

US 191 – IMAGO

Laboratoire des moyens analytiques Dakar – Sénégal



Rapport d'activité 2021

Rédaction : Hanane AROUI

Relecture /compléments : Patricia MOULIN

Table des matières

1. Présentation.....	3
2. Activité du laboratoire	3
2.1. Introduction	3
2.2. Clients du laboratoire	4
2.2.1. LMI IESOL.....	4
2.2.2. LMI LAPSE	10
2.2.3. LEMAR	10
2.2.4. Autres	11
2.3. Activités	11
2.4. GEOPHYSIQUE.....	14
2.5. Développement analytique et technique.....	14
3. Démarche qualité et Hygiène et sécurité	15
4. Personnel	15
4.1. Laboratoire	15
4.2. Encadrement et formation	16
4.3. Formations.....	17
5.1. Origine des financements.....	17
5.2. Budget équipement	19
6. Valorisations.....	19
6.1. Réseaux internationaux des laboratoires et expertise analytique.....	19
7. Conclusions – Perspectives	21
1. Infrastructure	23
1.1. Locaux.....	23
1.2. Équipements.....	23
2. Tarifs.....	25
3. Charte.....	26
4. Suivi des échantillons témoins.....	27
4.1. Suivi des sols	27
4.2. Suivi des végétaux	28
4.3. Réseau WEPAL (The Wageningen Evaluating Programs for Analytical Laboratories Organization)	28

1. Présentation

Le Laboratoire des Moyens Analytiques (LAMA) de Dakar est rattaché à l'US 191 IMAGO dont dépend également deux autres LAMA, à Brest et à Nouméa. Le LAMA effectue des analyses physico-chimiques « conventionnelles », mais également des adaptations de méthode pour l'analyse de sols, de végétaux et quelques fois d'eaux. Le laboratoire intervient prioritairement en appui aux programmes de recherche de l'IRD, et il est partenaire du LMI (Laboratoire Mixte International) « IESOL » (Intensification Ecologique des Sols Cultivés en Afrique de l'Ouest) (voir le [site](#)). Comme les années précédentes, nous n'avons pas réalisé d'analyses pour des extérieurs faute de disponibilité, la crise COVID ayant accentué cette difficulté.

L'année 2021 a été marquée, comme partout dans le monde, par la crise COVID avec des retards sur les projets de recherches et des difficultés en approvisionnement entraînant des retards importants pour les rendus de résultats d'analyses. Nous avons observé des surcoûts pour l'acheminements des consommables.

2. Activité du laboratoire

2.1. Introduction

L'origine des échantillons est assez variée et nous avons travaillé avec des sols et végétaux en provenance du Burkina Faso, de Côte d'Ivoire, du Zimbabwe, du Cameroun, de France et du Sénégal.

Ces provenances sont liées à des projets « multi-sites », dont le Sénégal, et pour faciliter la comparaison des résultats, l'ensemble des analyses, ou d'un type d'analyse, ont été confiés au LAMA de Dakar. Cette diversité d'origine des échantillons est également liée la difficulté de trouver des plateformes analytiques dans certains pays de la zone, ainsi que l'obligation réglementaire d'avoir un agrément pour l'importation de sols tropicaux pour les laboratoires en France.

L'enquête réalisée auprès des utilisateurs révèle que l'intérêt majeur du LAMA de Dakar réside en sa proximité avec les équipes de recherche. Cette proximité permet une relation privilégiée entre les chercheurs et le LAMA facilitant les échanges et permettant ainsi une meilleure adéquation avec les attentes des équipes de recherche.

Le LAMA est également un lieu de formation technique complémentaire à la formation académique ainsi qu'à la formation à la recherche. Chaque année, le LAMA accueille et encadre les doctorants et les étudiants pour la réalisation des analyses et le traitement des données au cours de leur cursus.

2.2. Clients du laboratoire

2.2.1. LMI IESOL

Le LMI est composé au Sénégal :

- Pour la partie IRD, de l'UMR Eco&Sols représentée par Lydie LARDY qui est la directrice du LMI ainsi que trois autres chercheurs de cette UMR (Frédérique Do, Didier Orange et Komi Assigbetse) et de l'**US IMAGO** représentée par l'équipe du LAMA de Dakar.
- Pour la partie CIRAD de l'UMR Eco&sols avec l'affectation d'un chercheur (Olivier Rounsard)
- De l'Institut Sénégalais de Recherche Agricole (ISRA) via le Laboratoire National de Recherches sur les Productions Végétales (LNRPV voir le **site**). La co-direction du LMI est portée par Ndèye Hélène Diallo Diagne et d'autres membres de l'équipe ISRA participe au LMI (Mame Farma Cissé NDIAYE, Moussa NDIENOR et Aïssatou DIOUF).
- UCAD (Université Cheickh Anta Diop)
- Université de Thiès

En dehors de l'UMR Eco&Sols, le CIRAD participe également au LMI, représenté Jean-Michel MEDOC, Samuel LEGROS avec l'UPR « Recyclages et Risque » (voir [site](#)). En prévision du Départ de Samuel LEGROS, Marie-Liesse Vermeire es arrivée en affectation en Aout 2021

Paula FERNANDES de l'UPR « HortSys » - CIRAD est également hébergé au LMI IESOL.

Les autres composantes du LMI sont au Burkina Faso :

- Université Professeur Joseph Ki-Zerbo, Ouaga I (UPJKZ-OI) - UFR Sciences de la Vie et de la Terre avec l'équipe du Pr Edmond Hien.
- Institut National de l'Environnement et de la Recherche Agricole (INERA) - Département Gestion des ressources naturelles et systèmes de production et Département Productions forestières production– avec l'équipe du Dr Barthélemy Yélé mou

Les projets du LMI IESOL sur lesquels le laboratoire intervient sont :

1. Nouveaux projets 2021

Marigo (cote d'ivoire) : Développement d'un maraichage péri-urbain agroécologique encourageant le mutualisme entre les acteurs des territoires

Bailleur : UE DESIRA / AFD

Coordinateur : portée par le CIRAD, *Dominique Masse (Eco&sols) coordonne les activités et budget IRD*

Durée : dec 2020-nov 2024

Partenaires : institut de recherche pour le développement (IRD), Centre Suisse de Recherche Scientifique (CSRS), Institut National Polytechnique Félix Houphouët-Boigny- Ecole Supérieure d'Agronomie (INPHB-ESA), Université Félix Houphouët Boigny (UFHB), Université Nangui Abrogoua (UNA), Université Pelefero Gon Coulibaly (UPGC), Centre National de Recherche Agronomique (CNRA) ; Agence Nationale d'Appui au Développement Rural (ANADER), Institut européen de coopération et de développement (IECD), FERT, Nitidae.

L'objectif du Projet MARIGO est de promouvoir la transition agro écologique en zones périurbaines et contribuer à une transformation durable et productive de l'agriculture et des systèmes alimentaires de la Côte d'Ivoire.

Le projet est coordonné par le CIRAD (UMR Horstsys) et réunit un consortium d'institutions et universités ivoiriennes et françaises, ainsi que des associations de producteurs et des organisations non gouvernementales. Le projet MARIGO d'une durée de 4 ans est financé par l'Union Européenne dans le cadre de l'Initiative DeSIRA.

AgrecoCaribé

Bailleur : FSPI (MAEE)

Coordinateur : portée par le CIRAD, *Komi Assigbetsé (Eco&sols) coordonne les activités IRD*

Durée : 2020-2021

Les objectifs du projet sont de partager et renouveler les approches pédagogiques en agroécologie et il permettra aux étudiants de découvrir d'autres contextes et de pratiquer en situation réelle de nouvelles approches et de nouvelles expériences agroécologiques pour une agriculture durable.

LANDWIND Dégradation des sols due à l'érosion éolienne dans le Sahel de l'Ouest (Sénégal)

Bailleur : ANR

Coordinateur : portée par Caroline Pierre et Jean Louis Rajot (IESS PARIS – IRD)

2. Projets déjà listés en 2019 et 2020 entraînant des activités au LAMA en 2021

- **CASSECS** : Séquestration du carbone et émissions de GES dans les écosystèmes (agro)sylvopastoraux des états sahéliens du CILSS
 - Bailleur : UE DESIRA
 - Coordinateur : Paulo SALGADO - CIRAD, El Hadji TRAORE - ISRA
Lydie Lardy coordonne les activités et budget IRD
 - Durée : 2020-2023
 - Autres participants : IRD, UCAD, ISRA, CSE, INERA, CIRDES, CILSS, UCPH, UCL

Objectif : Améliorer l'évaluation du bilan carbone des écosystèmes agrosylvopastoraux sahéliens afin de mieux quantifier leurs impacts sur le changement climatique pour l'élaboration des politiques d'élevages adaptées au Sahel

- **FAIR Sahel** : **F**oresting an **A**groecological **I**ntensification to improve farmers' **R**esilience in Sahel.

Promouvoir une intensification agroécologique de l'agriculture pour favoriser la résilience des exploitations dans le Sahel.

- Bailleur : UE DESIRA / AFD
- Coordinateur : Eric SCOPEL - CIRAD, *Lydie Lardy coordonne les activités et budget IRD*
- Durée : 2020-2023
- Partenaires : CIRAD, INERA, IER, ISRA, AVSF, WUR, ZALF, CSIC, IRD, Enda Pronat

Objectifs : comprendre les contextes et les marges de manœuvre (diagnostic), Co-concevoir et promouvoir des pratiques agro-écologiques applicables par les bénéficiaires, accompagner les acteurs dans une transition agro-écologique, développer et fortifier les services et fonctions support nécessaires à la TAE, développer des systèmes et des approches intégrées entre les acteurs institutionnels/filières/activités agricoles à l'échelle des territoires, formaliser et partager les connaissances.

