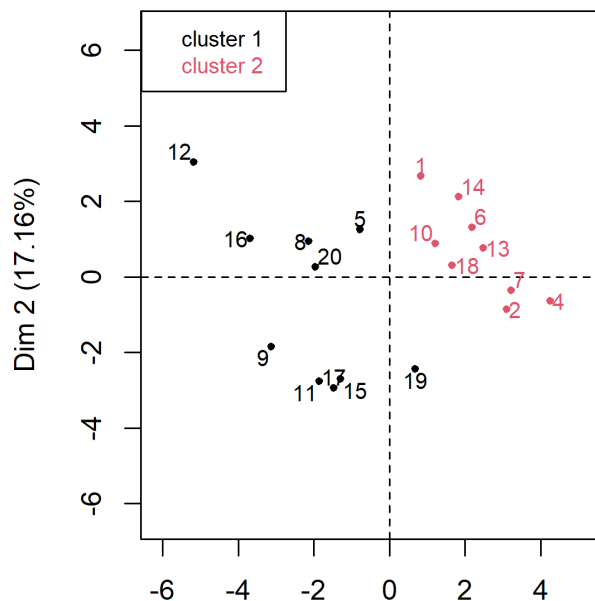


Figure 31 : Graphes du plan factoriel « champs » (à droite) associés à la classification hiérarchique basée sur l'analyse en composante principale ACP3_PC construites à partir de l'historique culturelle des années 2010 à 2020 de 19 parcelles en région limoneuse et sablo-limoneuse. Celles-ci peuvent être catégorisées en deux groupes (clusters), représentés par une couleur différente, selon des indicateurs de pratiques culturelles. Les axes du graphe de droite correspondent aux dimensions 1, 2 et 3 de l'analyse en composante principale.

Tps_CultureTout	2.135107	3073.4246993	2965.0859069	166.5786276	226.9234778	0.0327523059
A_denp	2.078770	6.4257812	4.0548931	5.8609545	5.1005819	0.0376385400
IFT_froment_fong	-1.980115	1.7257031	2.0406099	0.6681874	0.7112243	0.0476905634
ProfCum_Mel	-2.048569	377.7748074	431.7760856	99.4542944	117.8876774	0.0405042648
VarRecMorceaux	-2.053557	0.1766626	1.0266803	0.5299879	1.8511270	0.0400186005
NminTot	-2.071645	1198.0218306	1350.6090621	297.8360927	329.3955702	0.0382985152
T_poids	-2.095157	32.0846667	36.2817544	9.6468656	8.9587287	0.0361570002
Ktot	-2.112361	829.6812319	1074.7608462	508.1065037	518.8646461	0.0346555119
ProfMoy_Labour	-2.126926	10.2000000	16.0513302	12.5043992	12.3031757	0.0334262312
Tps_SolTravail	-2.238833	270.4305237	438.2935279	256.5024483	335.3114101	0.0251667986
Freq_Labour	-2.354967	1.9826296	3.9724846	3.0952535	3.7787807	0.0185243747
IFT_10_fong	-2.408623	17.5405353	25.7981631	10.6915253	15.3320920	0.0160128152
Freq_Outils	-2.421289	42.1570862	47.5333408	8.1122175	9.9299776	0.0154655937
ProfCum_Labour	-2.502110	46.1694604	95.5250602	68.5671236	88.2155166	0.0123455458
IFT_10_herb	-2.580215	19.3730429	22.5771067	5.2487567	5.5534165	0.0098738809
IFT_froment_insect	-2.649788	0.1726667	0.3086842	0.1725997	0.2295614	0.0080542262
IFT_10_insect	-2.933643	2.1365311	3.9506276	1.5577302	2.7654648	0.0033500937
ProfCum_Tout	-3.186825	406.8229031	535.1525838	141.9843204	180.0876490	0.0014384390
IFT_10	-3.190450	45.4634873	58.8136416	12.2168843	18.7132544	0.0014205136
FreqRecolteSol	-3.631228	1.8254298	2.9525147	0.8298386	1.3880917	0.0002820761

\$`2`						
	v.test	Mean in category	Overall mean	sd in category	Overall sd	p.value
FreqRecolteSol	3.631228	4.2048313	2.9525147	0.56813292	1.3880917	0.0002820761
IFT_10	3.190450	73.6471463	58.8136416	12.46527331	18.7132544	0.0014205136
ProfCum_Tout	3.186825	677.7411179	535.1525838	86.23979008	180.0876490	0.0014384390
IFT_10_insect	2.933643	5.9662904	3.9506276	2.39368041	2.7654648	0.0033500937
IFT_froment_insect	2.649788	0.4598148	0.3086842	0.18642584	0.2295614	0.0080542262
IFT_10_herb	2.580215	26.1371776	22.5771067	3.22742776	5.5534165	0.0098738809
ProfCum_Labour	2.502110	150.3646155	95.5250602	74.09972413	88.2155166	0.0123455458
Freq_Outils	2.421289	53.5069570	47.5333408	8.20031140	9.9299776	0.0154655937
IFT_10_fong	2.408623	34.9733051	25.7981631	14.46746334	15.3320920	0.0160128152
Freq_Labour	2.354967	6.1834345	3.9724846	3.19563274	3.7787807	0.0185243747
Tps_SolTravail	2.238833	624.8079769	438.2935279	313.30450128	335.3114101	0.0251667986
ProfMoy_Labour	2.126926	22.5528083	16.0513302	8.09383097	12.3031757	0.0334262312
Ktot	2.112361	1347.0715289	1074.7608462	374.97400842	518.8646461	0.0346555119
T_poids	2.095157	40.9451852	36.2817544	4.97117993	8.9587287	0.0361570002
NminTot	2.071645	1520.1504305	1350.6090621	275.46665416	329.3955702	0.0382985152
VarRecMorceaux	2.053557	1.9711444	1.0266803	2.28629906	1.8511270	0.0400186005
ProfCum_Mel	2.048569	491.7775058	431.7760856	107.27850772	117.8876774	0.0405042648
IFT_froment_fong	1.980115	2.3905064	2.0406099	0.58239977	0.7112243	0.0476905634
A_denp	-2.078770	1.4205729	4.0548931	1.88935657	5.1005819	0.0376385400
Tps_CultureTout	-2.135107	2844.7094708	2965.0859069	224.38046124	226.9234778	0.0327523059
VarRecTotal.ParSurf	-2.159572	0.1308718	0.1884875	0.05320271	0.1073818	0.0308058232
Tps_Prairie	-2.178348	0.0000000	248.0650184	0.00000000	458.3485596	0.0293801753
U	-2.196088	2.7407407	3.5000000	0.56443521	1.3915472	0.0280856689
AnnéesDepuis_Labour	-2.215702	4.1111111	8.4210526	4.30618275	7.8292017	0.0267118988
VarRecAsso	-2.247451	0.0000000	0.8662804	0.00000000	1.5514070	0.0246112219
A_divp	-2.315456	4.7777778	8.6842105	3.61410133	6.7904936	0.0205879950
T_tur4	-2.517988	4.0740741	12.9122807	3.72770004	14.1275899	0.0118027493
T_tur2	-2.867255	1.2962963	5.0526316	0.92221479	5.2729733	0.0041404955
T_turF	-2.950704	6.8888889	18.1929825	4.22222222	15.4194059	0.0031705085

Description des classes par les axes

1					
	v.test	Mean in category	Overall mean	sd in category	Overall sd p.value
Dim.1	-3.636912	-2.079809	0	1.536828	2.557442 0.00027593
2					
	v.test	Mean in category	Overall mean	sd in category	Overall sd p.value
Dim.1	3.636912	2.310899	0	1.018325	2.557442 0.00027593

CLASSIFICATION EN 3 GROUPES

Description de la partition et des classes par les variables

Link between the cluster variable and the categorical variables (chi-square test)

	p.value	df
Aconv	0.03070489	2

Description of each cluster by the categories

\$`1`

```

NULL

$`2`
NULL

$`3`
      Cla/Mod  Mod/Cla  Global  p.value  v.test
Aconv=Aconv_1 85.71429 66.66667 36.84211 0.01809955 2.363575
Aconv=Aconv_0 25.00000 33.33333 63.15789 0.01809955 -2.363575

```

Link between the cluster variable and the quantitative variables

	Eta2	P-value
FreqRecolteSol	0.7532377	0.00001374772
Ktot	0.6079539	0.00055808079
ProfCum_Tout	0.5969242	0.00069677712
Ptot	0.5916196	0.00077360504
IFT_10	0.5889479	0.00081503193
T_turF	0.5368529	0.00211714891
IFT_froment_insect	0.5022940	0.00376515609
EspRecAsso	0.4993215	0.00394885791
IFT_10_insect	0.4943827	0.00427145352
T_tur2	0.4678568	0.00643025493
NorgTot	0.4588674	0.00735240727
Tps_Prairie	0.4538035	0.00792121100
IFT_froment	0.4503811	0.00832709339
T_tur4	0.4291317	0.01127944041
IFT_10_fong	0.4163583	0.01346388231
IFT_10_herb	0.4013466	0.01649695135
ProfCum_Mel	0.3978678	0.01727964567
ProfCum_Labour	0.3623705	0.02732418965
Ntot	0.3610148	0.02779242934
VarRecAsso	0.3439587	0.03431226767
ProfMoy_Mel	0.3401145	0.03595412821
Freq_Outils	0.3323644	0.03947441858
Freq_Labour	0.3273596	0.04190479981
T_poids	0.3257719	0.04270264556
IFT_froment_fong	0.3166444	0.04755259297
IFT_froment_reg	0.3147510	0.04861691534

Description of each cluster by quantitative variables

\$`1`	v.test	Mean in category	Overall mean	sd in category	Overall sd	p.value
EspRecAsso	2.988186	1.129566	0.3411841	0.8529428	0.6689387	0.002806383
Tps_Prairie	2.759123	746.845761	248.0650184	531.6816128	458.3485596	0.005795674
NorgTot	2.589882	920.765506	483.8829237	388.9750532	427.7027028	0.009600884
Ptot	2.491220	776.203110	476.4721725	260.4048624	305.0539875	0.012730522
T_turF	2.478615	33.266667	18.1929825	17.1391689	15.4194059	0.013189372
T_tur4	2.396697	26.266667	12.9122807	18.0633453	14.1275899	0.016543611
T_cab2	2.292139	8.000000	4.8157895	3.6575645	3.5222330	0.021897628
DivEspRec	2.149714	6.990336	5.4867767	2.3624411	1.7733608	0.031577869
T_tur2	1.994226	9.200000	5.0526316	5.3566158	5.2729733	0.046127409
Freq_MelProf	-1.970304	1.790753	5.4379787	1.3883716	4.6933909	0.048803590
Tps_couvert	-2.166421	246.504701	377.1490708	150.8431133	152.8991181	0.030278993
T_poids	-2.188021	28.550667	36.2817544	8.9350358	8.9587287	0.028668084
IFT_10	-2.343996	41.513526	58.8136416	4.1661578	18.7132544	0.019078359
IFT_10_fong	-2.437387	11.059142	25.7981631	1.1069818	15.3320920	0.014793846
ProfCum_Tout	-2.438845	361.927462	535.1525838	122.3831922	180.0876490	0.014734290
ProfMoy_Mel	-2.460712	7.156778	8.9513412	0.9395856	1.8490783	0.013866181
FreqRecolteSol	-2.561448	1.550197	2.9525147	0.5939797	1.3880917	0.010423679
ProfCum_Mel	-2.579863	311.823988	431.7760856	41.2633252	117.8876774	0.009883947

\$`2`	v.test	Mean in category	Overall mean	sd in category	Overall sd	p.value
A_divh	2.332671	11.40000000	6.7894737	3.2619013	5.0113445	0.019665421
DivEspCV	2.198372	7.47950562	4.8849463	3.5005607	2.9924004	0.027922625
VarRecAsso	2.153799	2.18415391	0.8662804	1.7624429	1.5514070	0.031255920
IFT_10_herb	-2.082978	18.01476548	22.5771067	6.1927834	5.5534165	0.037253198
NorgTot	-2.088637	131.55443486	483.8829237	93.4930994	427.7027028	0.036740396
IFT_10_insect	-2.108829	1.65049794	3.9506276	0.5670479	2.7654648	0.034959321
IFT_froment_reg	-2.109107	0.88766667	1.2421228	0.3458445	0.4261094	0.034935330
IFT_froment_fong	-2.221257	1.41752367	2.0406099	0.4275914	0.7112243	0.026333564
Ntot	-2.504816	1361.36698484	1834.4919859	377.1627634	478.9136723	0.012251497
IFT_froment_insect	-2.673039	0.06666667	0.3086842	0.1333333	0.2295614	0.007516749
IFT_froment	-2.834973	3.75070306	5.6702839	1.0779337	1.7167805	0.004582962
Ptot	-2.858546	132.54649067	476.4721725	90.4262339	305.0539875	0.004255878
Ktot	-3.294711	400.52141094	1074.7608462	257.1146540	518.8646461	0.000985230