- **SustainSAHEL** : Synergistic use and protection of natural resources for rural livelihoods through systematic integration of crops, shrubs and livestock in the Sahel
 - Bailleur : H2020 RIA
 - Coordinateur : pour l'IRD, Laurent CURNAC
 - Durée : 2020-2023
 - Partenaires : 18 partenaires, sur 10 pays, dont IRD, CIRAD, ISRA....

Objectifs : L'objectif général de Sustain Sahel est de promouvoir des pratiques qui améliorent la qualité et le rendement des sols, renforcent la résilience face au changement climatique et contribuent à la sécurité alimentaire et à l'amélioration des moyens de subsistance. L'approche du projet s'inscrit dans les thèmes de l'agroécologie, de l'agriculture biologique et des éléments de l'agriculture de conservation.

- **OR4FOOD :** Organic Residual Products for Biofortified Food for Africa
 - Bailleur : African Union Research Grants (Commission de l'Union Africaine)
 - Coordinateur : M. Jean Michel MEDOC - CIRAD
 - Durée : dec 2018 –dec 2021 prolongé suite à la Covid
 - Autres participants : IRD, UCAD, ISRA, ITA au Sénégal et l'Université d'Addis-Abeba en Ethiopie

Objectif : biofortifier en micronutriments des aliments locaux d'Afrique très consommés, en mettant en œuvre avec les agriculteurs, des pratiques agro-écologiques de sélection de variétés naturellement denses en micronutriments et de fertilisation organique.

C'est notamment dans le cadre de ce projet que le CIRAD a cofinancé à hauteur de 50% l'achat du MP-AES afin de doser les micronutriments, en particulier le Fer et le Zinc.

- **DSCATT :** Dynamics of Soil Carbon Sequestration in Tropical and Temperate Agricultural systems (DSCATT)
 - Bailleur : AgropolisFondation
 - Coordinateur : D. Masse ; IRD, A. Fallot ; CIRAD, I. Bertrand ; INRAE, M. Corbeels ; CIRAD
 - Durée : 2019-2022
 - Autres participants : UMR ECO&SOLS - AIDA, CEE-M, GREEN, SELMET, SYSTEM, TETIS, ISRA-LNRPV (Sénégal), UZ-Crop (Zimbabwe)

Objectifs :

- Quantifying and analysing the soil C sequestration dynamics in different agricultural systems
- Modelling the long-term soil C sequestration at crop-soil, farm and landscape scales
- Co-designing future sustainable agricultural systems that foster soil C sequestration
- Sharing knowledge to scale out and to scale up tools and soil management options

➤ **GLDC : Grain legumes and Dryland cereals**

- Bailleur : CGIAR
- Porteurs : Kiran K Sharma (ICRISAT), pour l'IRD le relais est Vincent Vadez et pour le CIRAD Jean-François Rami
- Institutions concernées: CIRAD, IRD, ICRISAT, ICRAF, ICARDA, IITA
- Période : 2018-2022

Objectif : programme de recherche des CGIAR visant à soutenir tout un ensemble d'études sur les systèmes de cultures à base de céréales pluviales et de légumineuses dans la zone tropicale sèche. L'IRD et le CIRAD sont partenaires et reçoivent une contribution du programme, dans différents domaines d'intervention : gestion des systèmes de culture, notamment fertilisation organique et agroforesterie, identification de traits liée à la tolérance aux stress environnementaux et sélection variétale, résistance aux pathogènes.

➤ **RootAdapt** : Root traits for adaptation of pearl millet to future climate in West Africa

- Bailleur : ANR
- Porteur : Laurent Laplaze (IRD)
- Institutions concernées : IRD, CNRS, ISRA, UCAD, ICRISAT
- Période : 2018-2021

Objectifs : Comprendre les déterminants génétiques qui conditionnent chez le mil l'architecture racinaire et l'exsudation de carbone dans la rhizosphère. Appréhender dans quelle mesure ces paramètres contribuent à une meilleure mobilisation de l'eau et des nutriments et affectent le fonctionnement rhizosphérique et la dynamique de la matière organique. Proposer des critères de sélection variétale reposant sur ces traits racinaires.

➤ **DIGESTATE** : Diagnosis of Waste Treatments for Contaminant Fates in the Environment

- Bailleur : ANR
- Coordinateur : Emmanuel Doeslch (CIRAD, Recyclage & Risque)
- Durée : 2016-2020 toujours en cours
- Autres participants : ISRA, INRA, CIRAD, UMRs ECOSYS, CEREGE, LEM, EMMAH

Objectifs : Développer une évaluation environnementale initiale des deux principaux traitements des déchets organiques (compostage, digestion anaérobie et leur combinaison) et de leur recyclage agricole.

➤ « **SOERE PRO Sénégal** » (**SOERE Produits Résiduaire Organiques**) ; **SOERE/Allenvi, intense Maraîchage (Glofoods)**,

- Bailleur : ANR et Gloofoods
- Période : long terme à partir de 2016
- Coordinateur : F. Feder (UR recyclage et risques)
- **Objectif général :**

Les systèmes d'observation et d'expérimentation au long terme pour la recherche en environnement (SOERE) sont des dispositifs labellisés par Allenvi. Le SOERE PRO concerne les produits résiduels organiques (PRO). Quatre sites majeurs (trois en France métropolitaine, un à l'île de la Réunion) et trois sites secondaires dont un à Gampéla (Burkina Faso) et un à Sangalkam (Sénégal) constituent ce SOERE PRO.

Suivi, à long terme, de l'impact des PRO sur des systèmes maraîchers en milieu périurbain tropical.

➤ **SoCA** : Beyond climate, Soil Carbon sequestration to sustain tropical family farming (SoCa)

- Bailleur : Fondation BNPParibas 2017-2019- prolongé jusqu'en 2023
- Coordinatrice : L. LARDY IRD
- Partenaires : IRD, Univ Antananarivo, INRAB, IRAD, CIRAD, IITA, ICRAF, CNRA

Objectifs : Mieux comprendre comment la disponibilité de l'azote et du phosphore dans différents sols, dans des conditions climatiques et des systèmes de culture différents, affecte la séquestration du carbone dans le sol; et en proposer des indicateurs biologiques; aider les agriculteurs à améliorer et à innover leurs pratiques de gestion pour une triple victoire (sécurité alimentaire, atténuation et adaptation aux changements climatiques); informer divers publics sur les avantages environnementaux d'une bonne gestion des sols.

➤ **NanoSoilC** : Interactions organo-minérales : mécanismes à nano-échelle pour le stockage du carbone dans les sols.

- Bailleur : ANR 2017 – 2021
- Correspondant local : S. Legros CIRAD
- Partenaires : CEREGE, R&R, LEMIRE, Eco&Sols, INRAE

Objectifs : Connaissances fondamentales sur le fonctionnement du sol, mais également il est attendu que ce projet : (1) explique les processus qui contrôlent les temps de résidence du C et augmente nos capacités à comprendre et modéliser, sur le long terme, les services écosystémiques fournis par les matières organiques des sols et (2) évalue le potentiel de séquestration du C porté par une nouvelle approche de pratique agro-écologique.

➤ **RAMSES II** : Roles of Agroforestry in sustainable intensification of small farms and food Security of Societies in West Africa

- Bailleur : LEAP-Agri ERA_Net-Commission Européenne 2018 – 2021
- Coordination J. Sieghieri (IRD Eco&sols) & D Sanogo (ISRA CNRF)
- Partenaires : IRD, CIRAD, WUR, ISRA, INERA, WASCAL, APAF, GSA, BirdLife International

Objectifs : Ce projet ambitionne de co-concevoir avec les agriculteurs des scénarios innovants d'intensification durable pour quatre types de parcs d'agroforestiers à base de cultures céréalières en Afrique de l'Ouest.

2.2.2. LMI LAPSE

Le LMI « LAPSE » est composé pour l'IRD de l'UMR 232 « DIADE » et de l'UMR 040 « LSTM » représenté par Laurent Laplaze (co-directeur du LMI) et du LCM (*Laboratoire Commun de Microbiologie*) qui associe l'IRD, l'ISRA et l'UCAD.

2.2.3. LEMAR

- **AWATOX** (programme depuis 2016), extension à venir
 - Coordinateur : Patrice Brehmer
 - Partenaires : UMR Mivegec, Lemar, CIO (comité olympique international), UCAD, Institut Pasteur Dakar, CRODT, CSRP, Birdlife,
 - Objectifs : Le projet AWATOX a pour objectif d'étudier par une approche interdisciplinaire la pollution marine des mégapoles ouest africaines avec des ressources financières limitées. Des actions ont été menées sur la presqu'île de Dakar au Sénégal pour sensibiliser les acteurs de cette pollution. L'objectif est aussi la démonstration de la faisabilité de telles études localement.
- **JOJ2022DK** (2019-2022), extension à venir
 - Porteur : Guillaume Constantin de Magny (IRD, Mivegec),
 - Partenaires : UMR Mivegec, Lemar, CIO (comité olympique international), UCAD, CNOSS (Comité National Olympique et Sportif Sénégalais), en indirecte on a aussi Institut Pasteur Dakar et CRODT
 - Objectifs : Les campagnes JOJ2022DK, en plus de l'évaluation de la qualité microbiologique de l'eau, réalise dans la mesure du possible, des mesures et analyses de la qualité physicochimique de l'eau de mer et pour mettre ses résultats à disposition du CIO et du CNOSS, pour l'organisation des JOJ 2022 à Dakar.
 - Ce projet permet de soutenir 2 thèses de doctorat au Sénégal et indirectement une troisième.