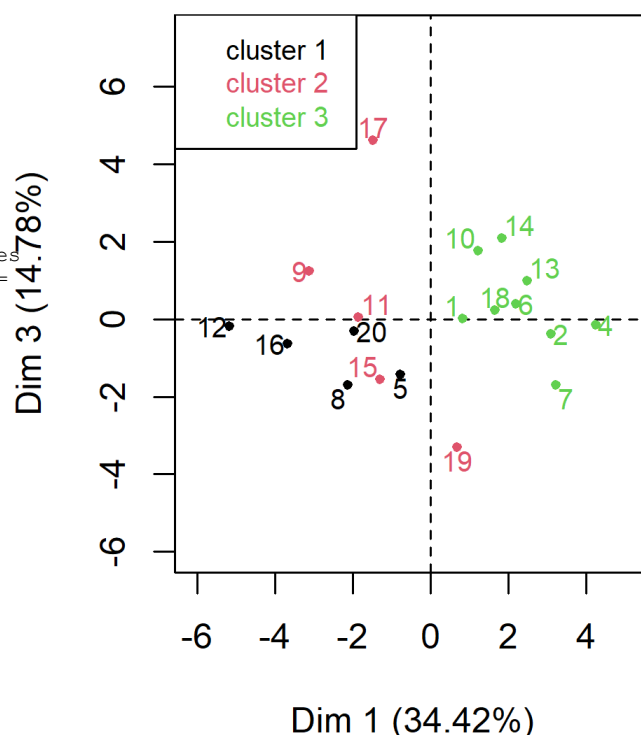


Figure 32 : Graphe du plan factoriel « champs » associés à la classification hiérarchique basée sur l'analyse en composante principale ACP3_PC construites à partir de l'historique culturelle des années 2010 à 2020 de 19 parcelles en région limoneuse et sablo-limoneuse. Celles-ci peuvent être catégorisées en trois groupes (clusters), représentés par une couleur différente, selon des indicateurs de pratiques culturelles. Les axes du graphe de droite correspondent aux dimensions 1 et 3 de l'analyse en composante principale.

\$`3`	v.test	Mean in category	Overall mean	sd in category	Overall sd	p.value
FreqRecolteSol	3.631228	4.2048313	2.9525147	0.56813292	1.3880917	0.0002820761
IFT_10	3.190450	73.6471463	58.8136416	12.46527331	18.7132544	0.0014205136
ProfCum_Tout	3.186825	677.7411179	535.1525838	86.23979008	180.0876490	0.0014384390
IFT_10_insect	2.933643	5.9662904	3.9506276	2.39368041	2.7654648	0.0033500937
IFT_froment_insect	2.649788	0.4598148	0.3086842	0.18642584	0.2295614	0.0080542262
IFT_10_herb	2.580215	26.1371776	22.5771067	3.22742776	5.5534165	0.0098738809
ProfCum_Labour	2.502110	150.3646155	95.5250602	74.09972413	88.2155166	0.0123455458
Freq_Outils	2.421289	53.5069570	47.5333408	8.20031140	9.9299776	0.0154655937
IFT_10_fong	2.408623	34.9733051	25.7981631	14.46746334	15.3320920	0.0160128152
Freq_Labour	2.354967	6.1834345	3.9724846	3.19563274	3.7787807	0.0185243747
Tps_SolTravaillee	2.238833	624.8079769	438.2935279	313.30450128	335.3114101	0.0251667986
ProfMoy_Labour	2.126926	22.5528083	16.0513302	8.09383097	12.3031757	0.0334262312
Ktot	2.112361	1347.0715289	1074.7608462	374.97400842	518.8646461	0.0346555119
T_poids	2.095157	40.9451852	36.2817544	4.97117993	8.9587287	0.0361570002
NminTot	2.071645	1520.1504305	1350.6090621	275.46665416	329.3955702	0.0382985152
VarRecMorceaux	2.053557	1.9711444	1.0266803	2.28629906	1.8511270	0.0400186005
ProfCum_Mel	2.048569	491.7775058	431.7760856	107.27850772	117.8876774	0.0405042648
IFT_froment_fong	1.980115	2.3905064	2.0406099	0.58239977	0.7112243	0.0476905634
A_denp	-2.078770	1.4205729	4.0548931	1.88935657	5.1005819	0.0376385400
Tps_CultureTout	-2.135107	2844.7094708	2965.0859069	224.38046124	226.9234778	0.0327523059
VarRecTotal.ParSurf	-2.159572	0.1308718	0.1884875	0.05320271	0.1073818	0.0308058232
Tps_Prairie	-2.178348	0.0000000	248.0650184	0.00000000	458.3485596	0.0293801753
U	-2.196088	2.7407407	3.5000000	0.56443521	1.3915472	0.0280856689
AnnéesDepuis_Labour	-2.215702	4.1111111	8.4210526	4.30618275	7.8292017	0.0267118988
VarRecAsso	-2.247451	0.0000000	0.8662804	0.00000000	1.5514070	0.0246112219
A_divp	-2.315456	4.7777778	8.6842105	3.61410133	6.7904936	0.0205879950
T_tur4	-2.517988	4.0740741	12.9122807	3.72770004	14.1275899	0.0118027493
T_tur2	-2.867255	1.2962963	5.0526316	0.92221479	5.2729733	0.0041404955
T_turF	-2.950704	6.8888889	18.1929825	4.22222222	15.4194059	0.0031705085

Description des classes par les axes

1

	v.test	Mean in category	Overall mean	sd in category	Overall sd	p.value
Dim.1	-2.724281	-2.747897	0	1.525994	2.557442	0.00644416

2

	v.test	Mean in category	Overall mean	sd in category	Overall sd	p.value
Dim.2	-3.571614	-2.543486	0	0.3836522	1.805602	0.00035479

3

	v.test	Mean in category	Overall mean	sd in category	Overall sd	p.value
Dim.1	3.636912	2.310899	0	1.018325	2.557442	0.00027593