2.2.4. LOPS + LEMAR

- **SOLAB** - Plankton interactions, their environmental determinants and biogeochemical consequences in the southern Senegal coastal laboratory
 - Bailleur : ANR-PRC 2019-2022
 - Porteurs : E. Machu, IRD/LOPS ; X. Capet, CNRS/LOCEAN
 - Partenaires France : LOCEAN, LOPS, LEMAR, Ifremer, LEGOS, LA, UMMISCO, MARBEC, LPAO-SF, CRODT, LOSEC
 - Partenaires Sénégal : LPAO-SF, CRODT, LOSEC, ANA
 - Objectif : SOLAB a pour objectifs de caractériser et comprendre le fonctionnement trophique (de la physique au poisson) du système d'upwelling sud-Sénégalais (SUSS), avec une attention particulière portée sur le plancton, qui a un rôle central dans les écosystèmes marins.

2.2.5. Observatoire AMMA Catch

L'observatoire AMMA-CATCH a pour objectif de surveiller les impacts des changements globaux sur le cycle de l'eau continental et le fonctionnement de la zone critique en Afrique de l'Ouest sur le long terme.

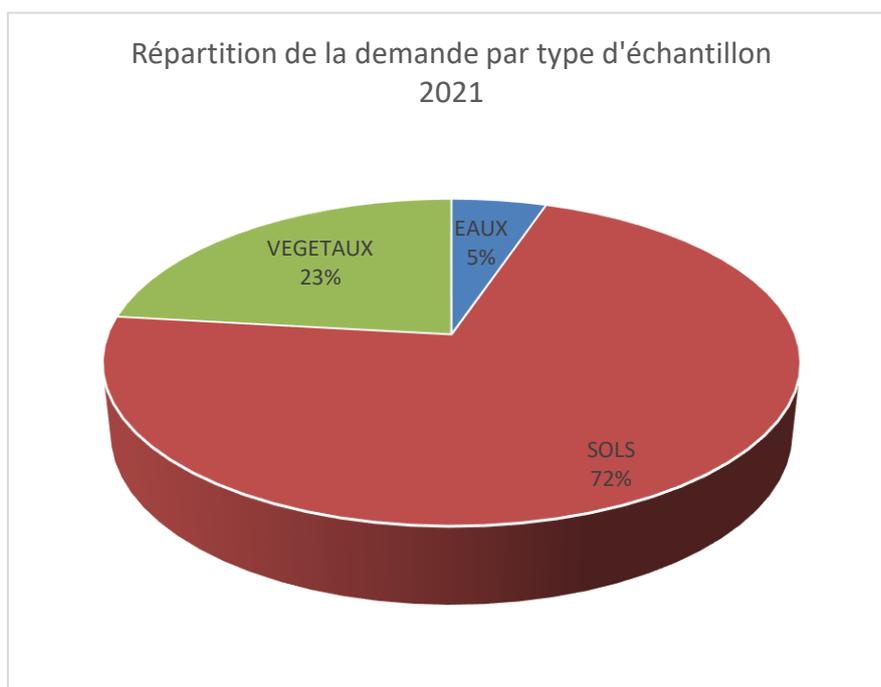
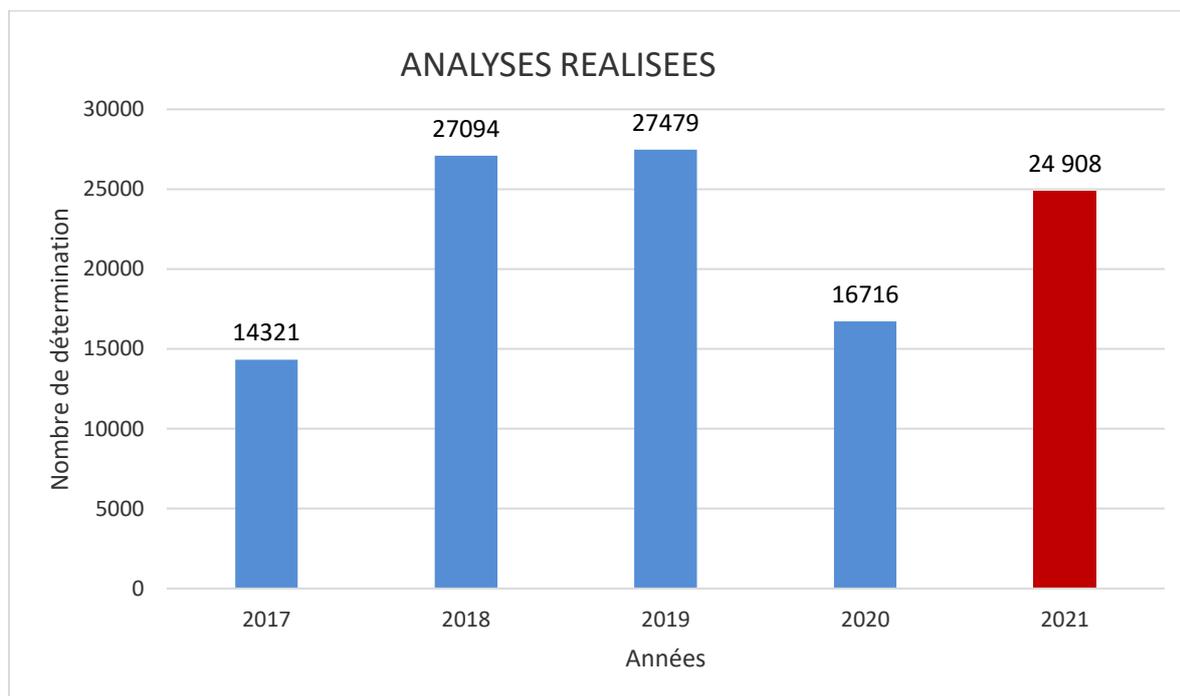
2.2.6. Autres

- **GET** (Éric MOUGIN) : il s'agit du suivi d'un site instrumenté dans la zone de Darhra. Douze échantillons de sol sur différents horizons sont prélevés chaque mois et déposés au LAMA.

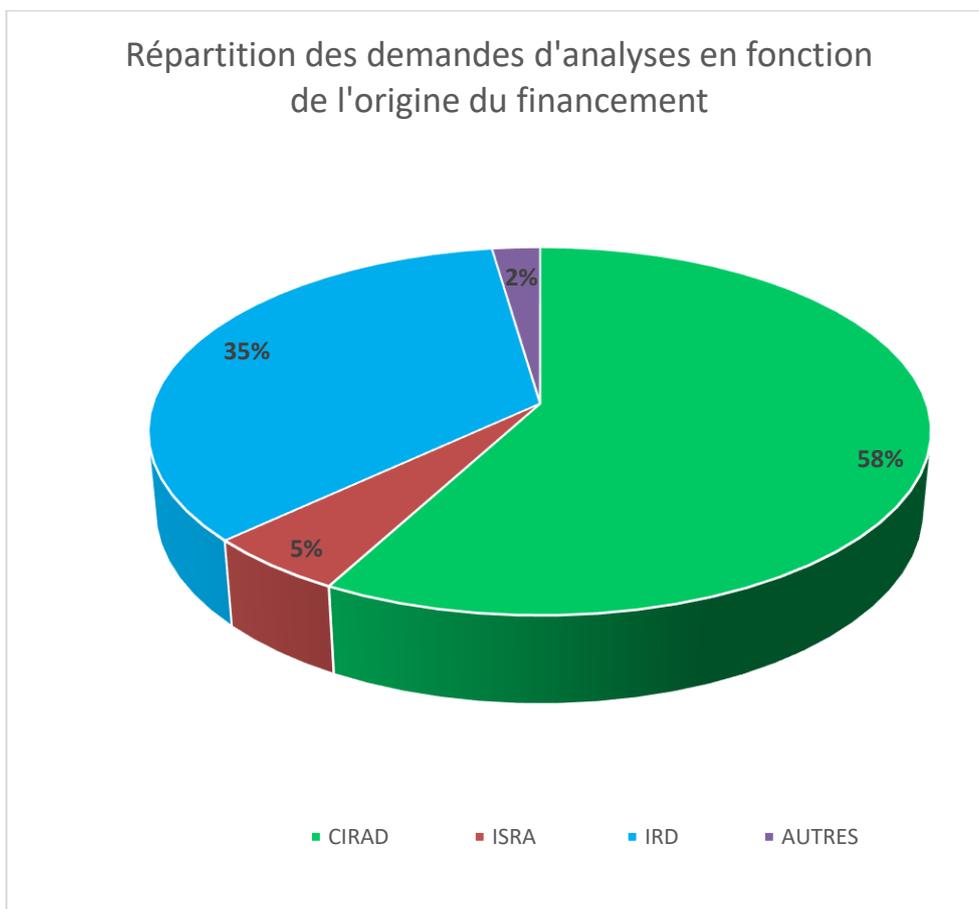
2.3. Activités

En 2021, le laboratoire a enregistré 46 dossiers représentant 4400 échantillons. Sur les 27564 déterminations demandées, 24413 ont été réalisées auxquelles il faut ajouter 495 déterminations concernant des demandes d'analyse déposées fin 2020 et réalisées en 2021. Cela représente un total de 24 908 analyses réalisées en 2021. Début 2022, il nous reste à réaliser 3152 analyses sur des demandes de fin 2021

On constate une augmentation de notre activité 33% par rapport à 2020, liée à la reprise des activités après le confinement et à l'augmentation du personnel.