CLASSIFICATION EN 7 GROUPE

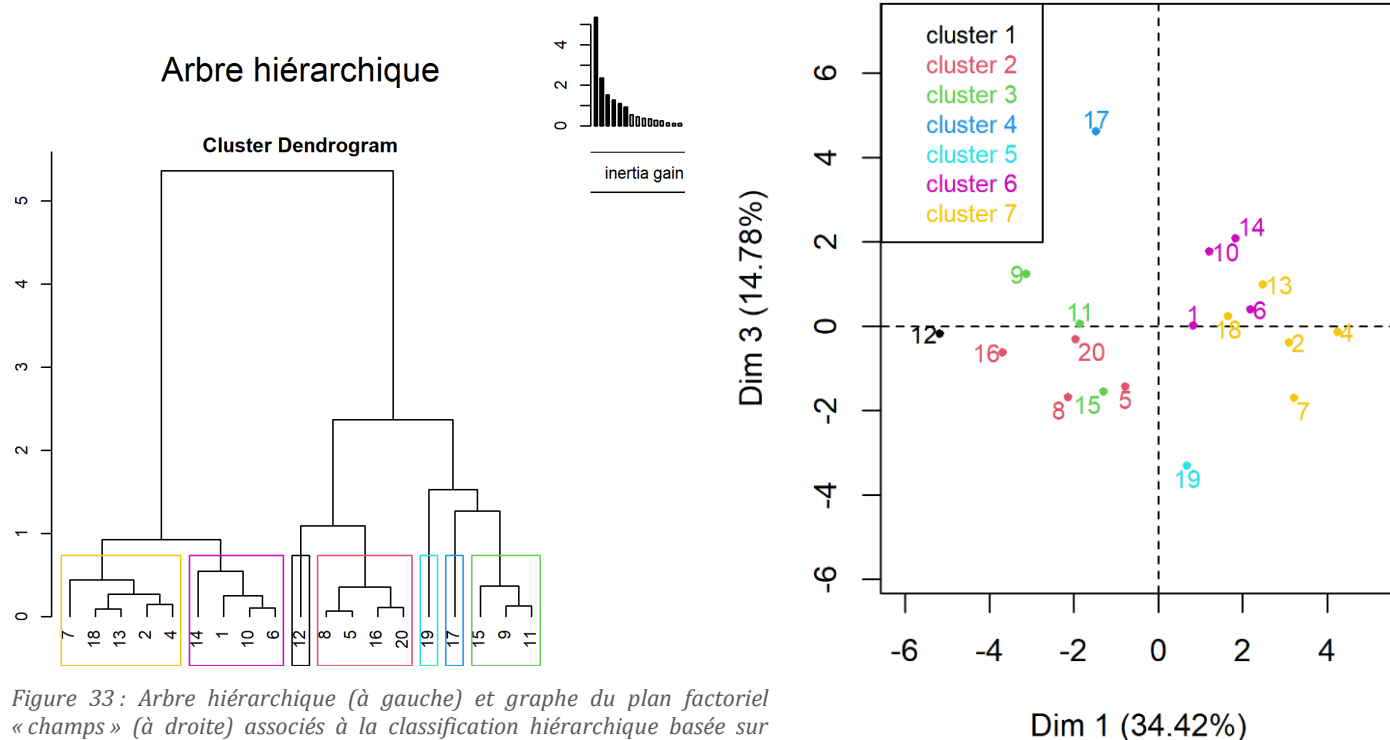
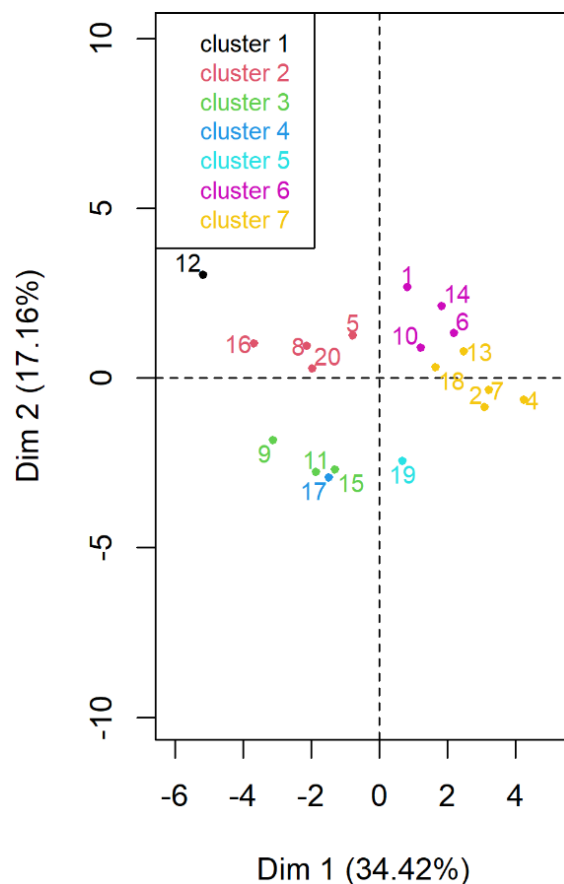


Figure 33: Arbre hiérarchique (à gauche) et graphe du plan factoriel « champs » (à droite) associés à la classification hiérarchique basée sur l'analyse en composante principale ACP3_PC construites à partir de l'historique culturelle des années 2010 à 2020 de 19 parcelles en région limoneuse et sablo-limoneuse. Celles-ci peuvent être catégorisées en sept groupes (clusters), représentés par une couleur différente, selon des indicateurs de pratiques culturelles. L'ordonnée du graphe de gauche correspond à l'inertie cumulée de chacune des dimensions. Les axes du graphe de droite correspondent aux dimensions 1, 2 et 3 de l'analyse en composante principale.

Description de la partition et des classes par les variables

Link between the cluster variable and the categorical variables (chi-square test)

	p.value	df
Description of each cluster by the categories		
NULL		
\$`2`		
NULL		
\$`3`		
NULL		
\$`4`		
NULL		
\$`5`		
NULL		
\$`6`		
	Cla/Mod	Mod/Cla
Aconv=Aconv_1	57.14286	100
Aconv=Aconv_0	0.00000	0
	Global	p.value
	36.84211	0.009029928
	63.15789	0.009029928
		v.test
		2.610919
		-2.610919
\$`7`		
	Cla/Mod	Mod/Cla
AC=AC_0	50	100
AC=AC_1	0	0
	Global	p.value
	52.63158	0.02167183
	47.36842	0.02167183
		v.test
		2.296071
		-2.296071



Link between the cluster variable and the quantitative variables

	Eta2	P-value
VarRecAsso	0.9042225	0.00001821408
Tps_Prairie	0.8783486	0.00007283417
FreqRecolteSol	0.8743869	0.00008760977
EspRecAsso	0.8440284	0.00030268676
Ptot	0.8311160	0.00047547321
ProfCum_Tout	0.8289198	0.00051154977
IFT_10	0.7779000	0.00220557317
Ntot	0.7523406	0.00401502032
T_cab4	0.7431674	0.00489564218
NorgTot	0.7328869	0.00605741189
IFT_10_herb	0.7293355	0.00650571333
DivEspCV	0.7289730	0.00655290780
Tps_couvert	0.7121800	0.00905286381
Ktot	0.7046643	0.01038877338
Tps_Culture	0.7008054	0.01113200055
T_cabF	0.6984670	0.01160212483
T_poids	0.6945196	0.01243070637
A_divp	0.6876897	0.01397228740
T_surf	0.6836181	0.01495939687
VarRecTotal.ParSurf	0.6625342	0.02096326025
T_tur2	0.6569865	0.02281322994
T_turF	0.6512512	0.02485431338
ProfMoy_Mel	0.6367159	0.03065024639
FreqOrga	0.6364017	0.03078587954
EspParCV	0.6171193	0.04001233113
Tps_CultureTout	0.6110473	0.04330539868
T_cab2	0.6055523	0.04645539595
Tps_SolTravaillee	0.6017155	0.04875324288

Description of each cluster by quantitative variables

\$`1`	v.test	Mean in category	Overall mean	sd in category	Overall sd	p.value
EspRecAsso	3.429458	2.6352814	0.3411841	0	0.6689387	0.0006047874
Tps_Prairie	2.967905	1608.4000722	248.0650184	0	458.3485596	0.0029983683
C_tot	2.699677	1.7488721	1.2268433	0	0.1933671	0.0069406728
VarRecTotal.ParSurf	2.533379	0.4605263	0.1884875	0	0.1073818	0.0112968642
NorgTot	2.526306	1564.3908730	483.8829237	0	427.7027028	0.0115268997
Ptot	2.506918	1241.2175325	476.4721725	0	305.0539875	0.0121788930
C_l	2.274225	1.3169940	0.9111311	0	0.1784620	0.0229524518
VarRecAsso	2.272682	4.3921356	0.8662804	0	1.5514070	0.0230453341
Tps_Culture	-1.962641	1705.9054834	2339.8718177	0	323.0168808	0.0496878454
T_poids	-2.028385	18.1100000	36.2817544	0	8.9587287	0.0425209293
T_surf	-2.060491	0.2333333	0.6552632	0	0.2047715	0.0393516205
DivFamCV	-2.247459	0.0000000	3.5016644	0	1.5580545	0.0246106772
DivFamTot	-2.460948	2.6352814	5.7442878	0	1.2633370	0.0138570524
Tps_couvert	-2.466653	0.0000000	377.1490708	0	152.8991181	0.0136382444
NminMax	-2.503551	80.0000000	140.5514679	0	24.1862293	0.0122953825
\$`2`	v.test	Mean in category	Overall mean	sd in category	Overall sd	p.value
DivEspRec	2.388736	7.420279	5.4867767	2.4601126	1.773361	0.01690643
A_comp	2.051682	2.879639	0.9715255	3.3091925	2.037580	0.04020060
IFT_10_fong	-2.159384	10.686556	25.7981631	0.9152367	15.332092	0.03082040
ProfCum_Mel	-2.204851	313.137218	431.7760856	46.0402503	117.887677	0.02746457
\$`3`	v.test	Mean in category	Overall mean	sd in category	Overall sd	p.value
Freq_FragSup	2.309401	0.5691912	0.0898723	0.8049579	0.3812959	0.02092134
T_tur2	2.033367	10.8888889	5.0526316	4.1662963	5.2729733	0.04201547
DivEspCV	2.024774	8.1830121	4.8849463	1.4576566	2.9924004	0.04289060
Ktot	-1.997718	510.5371462	1074.7608462	207.2400592	518.8646461	0.04574727
FreqRecolteSol	-2.037426	1.4130735	2.9525147	0.4070027	1.3880917	0.04160736
IFT_froment_reg	-2.042684	0.7683333	1.2421228	0.4037395	0.4261094	0.04108372
IFT_froment	-2.599737	3.2408375	5.6702839	0.9396282	1.7167805	0.00932952
\$`4`	v.test	Mean in category	Overall mean	sd in category	Overall sd	p.value
T_cab4	2.862253	25.3333333	9.4035088	0	5.5654836	0.004206404
VarRecAsso	2.857792	5.299879	0.8662804	0	1.5514070	0.004265999
T_cabF	2.729162	27.666667	10.8245614	0	6.1711633	0.006349547
DivEspCV	2.204961	11.483071	4.8849463	0	2.9924004	0.027456857
FreqOrga	2.152718	15.016324	6.6910413	0	3.8673347	0.031340814
VarRecTotal	2.064374	2.8333333	1.4202596	0	0.6845047	0.038982273
EspParCV	2.033070	5.000000	2.3122807	0	1.3220005	0.042045478

Ktot	-2.071370	0.000000	1074.7608462	0	518.8646461	0.038324199
T_surf	-2.223274	0.200000	0.6552632	0	0.2047715	0.026197321

```
$`5`
      v.test Mean in category Overall mean sd in category Overall sd      p.value
A_denp    2.028680         14.40234      4.054893          0    5.100582 0.042490851
A_divp    1.960946         22.00000      8.684211          0    6.790494 0.049885353
Tps_Culture -2.141712       1648.06262    2339.871818         0 323.016881 0.032216647
Ntot      -2.377390         695.92755    1834.491986         0 478.913672 0.017435656
NminTot   -2.523088         519.51521    1350.609062         0 329.395570 0.011632945
IFT_10_herb -2.647651         7.87360     22.577107          0    5.553417 0.008105325
```

```
$`6`
      v.test Mean in category Overall mean sd in category Overall sd      p.value
IFT_10_insect 2.223707         6.757516      3.9506276      2.5877538    2.7654648 0.02616817
Ntot          2.059432       2284.669693    1834.4919859    251.1328430 478.9136723 0.03945291
Labour_2020   2.046573         0.750000      0.3157895      0.4330127    0.4648295 0.04070002
Ktot          1.995021       1547.238225    1074.7608462    472.3030593 518.8646461 0.04604055
```

```
$`7`
      v.test Mean in category Overall mean sd in category Overall sd      p.value
ProfCum_Tout 2.850964       737.649476    535.1525838     60.0269611 180.087649 0.004358696
Tps_SolTravail 2.707380       796.340769    438.2935279    223.0749116 335.311410 0.006781656
ProfMoy_Mel   2.577096        10.830782      8.9513412      0.8700263    1.849078 0.009963423
FreqRecolteSol 2.318753         4.221964      2.9525147      0.7593476    1.388092 0.020408417
ProfCum_Mel   2.179726       533.123595    431.7760856     78.5878110 117.887677 0.029277778
ProfCum_Frag  2.123801        57.665659     26.7255398     53.5647965    36.937321 0.033686782
Freq_FragProf 2.075895        1.866953      0.7841445      1.8912161    1.322524 0.037903682
ProfMoy_Labour 2.001665        25.764286     16.0513302     0.8328706    12.303176 0.045320766
Tps_CultureTout -2.661719       2726.862491    2965.0859069    167.2886933 226.923478 0.007774268
```