Comme les années précédentes, les analyses demandées sont très majoritairement sur les sols. Cela est directement lié aux programmes de recherche portés dans la région. La part de la demande en analyses de sols reste stable en 2021 mais il y a une augmentation de la part des végétaux et des demandes en eaux.



L'origine du financement est généralement pour un collectif autour d'un projet. Notamment les demandes d'analyse du CIRAD sont toutes liées au collectif IESOL et aux projets qu'il porte. En fonction des projets, de leur montage, le budget lié aux analyses est versé chez l'un ou l'autre des partenaires.

Nous tentons de faire évoluer ce fonctionnement demandant aux projets ayant un volume analytique important d'attribuer ce budget directement à IRD, ceci a été le cas pour le projet CASSECS. Cela nous permet une visibilité dans les projets, mais également une réduction des mouvements financiers et un allègement administratif. Malheureusement, le message est difficile à passer car chacun préfère afficher le financement à son propre compte et le reverser ensuite à IMAGO par un jeu de facturation ou de transfert d'EOTP.

Les UMRs « IRD » sont principalement : DIADE, Eco&Sols, GET, LEMAR, LSTM et LMI PATEO. Les financements sont essentiellement sur projets de recherche, quelques financements proviennent de budgets récurrents ou outils de l'IRD (LMI, JEAI...).

2.4. GEOPHYSIQUE

En parallèle des activités analytiques classique, l'équipe d'IMAGO Dakar a en charge la maintenance des différentes installations des géophysiques dans le cadre du projet AMMA Catch.

Aboubacry DIALLO est responsable de cette activité et est appuyé par Thierno Mamadou NDYAIE, Elie Joseph DIATTA et Jacques Hubert DIEME.

Suite à la mise en vente du site du Mbour où ces équipements étaient installés, IMAGO à accompagner les équipes pour trouver de nouveaux sites, déménager les équipements et former des personnes à la maintenance si besoin.

Durant 2021 :

- Aboubacry a accompagné le transfert d'une partie des équipements vers Niakkahr et a formé un collègue sur le site durant plus de 6 mois avec des interventions en missions.
- Aboubacry et Thierno ont accompagné Aloys Bory pour faciliter le transfert de ces équipements en Casamance. Leur rôle a été essentiel au bon déroulement de ce déménagement aussi bien sur des aspects techniques que relationnel avec les partenaires et entrepreneurs. Ils ont accompagné Aloys lors de deux missions de 2 semaines en Casamance
- Elie, Jacques, Aboubacry et Thierno ont poursuivi le suivi des équipements qui sont installés sur Bel Air. Ils ont réalisé des interventions au-delà de ce qui était prévu initialement, accompagné à distance par les spécialistes qui n'ont pas pu effectuer de missions pour les maintenances annuelles en raison de la crise COVID.

IL reste des équipements à installer sur le site de Bel Air, ces interventions se réaliserons en 2022, accompagnée par Jean-Louis Ragot (IRD IEES-Paris) qui arrivera en affectation courant mai 2022.

En novembre 2021, Aboubacry Diallo et Thierno Mamadou NDIAYE ont participé à un atelier sur ces données à LAMTO en Côte d'ivoire.

2.5. Développement analytique et technique

Le LAMA a acquis récemment, avec le soutien des UMR et du département un nouveau CHN, ce qui nous a donné l'opportunité de développer une nouvelle analyse sur l'ancien équipement qui pourra répondre aux demandes des projets IRD dans la région de l'Afrique de l'Ouest.

En 2021, Muguette ALLEGRE, a rejoint le LAMA sous un contrat « Volontariat International », a commencé la mise au point de la mesure de soufre dans les échantillons de sols et de

végétaux. Cette initiative, nous permettra de consacrer un équipement à l'analyse du carbone-azote et l'autre à l'analyse du soufre.

Hanane AROUI a rejoint également le LAMA via la mobilité interne de l'IRD. Elle a mis au point une nouvelle méthode d'analyse de la granulométrie 5 fractions par la pipette Robinson en collaboration avec Jacques Hubert DIEME, Aboubacry DIALLO et Marie Pierre TINE.

D'autres méthodes d'analyse sont à développer et programmer pour les perspectives de 2022.

Un projet **d'Actions d'Amorçage (AA)** a été porté par Hanane AROUI en collaboration avec des collègues d'IEES Paris et Eco&Sol. Le financement du projet **COOPsol** permettra de créer une innovation qui mesure de façon synchrone et continue les phénomènes de retrait et le dégagement de CO₂ d'un échantillon de sol. Pour cela il est nécessaire de développer un nouveau rétractomètre monoposte qui permettra de mesurer simultanément et sans interruption les variations de volume, de teneur en eau et d'émission de CO₂ du sol. Il s'agira donc d'effectuer les mesures de retrait dans une enceinte confinée permettant à la fois de contrôler la température et l'évaporation de l'eau du sol et de mesurer l'émission de CO₂.

3. Démarche qualité et Hygiène et sécurité

Qualité : Marie-Pierre TINE est responsable qualité, correspondante qualité pour le LAMA de Dakar.

Un audit de suivi sur le site de Dakar lié à la démarche qualité globale de l'unité a eu lieu le 25 Octobre 2021 avec intervention d'une auditrice externe (EQS), Sonia VIEL.

Les résultats de cet audit ne montrent aucune non-conformité majeure dans notre démarche qualité. En revanche, la majorité des non-conformités mineurs du précédent audit ont été corrigés ou en cours de correction.

Hygiène et sécurité : Elie-Joseph DIATTA et Thierno Mamadou NDIAYE sont les Assistants de Prévention (AP). Comme chaque année, les AP préparent le Document Unique des Évaluations des Risques (DUER) en collaboration avec les agents du LAMA. La version 2021 du DUER a été finalisée en août 2021.

4. Personnel

4.1. Laboratoire

En 2021, l'équipe du LAMA a été renforcé par **4 personnes**. Après plusieurs départs non remplacés et des sollicitations de plus en plus importante, ce renforcement était essentiel à la continuité de nos activités

L'équipe du laboratoire de Dakar est composée de :

- ALLEGRE Muguette : développement méthodologique, réalisation d'analyses chimiques
- AROUI Hanane : Co-animation du laboratoire ;
- DIALLO Aboubacry (ARA) : réalisation d'analyses chimiques et physiques ;
- DIATTA Elie Joseph (IRA) : réalisation d'analyses, assistant de prévention ;
- DIEME Jacques-Hubert (TRA) : réalisation d'analyses chimiques et physiques ;
- MANE Blaise (ARA) : réalisation d'analyses chimiques ;
- MOULIN Patricia : Responsable du laboratoire ;
- NDIAYE Thierno Mamadou (TRA) : préparations des échantillons, assistant de prévention ;
- SADIO Angélique (TRA): préparations des échantillons, vaisselle ;
- TINE Marie Pierre (IRA) : réalisation d'analyses chimiques, Responsable Qualité ;

Suite à la mise en vente du site de Mbour, Thierno et Aboubacry qui occupaient des activités liées à la géophysique sur ce site, ont intégré le laboratoire fin 2020, début 2021.

Muguette a été recruté en septembre 2021 pour deux ans sous un contrat de Volontariat International (VI).

Hanane, Ingénieure d'étude IRD, a rejoint le LAMA en octobre 2021 via une mobilité interne.

Angélique a été recruté comme un prestataire externe à Février 2021 pour une durée d'un an. Ce contrat a été financé sur projet.

Depuis 2020, Aïssatou DIOUF, ingénieure à l'ISRA a été affectée au LMI IESOL et travaille au LAMA 2 jours par semaine sur les aspects liés à l'analyse des métaux par MP-AES et à la biomasse microbienne sur des projets du collectif IESOL. En congés maternité une partie de l'année 2021 mais également très sollicitée par ailleurs, elle poursuit sa formation sur les différentes activités du LAMA auprès de Marie Pierre TINE

4.2. Encadrement et formation

Patricia MOULIN et Marie Pierre TINE ont encadré, Moussa FAYE, un étudiant d'IUT à l'Université de Montpellier, pour l'étude de la détermination des limites de détection des éléments traces métalliques dans les sols par profil d'exactitude après extraction à l'eau régale et dosage au spectrophotométrie d'émission atomique à plasma micro-onde (MP AES).

Nous avons reçu également, l'élève de 3ème année, Farba DIOUF, du collège de la cours Ste Marie d'Hann pour une semaine de découverte au laboratoire.

En 2021, nous avons accueilli un doctorant ISRA et deux doctorants CIRAD dans nos laboratoires pour la réalisation des analyses dans les cadres des projets cités ci-dessus. Ces étudiants sont formés et suivis par les agents du LAMA au labo, de la préparation et l'analyse des échantillons jusqu'au traitement des données.

4.3. Formations

Pas de formation reçue en 2021 pour le personnel du laboratoire. Certaines formations ont été arbitrées favorablement, mais n'ont pu se tenir à cause de la crise COVID.

Deux demandes de formation ont été effectués par deux agents lors de la campagne 2021.