Description des classes par les axes

```
1
      v.test      Mean in category Overall mean sd in category Overall sd p.value
Dim.4      2.139123 2.66862          0          0          1.24753 0.03242568
Dim.1      -2.024513 -5.177575          0          0          2.557442 0.04291735
```

2
format non affichable

```
3
      v.test      Mean in category Overall mean sd in category Overall sd p.value
Dim.2      -2.484943 -2.442315          0          0.4221689    1.805602 0.01295722
```

```
4
      v.test      Mean in category Overall mean sd in category Overall sd p.value
Dim.3      2.753114 4.613978          0          0          1.675912 0.00590313
```

```
5
      v.test      Mean in category Overall mean sd in category Overall sd p.value
Dim.4      2.153447 2.686489          0          0          1.24753 0.0312836
Dim.3      -1.976041 -3.311671          0          0          1.675912 0.04815015
```

```
6
      v.test      Mean in category Overall mean sd in category Overall sd p.value
Dim.2      2.116959 1.744673          0          0.6938802    1.805602 0.03426334
```

```
7
      v.test      Mean in category Overall mean sd in category Overall sd p.value
Dim.1      2.920274 2.945589          0          0.8575226    2.557442 0.00349723
```

Annexe 3.4.7. : Contribution des variables pour les ACP1_SE, ACP2_SE et ACP3_PC successivement

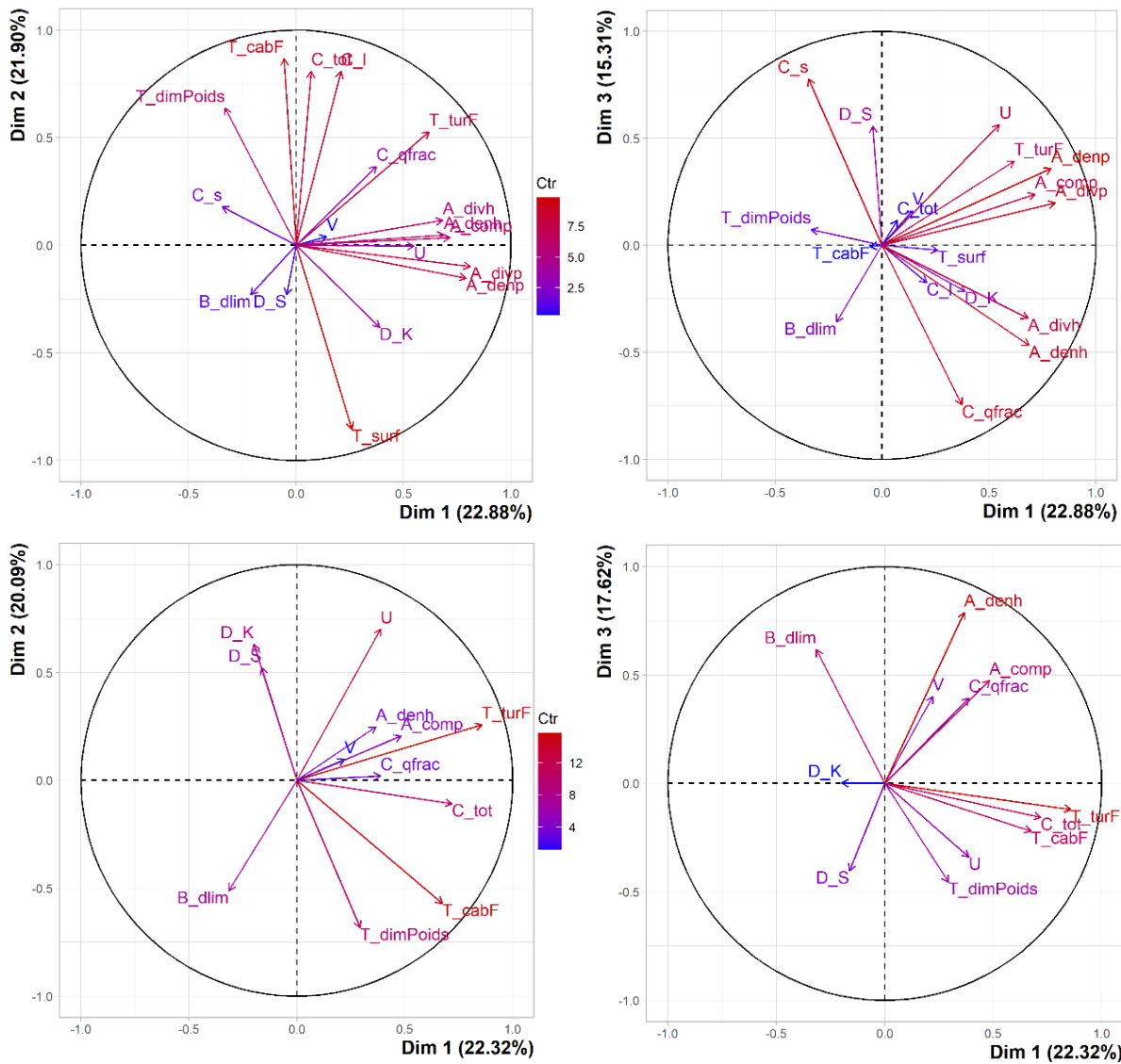


Figure 34 : Graphes des variables « indicateurs de services écosystémiques » des analyses en composante principale rACP1_SE (au-dessus) et ACP2_SE (en-dessous) réalisées sur 19 parcelles en région limoneuse et sablo-limoneuse. Les axes correspondent aux dimensions 1, 2 et 3.