5. Budget 2021

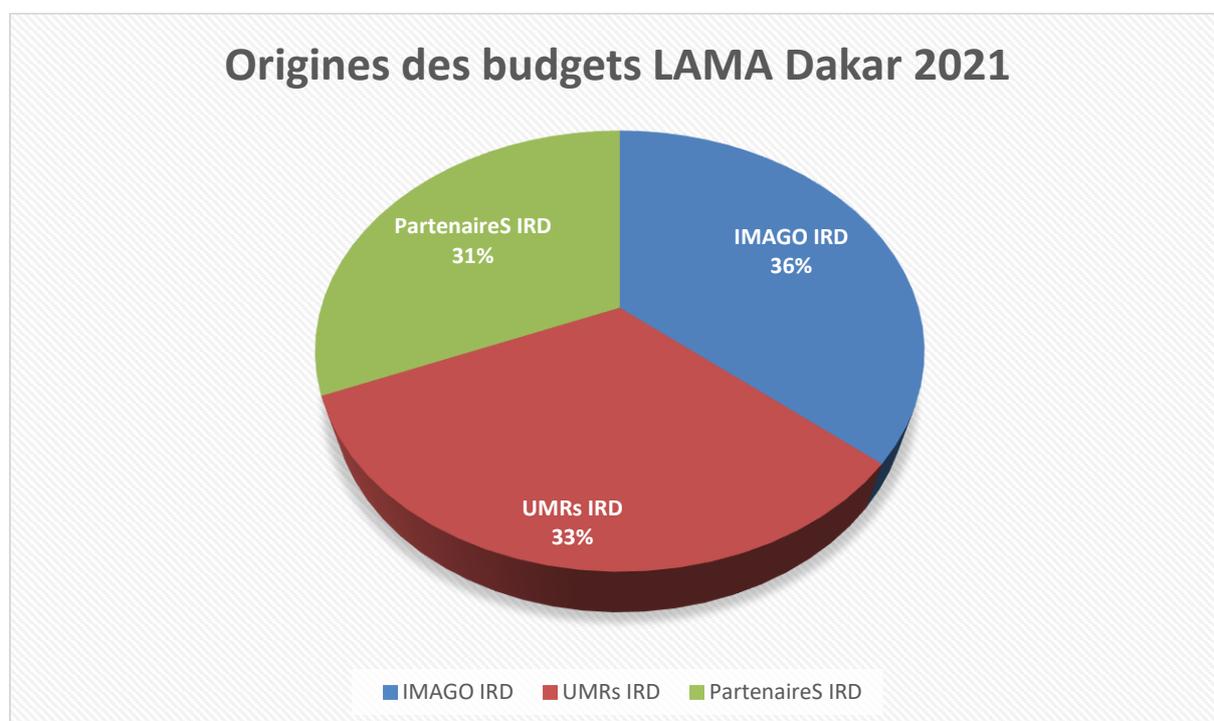
5.1. Origine des financements

Type enveloppe	Partenaires	Projets	Recettes € 2021	Recettes € Utilisée en 2021	Reporté en 2022
IMAGO		Fonctionnement	23887.13	23384.37	502.76
Hors convention UMR IRD	UMR GET	AMMA CATCH	1690	1690	0
CONVENTIONS IRD	LMI IE Sol	Projet SOCA Sénégal	2306	2202.75	0
		Projet SOCA Côte d'Ivoire	3021	0	3021.3
		Projet DSCATT	1310	1310	0
		FERTIM	787	787	0
		RAMSES II	1377	1377	0
		ROOT ADAPT	800	740	0
	UMR LSTM - LCM		2911.4	2575.52	0
			320.2	0	320.2
	US IMAGO - AMMA CATCH	AMMA CATCH	3863.6	2896.55	967.05
Prestations partenaires			20689.81	19666.36	1023.45
Total prestation interne			18386.2	13578.82	4308.55
Total prestation externe			20689.81	19666.36	1023.45
TOTAL €			62963.14	56629.55	5834.76

Le LAMA de Dakar a reçu en budget de fonctionnement 23 887 € dont 3197 € ont été utilisés pour l'achat de petits équipements scientifiques et 6300 € pour la réparation du MP AES. Les recettes de prestations internes représentent 20689,81 € dont 1023,45 € ont été reportés en 2022.

Pour des raisons de coût ou de rapidité, mais de façon occasionnelle, des prestations peuvent être payées par l'achat de consommables ou d'équipements : en 2021 cela représente la somme de 1310 € (projet DSCATT).

Les recettes de prestation réalisées pour nos partenaires versées en 2021 correspondent à des prestations réalisées en partie en 2020 et en partie en 2021. Une fois ces crédits mis en place, ils doivent être consommés dans l'année N+1 maximum.



Ce graphique montre l'origine du financement des dépenses engagées en 2021 pour le LAMA de Dakar.

Les dépenses liées à des achats de consommables permettant la réalisation des analyses et la maintenance classique des équipements proviennent des budgets UMR IRD ou des partenaires.

Les dépenses utilisant le budget de l'US IMAGO sont liées à des missions, des maintenances sur gros équipements (6300€ en 2021, panne du MP AES), des équipements de bureautique (ordinateurs, imprimantes), et communication. Les indemnités de stage sont également prélevées sur cette ligne.

Cette année, comme depuis 2019, nous n'avons pas réalisé de prestations externes afin de maintenir des délais de rendu de résultats acceptables pour les projets portés par l'IRD et ses partenaires.

5.2. Budget équipement

Nous n'avons pas fait de demande d'équipement pour 2021 mais nous avons acheté une centrifugeuse et un pH-mètre sur le budget des prestations.

6. Valorisations

6.1. Réseaux internationaux des laboratoires et expertise analytique

Le LAMA fait partie des réseaux internationaux comme le réseau GLOSOLAN (Global Soil Laboratory Network) de la FAO et le SoPhie (Soil Program on Hydro-Physics via International Engagement).

Les objectifs de ces réseaux sont de progresser vers une meilleure standardisation des protocoles d'analyse chimique et physique des sols entre les différents laboratoires et de s'accorder sur les caractéristiques d'échantillons de référence permettant de contrôler la qualité de nos résultats.

Dans ce cadre, le LAMA est sollicité par le réseau GLOSOLAN pour son expertise en démarche qualité ainsi que son expérience analytique et de gestion de laboratoire.

Cette année, le LAMA a donné des formations en ligne de plus de 100 participants en français et en anglais :

- Patricia MOULIN sur le « contrôle interne de la qualité »
- Hanane AROUI sur « l'hygiène et sécurité dans un laboratoire »

Chaque année, le GLOSOLAN édite des Standard Operating Procedure (SOP) et LAMA participe activement à la réalisation et la rédaction des SOP qui sont diffusées dans les 400 laboratoires qui font partis de ce réseau. Pour 2021 :

- Marie Pierre TINE a été nommée comme un « global leader » du dosage de la quasi-totalité des éléments par le MP AES
- Hanane AROUI comme un « global leader » des analyses granulométriques par la pipette Robinson et le densimètre

Le rôle d'un « global leader » est d'harmoniser au niveau international les protocoles d'analyse des laboratoires qui font partie du réseau et ensuite rédiger les SOP afin de les éditer en libre accès.

Le LAMA participe également à la coordination entre les laboratoires d'analyse des sols au Sénégal ainsi que l'Afrique de l'Ouest et le GLOSOLAN s'appuie fortement sur la présence de l'IRD (LAMA) au Sénégal afin d'agrandir les collaborations entre les laboratoires. En 2022, le

LAMA espère la réunion des laboratoires africains « AFRILAB » du réseau GLOSOLAN, un événement qui a été prévu depuis 2020.

Le LAMA organise avec IEES Paris la 3^{ème} réunion du réseau européen de laboratoires de physique des sols, **SoPHIE**, qui aura lieu sur le centre IRD de Bondy en janvier 2022.

Nous sommes également sollicités par d'autres laboratoires de la région pour l'aide technique, l'adaptation des protocoles et la réparation des équipements. En décembre 2021, Blaise MAINE a fait une mission d'une semaine au Niger pour la mise en route du CHN du centre régional AGRHYMET de Niamey. Cette collaboration se poursuivra en 2022 sur des aspects de gestion de laboratoire.

6.2 Publications 2021

- Malou O.P., **Moulin P.**, Chevallier T., Masse D., Vayssières J., Badiane Ndour N.Y., Tall L., Thiam A., Chapuis-Lardy L., Estimates of C stocks in sandy soils cultivated under local management practices in the Senegal's Groundnut basin. *Regional Environmental Change*, (2021) 21:65, <https://doi.org/10.1007/s10113-021-01790-2>
- Cambou A., Barthès B.G., **Moulin P.**, Chauvin L., Faye E., Masse D., Chevallier T., Chapuis-Lardy L.. Prediction of soil carbon and nitrogen contents using visible and near infrared diffuse reflectance spectroscopy in varying salt-affected soils in Sine Saloum (Senegal). *Catena* (IF 4.333). CATENA12375
- Gomez, C., Chevallier, T., **Moulin, P.**, and Barthès, B. G.: Using absorbance peak of carbonate to select suitable regression model before predicting soil inorganic carbon concentration by mid-infrared reflectance spectroscopy, EGU General Assembly 2021, online, 19–30 Apr 2021, EGU21-15601
- Malou, O. P., Chevallier, T., Sebag, D., **Moulin, P.**, Badiane Ndour, N. Y., Rakotondrazafy, N., Thiam, A., and Chapuis-Lardy, L.: Is the thermal stability of soil organic matter related to its biogeochemical stability in cultivated Arenosols of the groundnut basin of Senegal?, EGU General Assembly 2021, online, 19–30 Apr 2021
- Telali, A., B. Heumez, J.P. Rivierre, **A. Diallo**, and V. Lesur, SOK Sénégal, the opening of a new geomagnetic observatory, IAGA-IASPEI 2021 meeting (virtual conference), 21-27 August 2021.
- Malou, Oscar Pascal; **Moulin, Patricia**; Chevallier, Tiphaine; Masse, Dominique; Vayssières, Jonathan; Badiane-Ndour, Ndèye Yacine; Tall, Laure; Thiam, Abou; Chapuis-Lardy, Lydie, 2021, "Carbon, texture, pH, bulk density in sandy soils of Senegalese groundnut basin (2016-2018)", <https://doi.org/10.23708/M9N7AI>, DataSuds, V1

Liste des publications ayant eu pour soutien analytique du LAMA :

- Avadí, A., Hodomihou, N.R., Amadji, G.L. et al. LCA and nutritional assessment of southern Benin market vegetable gardening across the production continuum. Int J Life Cycle Assess (2021). <https://doi.org/10.1007/s11367-021-01977-z>
- Bright M.B.H., Diédhiou I., Balaya R., Bogie N., Chapuis-Lardy L., Ghezzehei T.A., Jourdan C., Sambou M.D., Ndour Y., Cournac L., Dick R.P. An Overlooked Local Resource: Shrub-Intercropping for Food Production, Drought Resistance and Ecosystem Restoration in the Sahel. Agriculture, Ecosystem and Environment. AGEE27877
- Anne-Marie ALIA (2021) : Contribution des champignons mycorhiziens à arbuscules dans la biodisponibilité des micronutriments d'accessions de niébé et de patate douce, Mémoire de Master 2, Université Cheikh Anta Diop

6.3 Vulgarisation scientifique

Tout au long de l'année 2021, en prélude du Forum Mondial de l'Eau qui se déroulait à Dakar en mars 2022, Patricia MOULIN a participé à l'animation d'une série d'ateliers de sensibilisation, par une approche interdisciplinaire, des jeunes publics sur l'eau. Ces ateliers « Phil'Eau », portée par Jeanne Rieux, Directrice de Recherche de l'UMR G-EAU, qui ont été déployés dans les établissements publics scolaires sénégalais ont abordé la problématique de l'eau sous ses différentes dimensions : lien à la fois géographique, historique et social, ressource en partage et enfin véhicule d'imaginaires. Patricia animait de l'atelier « l'eau en mouvement ». Sur ce lien une vidéo concernant ces ateliers : <https://youtu.be/RaSladd7iUg>

7. Conclusions – Perspectives

L'année 2021 a été une année de forte demande et de sollicitation de l'expertise et des moyens du LAMA.

Nous poursuivrons en 2022 la réalisation d'analyses pour les projets en cours, DSCATT et Or4FOOD, tels Suntain Sahel, FAIR Sahel et CASSECS

. Il faut noter que sur les projets Sunstain Sahel et CASSECS, l'US IMAGO est identifiée comme partenaire.

Un très important projet « one health » intitulé « Santé et Territoire » est en train de voir le jour. Il est prévu que les analyses pour le diagnostic soient confiées au LAMA, IMAGO étant

partenaire du projet. Ce projet initié en 2020 prend du temps à se concrétiser, l'année 2021 a été consacré à la phase de prédiagnostique toujours en cours début 2022 ne sollicitant pas de besoin analytique. Les besoins en analyses devrait arriver fin 2022, courant 2023.

Un recrutement d'un ingénieur d'étude en mobilité interne a été effectué, un contrat de Volontariat International de deux ans a commencé et un prestataire a été recruté, mais cela ne pourra être sur la durée. Une demande de poste sera faite au niveau de la représentation de Dakar en 2022 suite au diminution de l'effectif, un départ à la retraite en 2020 et trois autres sont prévus en 2024. Le maintien de nos effectifs avec l'intégration au LAMA d'agents locaux d'instituts partenaires est important tout en continuant le recrutement d'agent locaux IRD et l'affectation d'expatrier pour un bon équilibre. Nous souhaitons que cette dynamique se poursuivre afin d'assurer notre durabilité et notre expertise dans la région de l'Afrique de l'Ouest.

Nous allons poursuivre notre investissement dans le réseau GLOSOLAN (FAO/GSP) et Sophie, notamment en accompagnant la dynamique d'un réseau national des laboratoires d'analyse de sols au Sénégal avec nos partenaires et souhaitons l'élargir à l'Afrique de l'Ouest notamment avec l'affectation de Patricia MOULIN en Côte d'Ivoire.

Avec l'arrivée des nouveaux membres de l'équipe et des partenaires qui sont intéressés par l'aspect physique du sol, nous souhaitons développer et mettre en place des nouvelles méthodes de la physique du sol afin de répondre aux demandes des projets IRD (iEES-Paris et Eco&sols)

Annexe

1. Infrastructure

1.1. Locaux

- 1 laverie commune avec le LEMSAT ;
- 1 salle de pesée contenant également les frigos et la centrifugeuse ;
- 1 salle d'attaque commune avec le LEMSAT : Micro-ondes, hotte, fours ;
- 1 salle d'analyses : 2 CHN, 2 analyseur à flux continu, pH-mètre, etc. ;
- 2 salles de physique des sols ;
- 1 salle spectrophotométrie ;
- 1 bureau responsable ;
- 2 bureaux techniciens ;
- 1 salle de réunion commune avec le LEMSAT ;
- 1 salle de préparation et de séchage des échantillons ;
- 3 salles de réserve : produits et petit matériel.

1.2. Équipements

Type	Marque	Année
pH mètre	Mettler	2021
Centrifugeuse	SIGMA 4-15	2021
2 Balances de précisions	Sartorius	2020
Diluteur	Hamilton	2020
MP AES	Agilent	2019
Analyseur CHN	Thermo	2019
Minéralisateur	SCP Science	2019
Auto-analyseur	SEAL AA3	2017
Spectrophotomètre d'absorption atomique 220FS	VARIAN	2004
Analyseur CHN	Thermo Finnigan	2003
Auto-analyseur	SEAL AA3	2008
Conductimètre	WWR	2008
pH mètre	WTW INOLAB 730	2011
Titrateur	CRISON	2001
Balance (salle granulométrie)	METTLER AE100	

Type	Marque	Année
Balance (salle des balances)	METTLER PM 2000	
Balance (salle des balances)	SARTORIUS AX 224	2012
Balance (CHN)	SARTORIUS MSE125P	2016
Centrifugeuse	SIGMA 4-15	2007
3 1 étuves	Jouan	
Étuve ventilée	Memmert	2009
Fours	Carboline / Eurotherm	
Broyeurs à mortier	RETSCH	
Broyeur MM 200	RETSCH	2011
3 agitateurs va et vient	IKA HS 250	
Bac à ultrasons	BIOBLOCK	1996
Plaques chauffantes	STUART SD500 (2)	2012
Plaques chauffantes	CERAN	
Presses à plaques	SOIL MOISTURE pF3 et pF 4,2 (2)	
Réfrigérateurs (3)		

2. Tarifs

VÉGÉTAUX		
	TARIFS INTERNES	TARIFS EXTERNE
Prise en charge par dossier	20 €	30 €
préparation	1,80 €	5,00 €
mise en solution	2,90 €	8,30 €
Cendres	1,50 €	2,00 €
Si	2,20 €	2,40 €
Azote Kjeldahl	3,60 €	10,20 €
C & N par CHN	6,10 €	18,50 €
P total	3,60 €	10,20 €
Cl	2,90 €	8,30 €
Cout par éléments MP AES	1 €	3 €

SOLS		
	TARIFS INTERNES	TARIFS EXTERNES
Prise en charge par dossier	20 €	30 €
Préparation	1,80 €	5,00 €
Granulométrie	11,50 €	33,00 €
pF	1,00 €	2,60 €
Densité réelle	2,20 €	6,30 €
pH H₂O / KCl	1,50 €	4,30 €
Conductivité	1,50 €	4,30 €
Salinité	1,50 €	4,30 €
Azote Kjeldahl	3,60 €	10,20 €
C & N par CHN	6,10 €	18,50 €
Azote assimilable	4,60 €	13,20 €
Carbone organique	3,60 €	10,20 €
Phosphore total	4,40 €	12,50 €
Phosphore assimilable	4,40 €	12,50 €
Calcaire total	1,50 €	4,30 €
Extrait (pH / EC)	2,20 €	6,30 €
Extrait complet	21,75 €	62,00 €
Bases échangeables	14,50 €	41,30 €
Capacité d'échange	7,25 €	20,80 €
Analyse totale acide	30 €	90 €
Cout par éléments MP AES	1 €	3 €

Le tarif « partenaire » est le même que le tarif interne auquel est ajouté 10 %.

3. Charte

Par déontologie, mais aussi afin que l'US IMAGO soit mieux reconnue et plus visible et que ses agents puissent être mieux valorisés dans leurs travaux,

L'US IMAGO demande à tous ses « clients / partenaires » de bien vouloir :

- Remercier l'US IMAGO dans toute publication/communication ayant fait appel à ses compétences et/ou services ;
- Remercier nommément la/le.s agent.e.s dans toute publication/communication ayant fait appel à un travail spécifique, voire la/le.s ajouter en tant que co-auteur.e.s si ce travail est significatif ;
- Informer l'US IMAGO en cas de publications/communications la concernant, afin que ces travaux puissent être ajoutés dans la liste de publications de l'US.