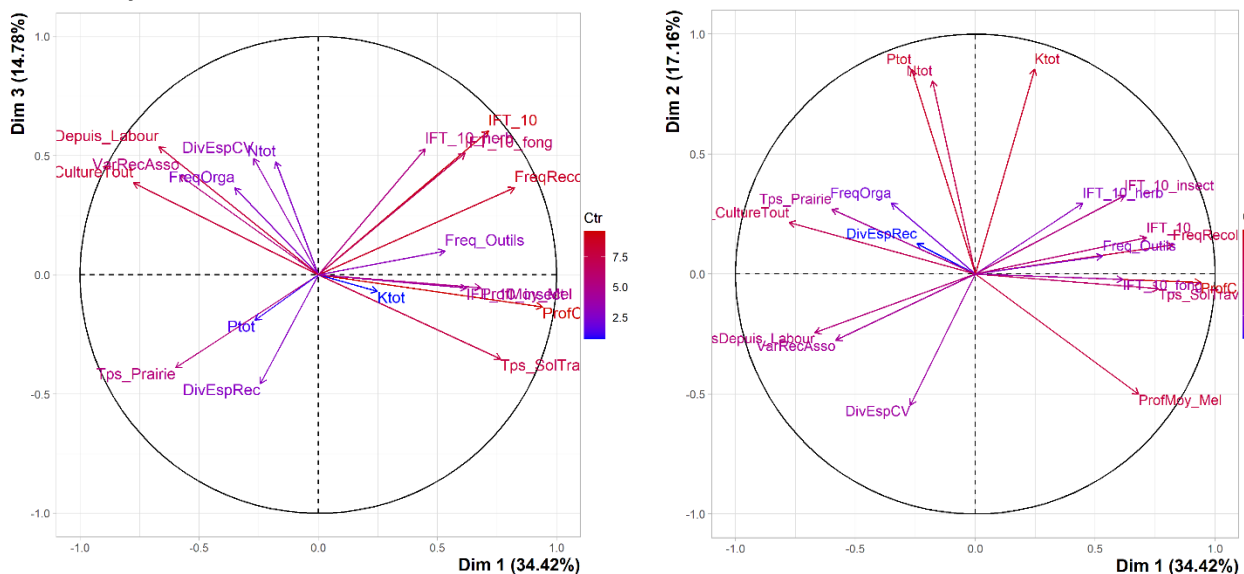


Figure 35 : Graphes des variables « indicateurs de pratiques culturelles » de l'analyse en composante principale ACP3_PC réalisée sur 19 parcelles en région limoneuse et sablo-limoneuse, en fonction de leur contribution aux composantes 1, 2 et 3. Les axes correspondent aux dimensions 1, 2 et 3.

Annexes de la partie Discussion

Annexe 4.2.1.1. : Distribution des indicateurs de SE des champs (n=20)

Tableau 9: Distribution des indicateurs pour les champs (échelle inter-champs, n=20). C'est la moyenne des placettes qui est utilisée pour caractériser les champs.

Indicateurs	Minimum	Quartile1	Médiane	Quartile3	Maximum	Moyenne	Ecart-type
T_cab2	0,3	2,6	3,2	6,4	13,0	4,7	3,6
T_cab4	0,7	6,4	9,2	10,8	25,3	9,5	5,6
T_cabf	1,0	7,2	10,7	14,4	27,7	10,9	6,2
T_dimPoids	-1,00	2,40	7,11	14,20	22,99	8,82	7,36
T_poids	18,11	32,33	38,25	43,69	46,91	36,84	8,19
T_surf	0,2	0,6	0,7	0,8	0,9	0,7	0,2
T_tur2	0,0	1,3	2,4	7,5	17,5	5,0	5,8
T_tur4	1,0	2,3	6,5	17,3	82,0	13,9	18,7
T_turf	1,0	6,6	11,3	27,8	82,0	18,9	19,4
D_k	0,015	0,019	0,021	0,028	0,032	0,023	0,005
D_s	0,263	0,320	0,331	0,343	0,380	0,330	0,026
C_l	0,623	0,767	0,863	1,047	1,317	0,897	0,190
C_qfrac	1,23	2,34	2,96	3,48	5,19	2,92	0,92
C_s	0,228	0,268	0,310	0,358	0,504	0,325	0,081
C_tot	0,94	1,09	1,18	1,34	1,75	1,22	0,19
U	1,8	2,8	3,1	3,5	7,7	3,5	1,4
B_dlim	0,18	0,46	0,62	0,68	1,21	0,6	0,23
V	1,81	2,77	2,95	3,16	3,64	2,90	0,48
A_comp	0,0	0,0	0,1	0,5	8,2	0,9	2,0
A_denh	0,0	0,1	0,5	2,1	7,6	1,5	2,2
A_densp	0,0	0,2	1,7	6,7	16,0	4,4	5,3
A_divh	0,0	2,0	6,5	11,0	16,0	6,5	5,2
A_divp	0,0	3,8	8,5	13,0	22,0	9,3	7,3
M	1,0	1,0	2,0	2,0	2,0	1,6	0,5