Pour faciliter l'organisation des activités et sa visibilité, l'US IMAGO souhaite être associée au montage des projets si ceux-ci s'appuient fortement sur les plateformes IMAGO.

Les projets ayant sollicités l'US IMAGO dès le montage seront prioritaires.

Merci pour votre compréhension

4. Suivi des échantillons témoins

Chaque série d'analyse comporte un échantillon témoin. Il s'agit d'échantillons de référence dont on connaît le résultat et l'écart type. Cela permet de vérifier et valider le bon déroulement de l'analyse.

$$Zscore\ i = \frac{Xi - \bar{X}}{S}$$

Avec Xi : valeur mesurée au laboratoire

\bar{X} : Valeur moyenne

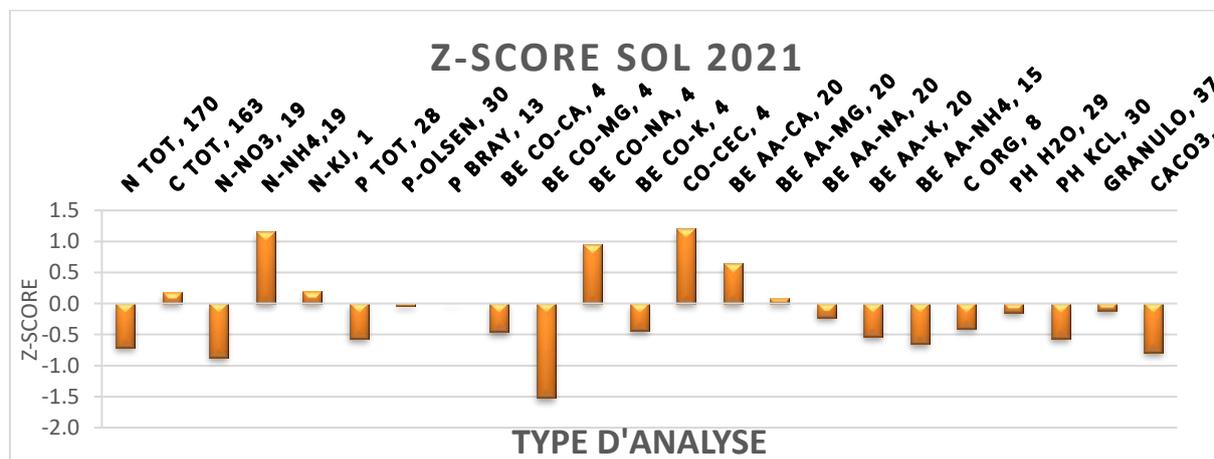
S : écart type

Pour une analyse, si le témoin utilisé à un « $-2 < Zscore < 2$ », la série est validée, sinon la série est reprise.

Les données représentent la moyenne de tous les Z scores par type d'analyse pour l'année 2020.

Le chiffre après l'élément représente le nombre de fois ou l'échantillon a été analysé.

4.1. Suivi des sols



C TOT : Carbone total N TOT : Azote totale N-Kj : azote kjeldahl

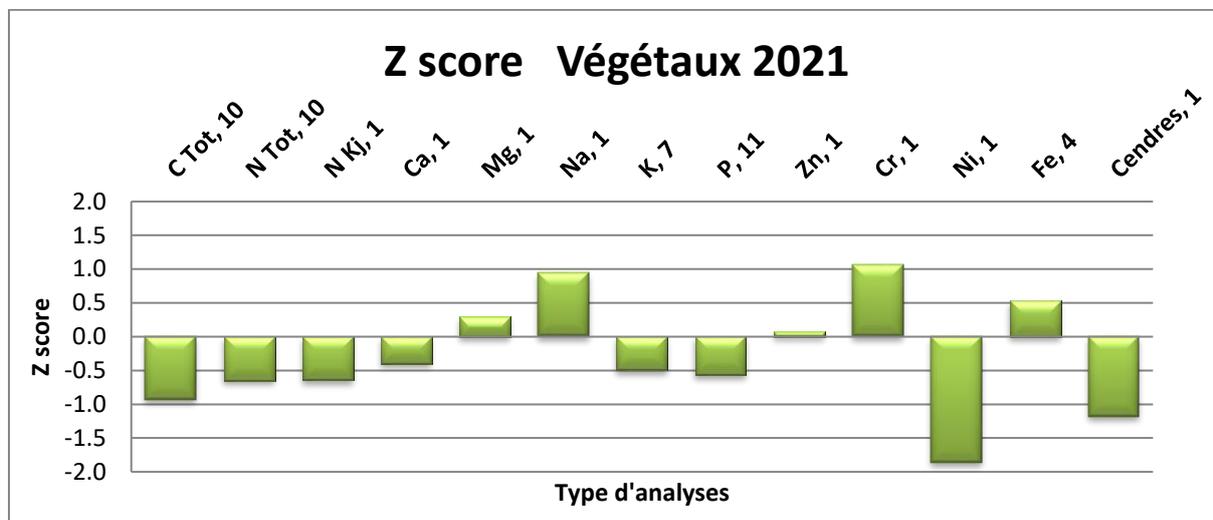
P_Olsen ou P_Bray : phosphore assimilable méthode Olsen ou Bray II

BE CO : Bases échangeables méthode à la cobaltihexamine

BE AA : Bases échangeables méthode à l'acétate d'ammonium

C ORG : Carbone Organique

4.2. Suivi des végétaux



C Tot: Carbone total

N Tot: Azote total

N Kj: Azote kjeldahl

P: phosphore total

Ca: calcium total

Mg: magnésium total

Na: Sodium total

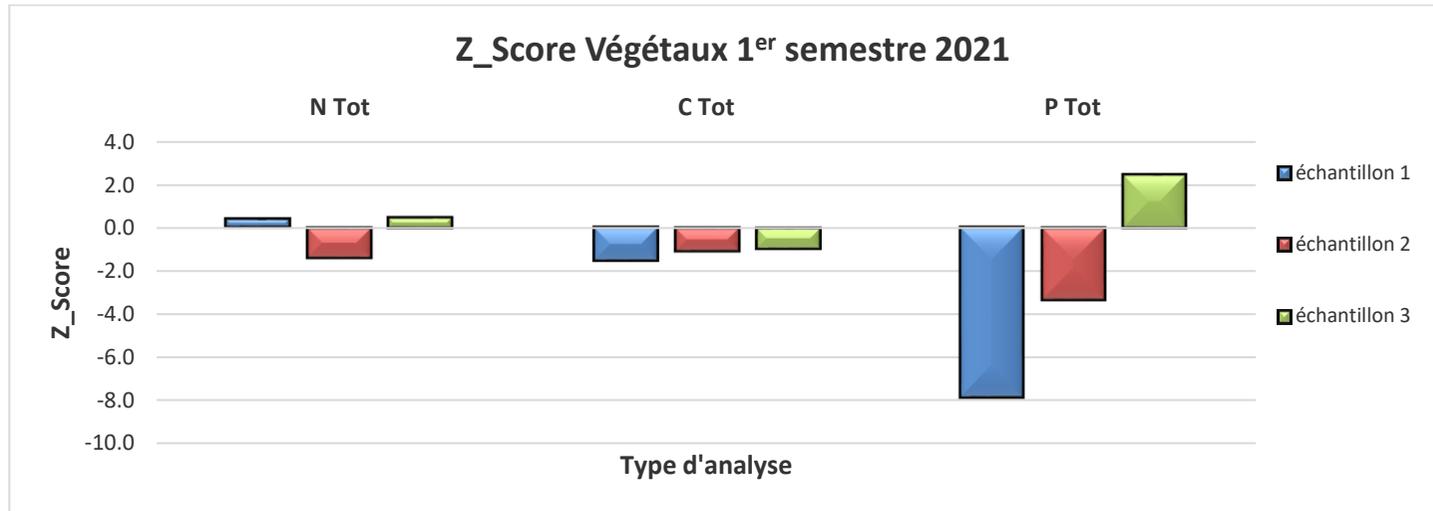
K: potassium total

4.3. Réseau WEPAL (The Wageningen Evaluating Programs for Analytical Laboratories Organization)

Nous sommes également abonnés au réseau WEPAL et nous recevons 2 fois par an, 4 échantillons de sols et 4 échantillons de plantes que nous analysons à l'aveugle et nous envoyons ensuite les résultats au réseau. Les résultats de tous les laboratoires abonnés sont comparés. Cela nous permet de faire un test externe.

L'analyse des paramètres sur les échantillons WEPAL n'est réalisée que si ce paramètre est demandé par un client sur la période concernée.