Annexe 4.2.6.1. : Distribution des calibres d'agrégat dans la thèse de Boiffin

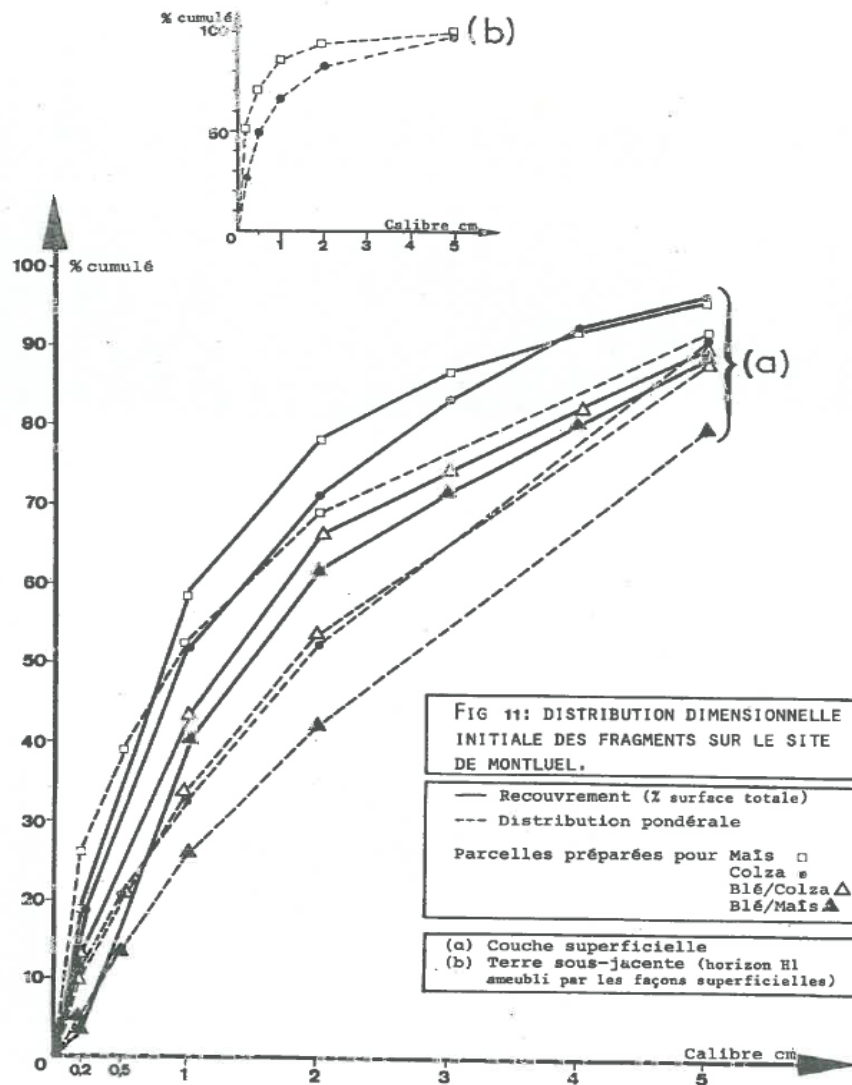


Figure 36: Distribution initiale des agrégats dans la thèse de Boiffin (Boiffin 1984). Les lignes pleines se rapportent à la surface de la placette et sont les données qui nous intéressent. Ce graphe peut être comparé avec l'annexe 3.3.3.7..

Annexe 4.2.6.2. : Evolution de D_{lim} dans la thèse de Boiffin

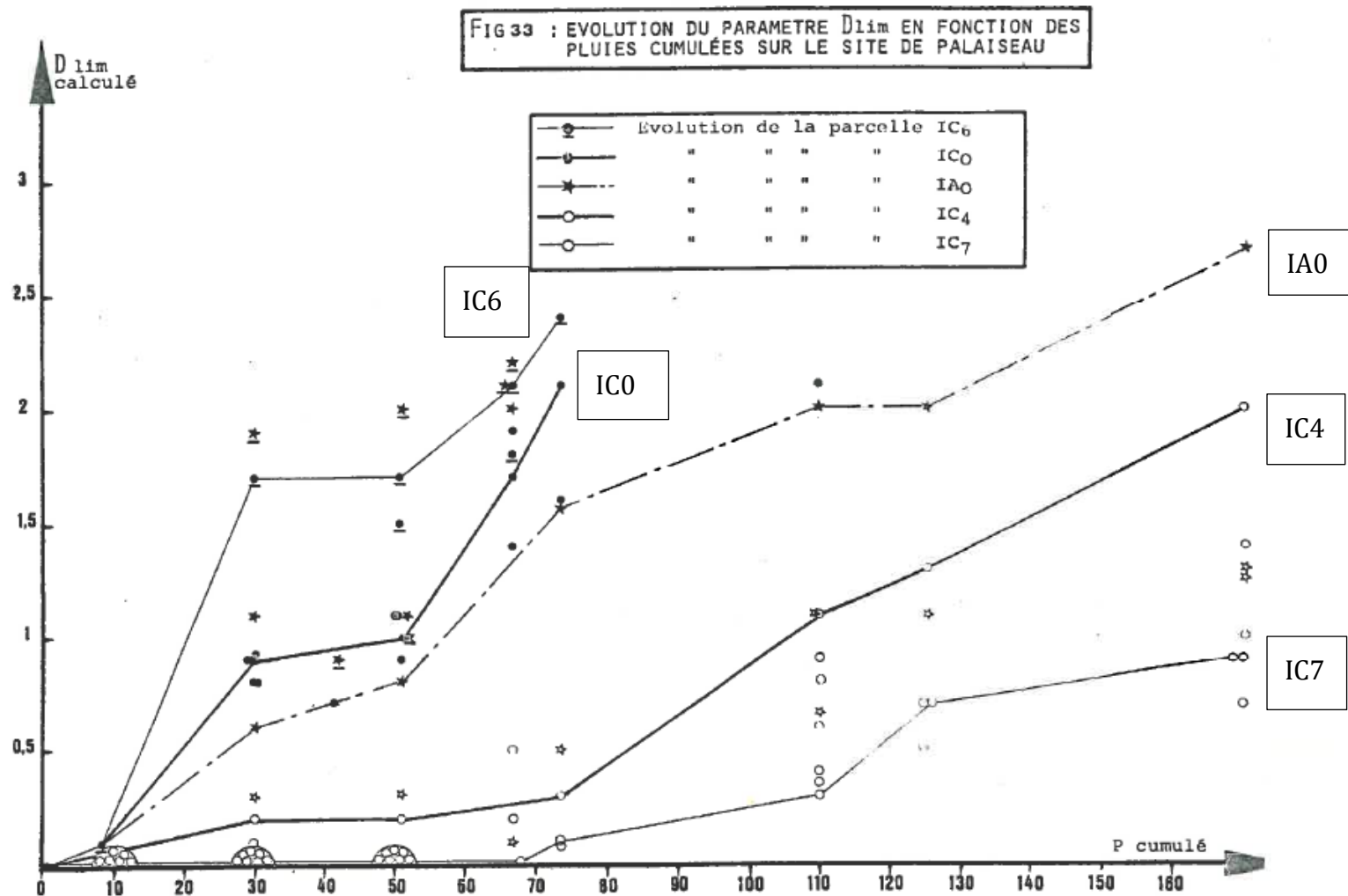


Figure 37: Evolution de D_{lim} dans la thèse de J. Boiffin. Cinq différentes modalités sont représentées : IC = état initial fin et plat. IA = état initial grossier et plat. IC₆ = histoire hydrique modifiée (=> plus sensible) ; IC₀ et IA₀ = exposition à la pluie sans aucune modification ; IC₄ = 70% de l'énergie cinétique de la pluie reçue ; IC₇ = 20% de l'énergie cinétique reçue . (Boiffin, 1984) Ce graphe peut être comparé à l'annexe 3.3.3.8. des résultats.