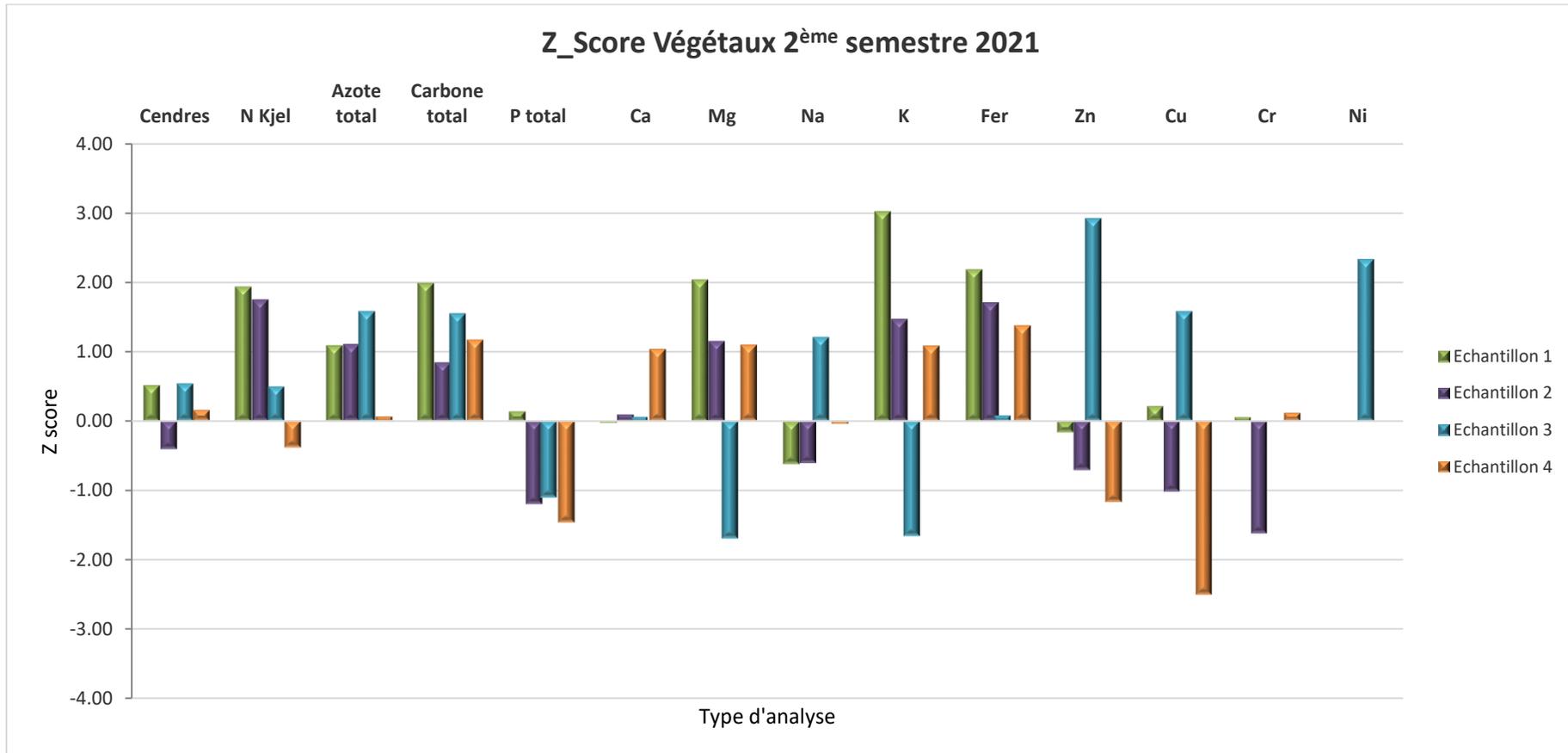
Les valeurs avec un Z-score supérieure à 3 sont en dessous de nos limites de détection.

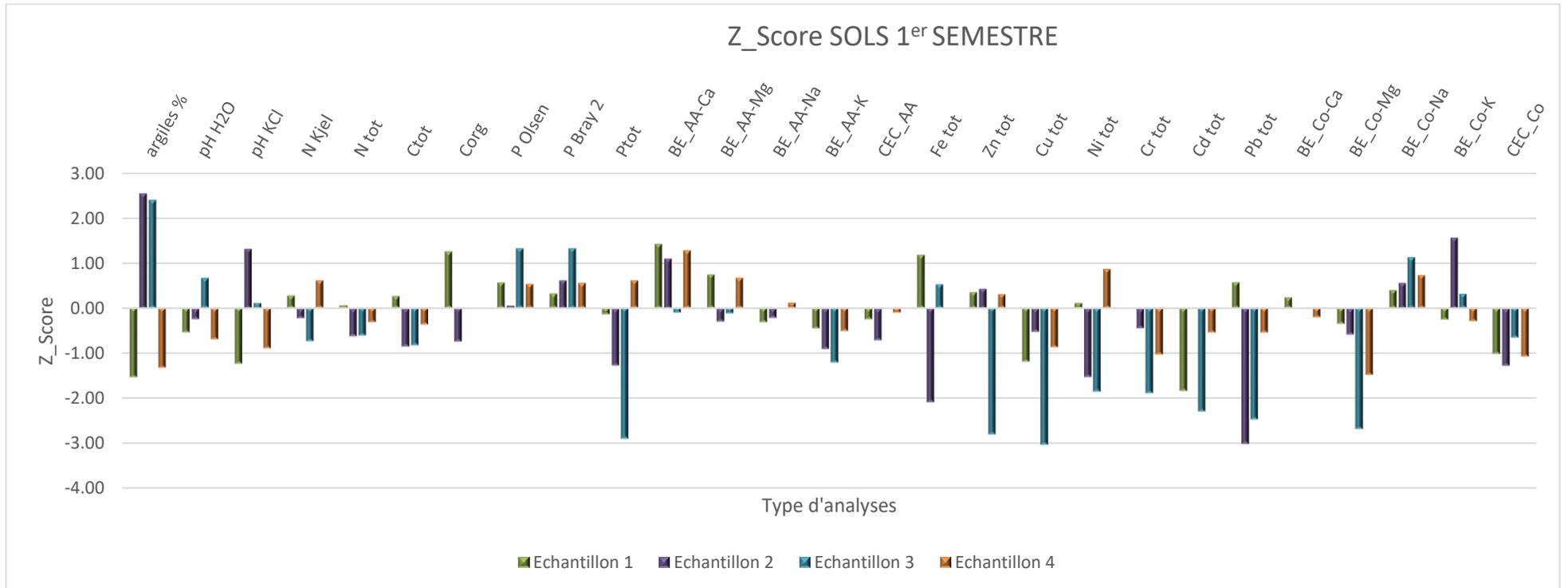


Nous avons effectué que trois analyses car nous avons eu une faible demande d'analyse de végétaux pendant le premier semestre.

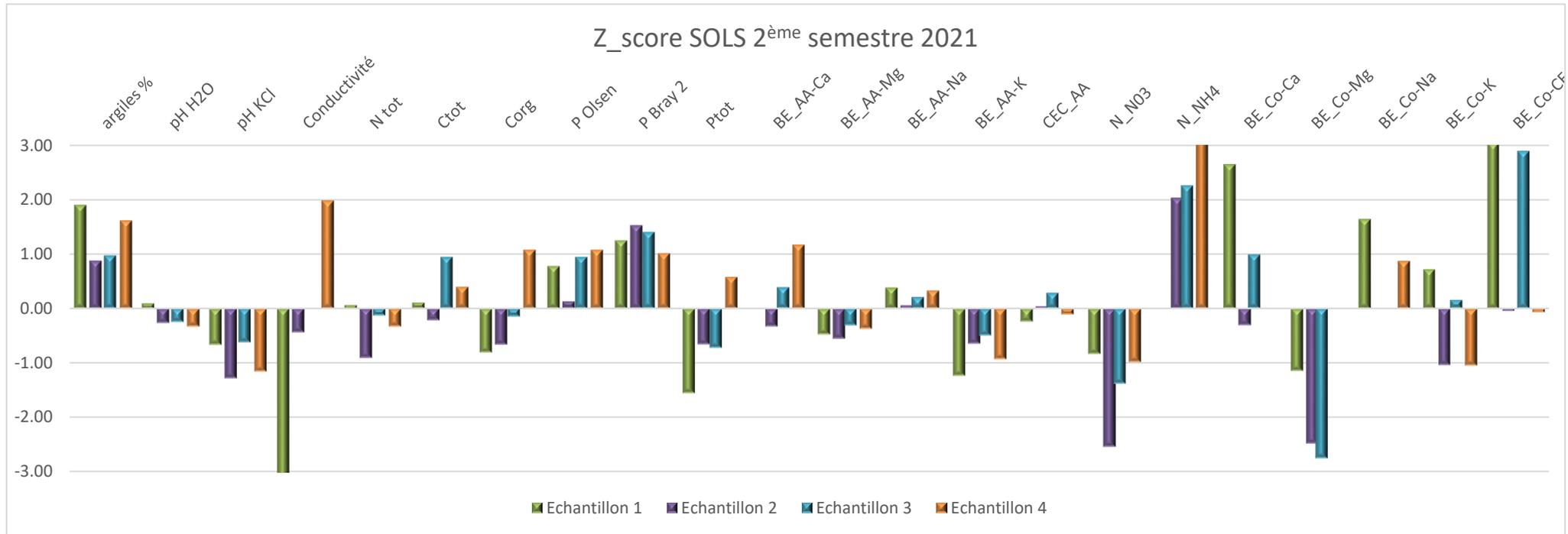
Nous n'avons reçu que 3 échantillons de WEPAL, le paquet ayant été ouvert, un échantillon a été perdu.

Les « Z_score » importants en phosphore sont liés aux limites de détection de la méthode et au teneur basse en P dans ces échantillons.





Les métaux sont dosés après extraction à l'eau régale. Les valeurs >2 sont expliquées par des teneurs en dessous de nos limites de détection.



On est en limite de quantification sur certains éléments, d'où des Z-Score > 2